

LEITUNGSSYSTEM AUS  
VERBUNDROHREN

Grupa Konsultingowo-Inżynieryjna

**kompleks**<sup>®</sup>



# Komplettes Leitungssystem aus Verbundrohren



## 1. VERWENDUNG

- Chemische Installationen (Säuren, Laugen aus verschiedenen chemischen Zusammensetzungen)
- Installationen für Betriebswasser
- Rohrleitungen für Kühlmittel
- Erfordernis, das zu pumpende Medium unter konstanter Temperatur zu halten
- Belüftung von Trinkwasserrohrleitungen (zB. Bei Flussquerungen)
- Rohrleitungen im Gebirge
- Rohrleitungen für Geothermalwässer

## 2. EINZELELEMENTE DES VORISOLIERTEN SYSTEMS

- Verbundrohre
- Verbundformstücke
- Verbindungssatz
- Befestigungen
- Zusätzliche Rohre, Formstücke und Amaturen ohne Vorisolation

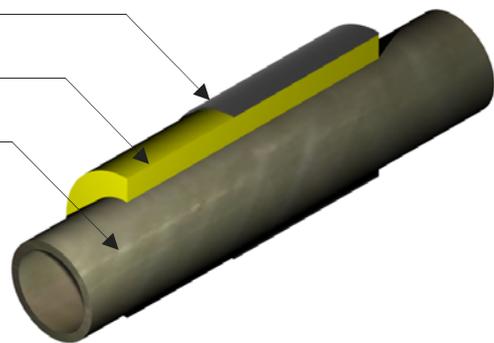
## 3. AUFBAU

- Rohrummantelung
- Polyurethanschaum
- Leitungsrohr

Zusätzliche Elemente für das System



- **Heizungskabel**
- **Dichtigkeitskontrolle**



### 3.1. GFK Leitungsrohr

Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) entsteht durch das Tränken von Glasfasern mit diversen Kunstharzen (Polyene, Vinylester und Epoxide).

Kaum ein anderer Anwendungsbereich stellt derart hohe Anforderungen an Konstruktion, Material und Funktionalität wie Industrieanlagen. Daher sind hier beanspruchbare Materialien von hoher Korrosions- und Chemiebeständigkeit mit langer Einsatzdauer erforderlich. Diesen Ansprüchen genügt der GFK. Er ist überall dort das ideale Material für die industrielle Anwendung, wo die betrieblichen Bedingungen sehr anspruchsvoll ausfallen.

Aber nicht nur seine Eigenschaften sondern auch die unterschiedlichsten Anwendungsmöglichkeiten belegen seine Überlegenheit gegenüber anderen Materialien.

### 3.1. GFK Leitungsrohr

Zu den wesentlichsten Vorteilen von GFK-Leitungsrohren zählen:

- Hohe Chemiebeständigkeit
- Langlebigkeit
- Mechanische Belastbarkeit
- Geringes Gewicht
- Hohe Abnutzungsbeständigkeit
- großes Arbeitstemperaturspektrum

Rohre und Formstücke sind nach **DIN 16965 und 16966** gefertigt.

Die Rohre werden im Kreuzwickelverfahren mit harzgetränkten Glasfasern mittels (numerisch gesteuerter) CNC-Wickelmaschinen hergestellt.

Die Formstücke entstehen durch Laminieren von Glasfasermatten in Handarbeit.

Standardbereich der Produktion :

- Durchmesser von **DN25 bis zu DN2000**
- **Druckbereich von PN4 bis zu PN40**
- Temperaturbereich bis **120°C**

Die Planung von GFK-Rohrleitungen wird von den drei Grundparametern der Rohrleitung bestimmt:

- dem zu transportierendem Medium
- dem Arbeitsdruck in der Rohrleitung
- der Arbeitstemperatur

Diese Parameter wurden während der Planung unserer Produktionssysteme für Rohre berücksichtigt. Auf Kundenwunsch sind jedoch nicht standardisierte Anfertigungen möglich, wie die Auswahl der Wandstärken für die Rohrleitungen, der Harze oder anderer Bestandteile, um die erforderlichen physikalisch-chemischen Eigenschaften zu erreichen.

### 3.2. Wärmedämmung

Die Isolation aus Polyurethanschaum (PUR) zeichnet sich durch einen hohen Wärmedämmungsgrad aus und erhöht die Steifigkeit des Verbundmaterials wesentlich.

Parameter:

- Wärmeleitfaktor  **$\lambda < 0,027 \text{ W/mK}$**  bei 50°C
- Kerndichte des Schaums  **$\rho > 45 \text{ kg/m}^3$**

### 3.3. Rohrummantelung

Je nach Montagetypp und Kundenwunsch stehen drei mögliche Ummantelungen zur Verfügung :

- Ummantelung aus hartem Polyethylen (PE-HD), mit einer Dichte von  $\rho > 944 \text{ kg/m}^3$  und kunststoffgalvanisierter Innenfläche nach den polnischen Anforderungen **Pr. PN-EN 253**
- Ummantelung mit einem SPIRO-Spiralrohr aus verzinktem Blech nach den polnischen Anforderungen **PN-81/H-92125**
- Ummantelung mit einem SPIRO-Spiralrohr aus Alublech nach **PN-87/H-92833**

## 4. HINWEISE ZUR PLANUNG

Bei der Planung oberirdischer Rohrleitungen ist die Aufmerksamkeit auf zwei Fragestellungen zu richten. Po Erstens sind entsprechende Abstände zwischen den Stützen sicherzustellen. Zweitens sind Lösungen einzuplanen, welche die natürliche Kompensation nutzen bzw. die Verwendung von Kompensatoren vorhersehen.

Wegen des **GFK**-Materials, aus dem das Leitungsrohr besteht, ist die optimale Durchflussgeschwindigkeit des Mediums zu berücksichtigen und auf dieser Basis der Durchmesser zu wählen .

### 4.1. Lineare Wärmeausdehnung

Die thermische Dehnung ist ein nicht zu unterschätzender Faktor im Betrieb von Rohrleitungssystemen. Sie wird durch eine verstärkte Bewegung der Atome einer bestimmten Substanz hervorgerufen, die wiederum auf die Zufuhr von Wärmeenergie zurückzuführen ist. Dadurch dehnt sich das Material aus. Bei falscher Kompensation kann dies u.a. zu einem übermäßigen Rohrdruck führen und in Folge zu Ausformungen, Rissen und sogar zu Lecks bzw. der Zerstörung der Rohrleitung. Um dem vorzubeugen können folgende Schritte gesetzt werden :

- die Rohrleitungen aus einem Material mit niedriger thermischer Dehnung bauen
- ein System zur Kompensation der linearen Dehnung anwenden

Bei der Verwendung der TERMOTEC®-  Technik gilt zu berücksichtigen, dass das Leitungsrohr, die Ummantelung und der Schaum im Zwischenraum ein Verbundrohr bilden, dessen thermische Dehnung im Rechenmodell wie folgt beträgt:

- $\alpha = 0,015 \text{ mm/mK} = 15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  - für Leitungsrohre aus **GFK** – Kreuzwickellaminat mit einem Glasfaseranteil von 60%
- $\alpha = 0,025 \text{ mm/mK} = 25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  - für Leitungsrohre aus **GFK** - Laminat von Hand hergestellt

#### Berechnungsmethode.

Vor der Berechnung der Dehnungswerte für die Rohrleitungen gilt es, sich folgende grundlegende Frage zu stellen: „Bei welcher Temperatur erfolgt die Montage der Rohrleitung?“ Diese Temperatur ist nämlich die Ausgangstemperatur, von der man  $\Delta T$  für zwei Varianten berechnet.

#### 1. Variante

Die Rohrleitung ist nicht in Betrieb, unterliegt jedoch äußeren Einwirkungen (es sind Extremtemperaturen im Plus- wie Minusbereich anzunehmen).

#### 2. Variante

Die Rohrleitung ist im Normalbetrieb; hier gilt es den Temperaturfaktor von innen (der Fließfracht) und eventuell den Außenfaktor auf das Gesamtsystem zu berücksichtigen.

#### Die Dehnung des Gesamtsystems.

$$\Delta L = L \cdot \Delta T \cdot \alpha$$

- $\Delta L$  - Veränderung der Gesamtlänge, mm  
 $L$  - Grundlänge des Gesamtsystems, m  
 $\alpha$  - Dehnung einer Systemeinheit, mm/mK  
 $\Delta T$  - Temperaturunterschied, K



## 4.1. Lineare Wärmeausdehnung

### Rechenbeispiele.

Untersucht wird, wie sehr sich eine Rohrleitung mit 1000m ausdehnt. Die Materialien sind unterschiedlich, der Temperaturanstieg  $\Delta T = 50^{\circ}\text{C}$ .

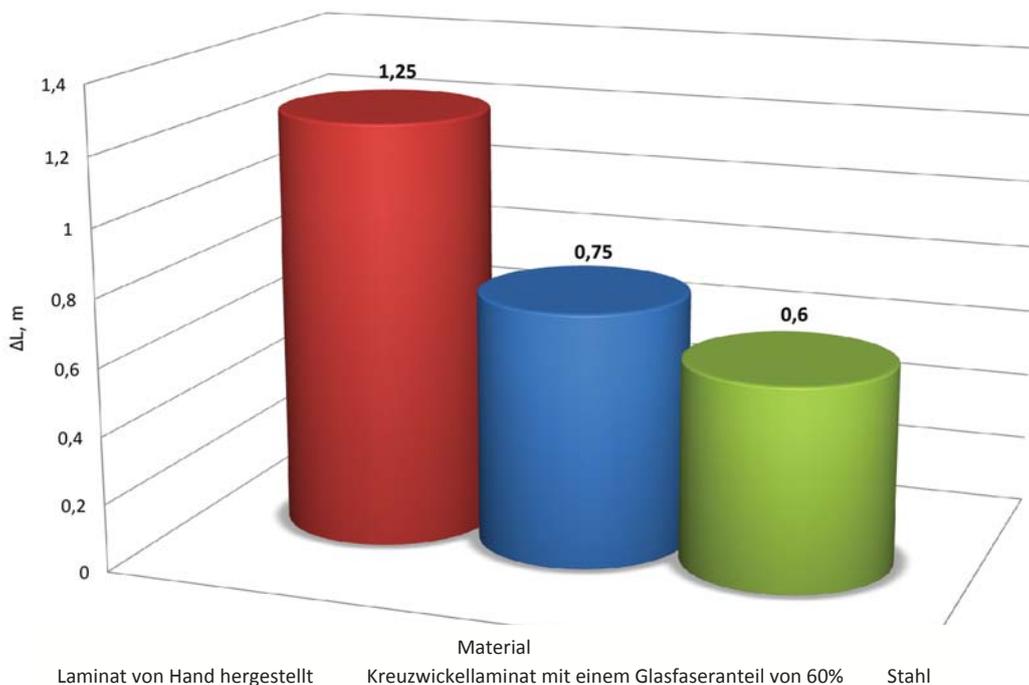
### Die untersuchten Materialien sind:

- Kreuzwickellaminat mit einem Glasfaseranteil von 60% -  $\alpha = 15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  •  $L = 1000 \text{ m}$
- Laminat von Hand hergestellt -  $\alpha = 25 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  •  $\Delta T = 50 \text{ K}$
- stahl -  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

### Ergebnisse:

- Kreuzwickellaminat mit einem Glasfaseranteil von 60% -  $\Delta L = 0,75\text{m}$
- Laminat von Hand hergestellt -  $\Delta L = 1,25\text{m}$
- stahl -  $\Delta L = 0,65\text{m}$

**Lineare Ausdehnung - L = 1000m, dT=50K**



Wenn es allein um gute Wärmeausdehnungskoeffizienten geht, ist eine Stahlrohrleitung eine akzeptable Lösung. Jedoch sind hinsichtlich der Lebensdauer, Korrosions-, Chemie- und Witterungsbeständigkeit GFK-Rohre Stahlrohren eindeutig vorzuziehen. Aus der obigen Tabelle geht klar hervor, dass die lineare Ausdehnung von GFK-Rohren nur unwesentliche größer als jene von Stahlrohren ist.

Laminatrohre können in einem **Eigenkompensation**-System eingesetzt werden, da die höchstzulässige Verformung für eine 1000 m lange Rohrleitung nicht 2 m übersteigen darf (also 0,2 %). Daher kann man bei der Erneuerung von Rohrleitungen auf bestehende Stützkonstruktionen zurückgreifen .

## 4.2. Auflagepunkte

Die oberirdische **TERMOTEC**<sup>®</sup> Rohrleitung muss auf Stützen montiert werden. Um die Spannung der Rohrleitung zu verringern, müssen in entsprechenden Abständen Stützen angebracht werden. Hängestützen sind auf steifen Konstruktionen aufzubauen, um die Rohrleitungen nicht zusätzlichen Spannungen auszusetzen. Man unterscheidet drei unterschiedliche Auflagen:

- **Festpunkt** – fix mit dem Untergrund und der Rohrleitung verbunden. Er kann sich in keine Richtung bewegen.
- **Führungsstütze** – ist eine Befestigungsart, die es der Rohrleitung ermöglicht, sich entlang der Längsachse zu bewegen. Diese Bewegung erfolgt auf Rollen oder Gleitstücken.
- **Stütze mit beweglicher Auflage** – ist eine Befestigungsart, die es der Rohrleitung ermöglicht, sich entlang der Längsachse als auch quer dazu (natürlich in einem begrenzten Umfang) zu bewegen. Sie ist auf einem Gleitstück in einem Spezialgehäuse gelagert.

Die Installation von kann **TERMOTEC**<sup>®</sup> auf zweierlei Art vor sich gehen :

- Unter Anwendung der klassischen Kompensation
- Unter Anwendung der Eigenkompensation

Die Frage nach der Art, wie Rohrleitungen geführt werden sollen, ist von Fall zu Fall verschieden und bedarf jeweils einer detaillierten Analyse. Jedes Mal gilt es aufs Neue zu entscheiden, welche Lösung im gegebenen Fall die richtige ist. Ein entscheidendes Kriterium mag sein:

- Die Stützenanzahl – ist im Fall einer Neumontage bzw. beim Ersatz von Stahlrohrkonstruktionen zu erwägen
- Die lokalen Gegebenheiten – die Möglichkeit oder Unmöglichkeit die jeweilige Anzahl und die jeweiligen Stütztypen einsetzen zu können

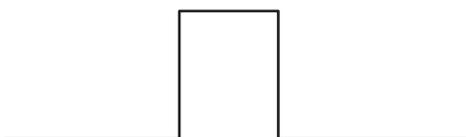
### 4.2.1. Die Kompensation linearer Ausdehnung

Bei der Planung der Kompensation der linearen Dehnung für **TERMOTEC**<sup>®</sup> -Rohrleitungssysteme auf herkömmliche Weise sind zwei Grundfragen zu berücksichtigen :

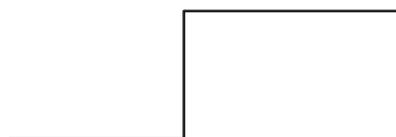
- die korrekte Berechnung der Dehnung  $\Delta L$
- die entsprechende Aufteilung der Festpunkte - **P.S.**
- die entsprechende Einteilung der Abstände **L<sub>p</sub>** für Stützen mit beweglicher Auflage - **P.R.**
- die Sicherung eines minimalen Kompensationsschenkel **H**

Bei der herkömmlichen Berechnung der Dehnungskompensation rechnet man:

a. Kompensation in „U-Form“



b. Kompensation in „Z-Form“



## 4.2. Auflagepunkte

### 4.2.1. Die Kompensation linearer Ausdehnung

**TAB. 1.** Abstände zwischen den Stützen mit beweglicher Auflage **L<sub>p</sub>** bei normaler Kompensation **m**

ROHRDUCHMESSER			ROHRUMMANTELUNG PE-HD				SPIRO-ROHRUMMANTELUNG			
LEITUNGS	UMMANTELUNGS		DICHTe DES MEDIUMS				DICHTe DES MEDIUMS			
DN	Dz (PE-HD)	Dz (SPIRO)	0,0	1,0	1,5	1,8	0,0	1,0	1,5	1,8
25	90	100	3,4	3,1	2,6	2,1	3,6	3,4	2,9	2,4
32	110	100	3,7	3,5	3,0	2,5	3,9	3,7	3,2	2,7
40	110	125	4,0	3,8	3,3	2,9	4,2	4,0	3,6	3,2
50	125	125	4,5	4,2	3,7	3,3	4,8	4,5	4,0	3,5
65	140	140	5,1	4,8	4,2	3,6	5,4	5,1	4,5	3,9
80	160	160	5,5	5,2	4,5	3,7	5,8	5,5	4,8	4,0
100	200	200	6,2	5,8	4,9	4,1	6,6	6,2	5,3	4,4
125	225	225	6,8	6,4	5,5	4,7	7,3	6,8	5,9	5,0
150	250	250	7,4	6,9	6,1	5,2	7,9	7,4	6,5	5,6
200	315	315	8,4	7,8	6,8	5,7	8,9	8,4	7,2	6,1
250	400	400	9,1	8,5	7,4	6,2	9,7	9,1	7,9	6,6
300	450	450	11,1	10,3	8,5	6,7	11,7	10,9	9,0	7,2
350	520	500	12,0	10,8	9,0	7,3	12,0	11,2	9,4	7,7

**TAB. 2.** Länge des Kompensationsschenkels **H**, je nach Dehnung, **m**

DN	Rohrleitungsdehnung $\Delta L$ , mm									
	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
25	1,2	2,0	1,8	2,1	2,4	2,7	2,7	3,0	3,3	3,4
32	1,5	2,0	2,4	2,8	3,0	3,4	3,5	3,8	4,1	4,3
40	1,8	2,0	3,0	3,4	3,6	4,0	4,2	4,6	4,8	5,2
50	2,1	3,0	3,4	4,0	4,6	4,9	5,1	5,5	5,7	6,1
65	2,3	3,5	4,0	4,6	5,2	5,7	5,9	6,4	6,7	7,0
80	2,4	4,0	4,6	5,2	5,7	6,4	6,7	7,3	7,6	7,9
100	3,7	5,0	6,1	7,0	7,9	8,5	9,1	9,8	10,4	11,0
125	3,9	5,5	6,6	7,5	8,4	9,2	9,9	10,4	11,2	11,5
150	4,0	6,0	7,0	7,9	8,8	9,8	10,7	11,0	11,9	12,0
200	4,9	7,0	8,2	9,4	10,7	12,0	12,5	13,0	14,3	15,0
250	5,8	8,0	9,8	11,0	12,5	14,0	14,6	16,0	16,8	18,0
300	6,1	9,0	10,0	12,0	13,4	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0
350	6,5	10,0	10,9	13,0	14,3	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0

## 4.2. Auflagepunkte

### 4.2.1. Die Kompensation linearer Ausdehnung

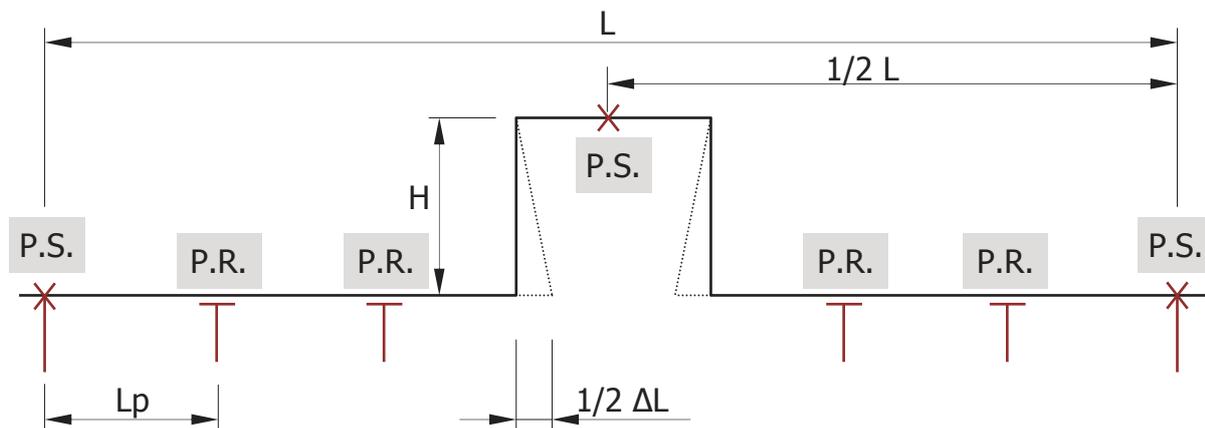
Rechenbeispiel:

**Annahme:**

- Rohrleitungstyp - **DN100** in einer SPIRO-Ummantelung
- Länge des Rohrleitungsabschnittes - **L=100 m / L<sub>1</sub>=40m und L<sub>2</sub>=60m**
- Dichte des Mediums - **1,0**
- Verlängerungsgrad -  **$\alpha = 15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$**
- Temperaturdifferenz -  **$\Delta T = 30 \text{ K}$**

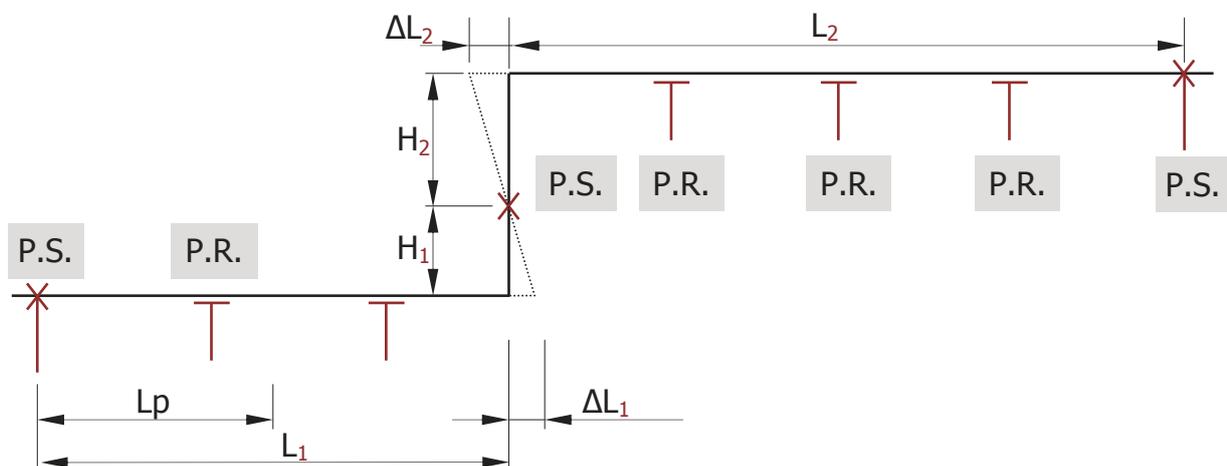
#### 1 Beispiel Kompensation in „U-Form“

- **$\Delta L = 0,015 \times 30 \times 100 = 45,0\text{mm}$**
- aus **TAB. 1.** nehmen wir für die Parameter aus der Annahme - **L<sub>p</sub> = 8,1m**
- aus **TAB. 2.** **DN** und  **$1/2\Delta L$**  liest man - **H = 3,4m**



#### 2 Beispiel Kompensation in „Z-Form“

- **$\Delta L_1 = 0,015 \times 30 \times 40 = 18,0\text{mm}$  /  $\Delta L_2 = 0,015 \times 30 \times 60 = 27,0\text{mm}$**
- aus **TAB. 1.** nehmen wir für die Parameter aus der Annahme - **L<sub>p</sub> = 8,1m**
- aus **TAB. 2.** **DN** und  **$\Delta L_1/\Delta L_2$**  liest man - **H<sub>1</sub> = 3,1m / H<sub>2</sub> = 3,8m**



## 4.2. Auflagepunkte

### 4.2.2. Die Kompensation linearer Ausdehnung EIGENKOMPENSATION

Eigenkompensation ist ein relativ neuer Begriff und betrifft nur Leitungsrohre in dieser Ausführung. Unsere Leitungsrohre sind aus GFK in Kreuzwickelmethode gefertigt, wodurch sie ein Schwindungsmaß haben. Dank dessen sind sehr widerstandsfähig gegen Druckstöße und können als Eigenkompensationssystem im Rohrleitungsbau eingesetzt werden. Dabei dürfen nur **Führungsstützen und Festpunkte verwendet werden.**

Die höchstzulässige Dehnung darf im Rohrleitungsbau bei Anwendung der Eigenkompensation **0,2%** nicht übersteigen.

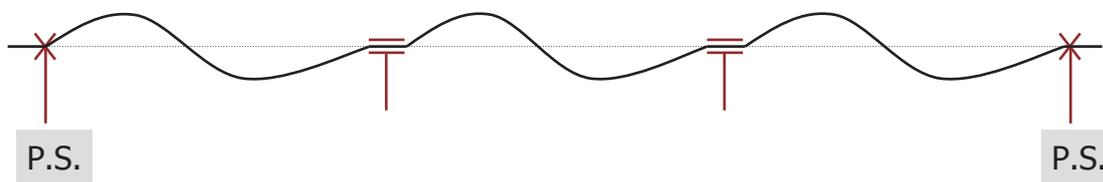
**TAB. 3.** Die Abstände zwischen den Führungsstützen Lps bei Eigenkompensation, m

ΔT	DURCHMESSER LEITUNGSROHR, DN												
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350
14	5,2	5,2	5,2	6,6	4,6	9,9	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
28	3,6	3,6	3,6	4,7	4,9	7,0	9,1	10,3	11,4	12,0	12,0	12,0	12,0
42	3,0	3,0	3,0	3,8	5,1	5,7	7,5	8,4	9,3	10,1	10,9	11,7	12,0
56	2,6	2,6	2,6	3,3	5,6	4,9	6,5	7,3	8,1	8,9	9,7	10,5	11,3
69	2,3	2,3	2,3	3,0	6,5	4,4	5,8	6,5	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4
83	2,1	2,1	2,1	2,7	7,1	4,0	5,3	6,0	6,6	7,4	8,2	9,0	9,8
97	2,0	2,0	2,0	2,5	8,5	3,8	4,9	5,5	6,1	6,9	7,7	8,5	9,3
111	1,8	1,8	1,8	2,4	9,4	3,5	4,6	5,2	5,7	6,5	7,3	8,1	8,9

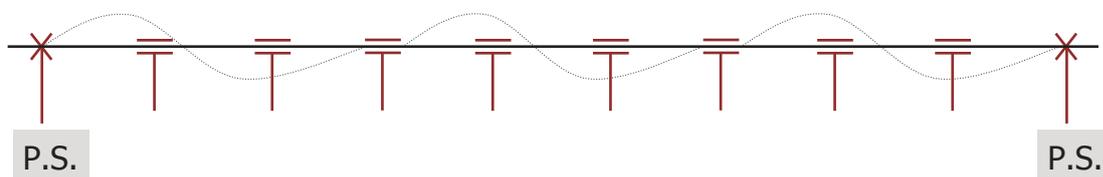
Bei Eigenkompensation ist die Wahl der Stützabstände von entscheidender Bedeutung. Fehler können in diesem Fall zu einer mangelhaften Arbeitsweise der Rohrleitung oder gar zu deren Zerstörung beitragen.

Die Zeichnungen unten sollen die Wichtigkeit dieser Frage veranschaulichen.

#### **ACHTUNG!** Fehlerhafte Wahl der Führungsstützenabstände.



#### **ACHTUNG!** Korrekte Führungsstützenabstände.



## 4.2. Auflagepunkte

### 4.2.2. Die Kompensation linearer Ausdehnung EIGENKOMPENSATION

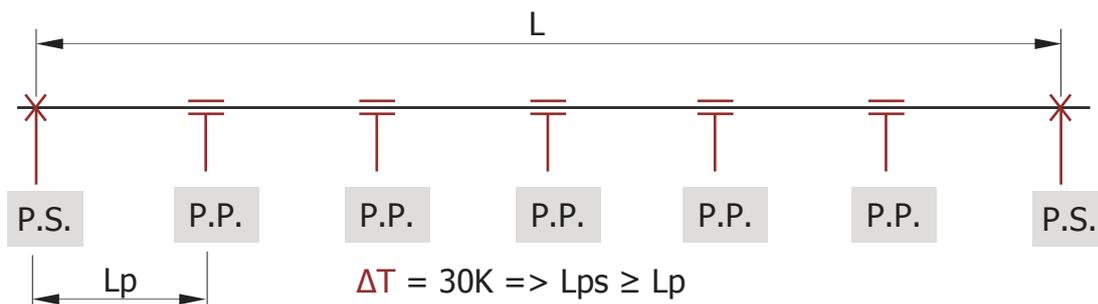
Rechenbeispiel:

**Annahme:**

- Rohrleitungstyp - **DN100** in einer SPIRO-Ummantelung
- Länge des Rohrleitungsabschnittes - **L=100 m**
- Dichte des Mediums - **1,0**
- Verlängerungsgrad -  **$\alpha = 15 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$**

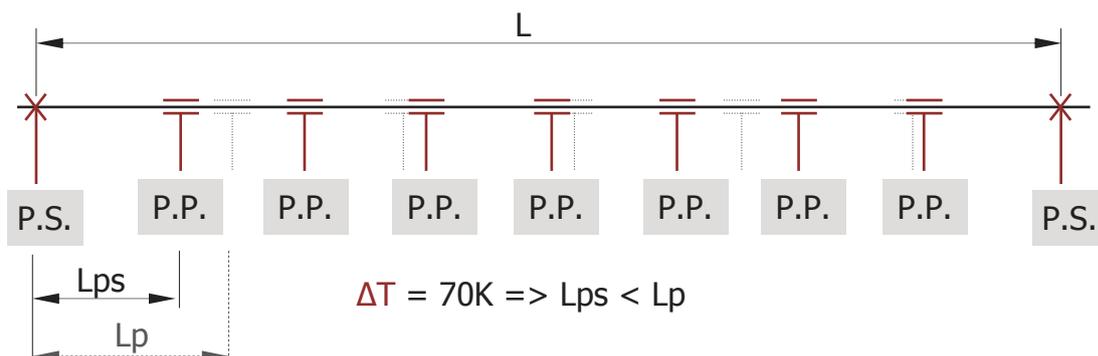
#### 3 Beispiel EIGENKOMPENSATION $\Delta T = 30\text{K}$

- aus **TAB. 1.** nehmen wir für die Parameter aus der Annahme -  **$L_p = 8,1\text{m}$**
- aus **TAB. 3.** für **DN100** und  **$\Delta T=30\text{K}$**  liest man -  **$L_{ps} = 9,1\text{m}$**
- **ACHTUNG!** Zur Einteilung der Stützenabstände nimmt man den jeweils **kleineren** Wert - in diesem Fall ist das  **$L_p$**
- für **DN100**,  **$\Delta T=30\text{K}$**  und **L=100m** Die Anzahl der Führungsstützen beträgt - **12 Stück**



#### 4 Beispiel EIGENKOMPENSATION $\Delta T = 70\text{K}$

- aus **TAB. 1.** nehmen wir für die Parameter aus der Annahme -  **$L_p = 8,1\text{m}$**
- aus **TAB. 3.** für **DN100** i  **$\Delta T=70\text{K}$**  liest man -  **$L_{ps} = 5,8\text{m}$**
- **ACHTUNG!** Zur Einteilung der Stützenabstände nimmt man den jeweils **kleineren** Wert - in diesem Fall ist das  **$L_{ps}$**
- für **DN100**,  **$\Delta T=50\text{K}$**  und **L=100m** Die Anzahl der Führungsstützen beträgt - **18 Stück**



### 4.3. Die chemische Beständigkeit der Leitungsrohre

Abhängig von der Fertigungstechnik der Leitungsrohre:

#### System 1000

Wasser, Salzlösungen, Abwässer, nicht aggressive Gase

#### System 2000

Aggressive Medien wie Chlor und Ozon sowie damit gesättigte Flüssigmedien. Die Durolamine in diesem System verbinden die chemische Beständigkeit von Thermoplaste mit der mechanischen Festigkeit von Verbundstoffen.

#### System 3000

Fast alle chemischen Stoffe mit Ausnahme konzentrierter, oxidierender Säuren sowie Chlorphenol.

Bei der Zugabe von SiC besteht erhöhter antiabrasiver Widerstand, zB. für Medien wie Gipsschwebefracht in Rauchgasentschwefelungsanlagen, oder zur Entwässerung von Gips

#### System 5000

Fast alle chemischen Stoffe mit Ausnahme konzentrierter, oxidierender Säuren sowie Chlorphenol. Wird am häufigsten bei aggressiven Medien wie Chlor und Ozon sowie damit gesättigten Flüssigmedien verwendet.

**ACHTUNG!** Tabela odporności chemicznej - [strona 23](#).

### 4.4. Empfohlene Geschwindigkeiten für GFK-Rohre

Nenndurchmesser DN	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500
Durchfluss in m <sup>3</sup> /h bei einer Geschwindigkeit von 1,0m/s	1,8	2,9	4,5	7,0	11,8	17,9	28,0	43,8	63	112	175	252	343	448	700
Durchfluss in m <sup>3</sup> /h bei einer Geschwindigkeit von 1,5m/s	2,6	4,3	6,7	10,5	17,7	26,9	42,0	65,6	95	168	263	378	515	672	1 050
Durchfluss in m <sup>3</sup> /h bei einer Geschwindigkeit von 2,0m/s	3,5	5,7	9,0	14,0	24,0	36,0	56,0	88,0	126	224	350	504	686	896	1 400
Durchfluss in m <sup>3</sup> /h bei einer Geschwindigkeit von 2,5m/s	4,4	7,2	11,2	17,5	30,0	45,0	70,0	109,0	158	280	438	630	858	1 120	1 750
Durchfluss in m <sup>3</sup> /h bei einer Geschwindigkeit von 3,0m/s	5,3	8,6	13,4	21,0	35,0	54,0	84,0	131,0	189	336	525	756	1 029	1 344	2 100
Durchfluss in m <sup>3</sup> /h bei einer Geschwindigkeit von 3,5m/s	6,1	10,0	15,7	24,5	41,0	63,0	98,0	153,0	221	392	613	882	1 201	1 568	2 450
Durchfluss in m <sup>3</sup> /h bei einer Geschwindigkeit von 4,0m/s	7,0	11,5	17,9	28,0	47,0	72,0	112,0	175,0	252	448	700	1 008	1 372	1 792	2 800

	Empfohlene Geschwindigkeit für GFK-Rohre
	Zulässige Geschwindigkeiten für GFK-Rohre
	Nicht empfohlene Geschwindigkeit für GFK-Rohre

## 5. HEIZUNGSKABEL

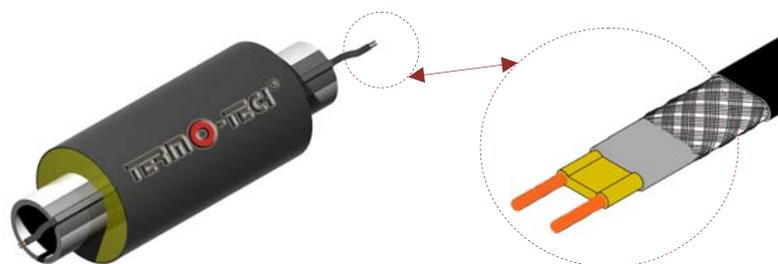
Das selbstregulierende Heizkabel besteht aus zwei parallelen Leitungen, die in einer selbstregulierenden Halbleitermatritze eingelassen sind. Somit kann das Kabel selbstständig auf äußere Einflüsse reagieren. Bei einem Temperaturanstieg dehnt sich das synthetische Material auf atomarer Ebene aus. Die Verbindungen zwischen den Kohlestoffatomen werden schwächer und verringern den elektrischen Widerstand. Bei sinkender Temperatur steigt der Widerstand entsprechend. So ändert sich die Heizleistung in Abhängigkeit von der Temperatur an der Kabeloberfläche. Das selbstregulierende Heizkabel überhitzt sich nicht und brennt nicht durch, selbst an Stellen, wo zwei Abschnitte aufeinander treffen.

Das selbstregulierende Heizkabel wird innerhalb des - **TERMOTEC**<sup>®</sup> Systems in folgenden Fällen verwendet:

- Gefrierschutz - Der Thermostat hält dauerhaft eine Temperatur von zB. +5,0°C
- Zur Sicherstellung einer fixen Transporttemperatur für das Medium

Auch zertifizierte Kabel erhältlich **Ex** - Explosionssicherung.

Um Elemente mit Heizkabel zu erhalten, geben Sie bitte bei der Bestellung im Feld „OPTION HK“ **KG** und die zu erhaltende Temperatur (zB.: „+5,0° C“) an.



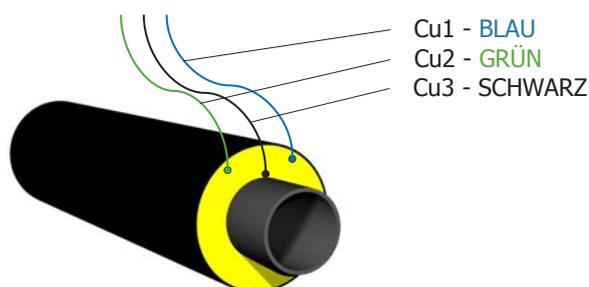
## 6. LECKÜBERWACHUNGSSYSTEM

Das **TERMOTEC**<sup>®</sup> System kann auch mit einem Warnsystem bei Undichte ausgestattet werden. Es hat den Zweck, auftretende Feuchtigkeit im Polyurethanschaum (PUR) anzuzeigen. Außerdem bietet es die Möglichkeit, den Feuchtigkeitsgrad der Rohre und Verbindungen zu prüfen. Derzeit stehen zwei Systeme in Verwendung :

- **Das IMPULS-System** - mit Kupferleitungen 2 x 1,5 mm<sup>2</sup> und einer zusätzlichen Leitung, da das Leitungsrohr aus Kunststoff ist - **standard**
- **Das BRANDES-System** - mit einer NiCr-Sensorleitung in einer perforierten Teflonisolierung, einer Kupferleitung in Teflonisolierung und einer zusätzlichen Leitung, da das Leitungsrohr aus Kunststoff ist – **auf Anfrage**

Bei beiden Systemen kann die Überwachung der Störungsanzeiger mittels tragbarer Tester oder stationärer Detektoren sowie Leckortermittler erfolgen.

Um Elemente mit Lecküberwachung zu erhalten, geben Sie bitte im Feld **OPTION** ein **M** an.



## 7. AUSWAHL UND MONTAGE

Eine detaillierte Auswahl der Einzelteile von TERMOTECH<sup>®</sup> erfolgt nach Analyse folgender Anforderungen:

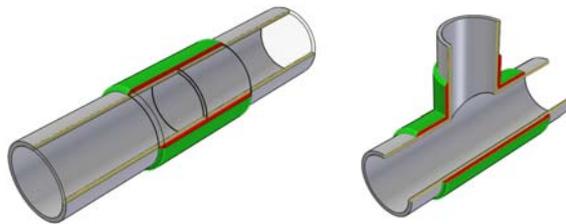
- Art des zu pumpenden Mediums
- Dichte des zu pumpenden Mediums
- Temperatur des zu pumpenden Mediums
- Montageart (unter-, oberirdisch)
- für den Fall, dass das zu pumpende Medium eine gleichbleibende Temperatur erfordert, die Skala der erforderlichen Temperatur
- Planung der vorisolierten Rohrleitungslänge

### **ACHTUNG!**

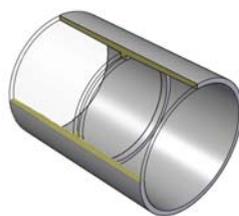
**Wir unterstützen Sie bei der Planung für die Aufstellung der Stützen für unsere Rohrleitungen.**

Verbindungstechniken für GFK-Leitungsrohre:

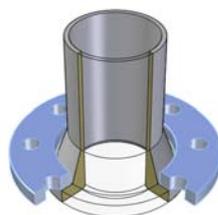
- **Laminatverbindung (Verlängerung oder Kreuzaufsatz)** – verbindet Rohrelemente durch Laminieren untrennbar miteinander. Diese Montagetechnik ist für Rohrleitungen jeglichen Durchmessers geeignet .



- **Klebeverbindung** – verbindet die beiden Rohrenden in Muffenform mit einem Spezialkleber untrennbar. Diese Montagetechnik ist für jeden Durchmesser unserer Rohrleitungen geeignet .



- **Flanschverbindung** - die Rohre und Formstücke werden mit flanschgerechten Enden geliefert



## 8. BEZEICHNUNGEN – WIE BESTELLEN?

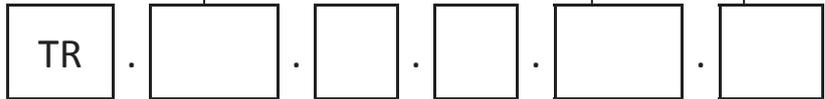
**DURCHMESSER DES LEITUNGSROHRES**

zB. 025, 065, 150...

Die Beschreibung befindet sich für jedes Element im Teil Produktionsumfang

**OPTIONEN**

- KG** - HEIZKABEL
- M** - LECKÜBERWACHUNGSSYSTEM



**TYP**

1. **TR** - TERMO-TECH<sup>®</sup> ROHR
2. **TK** - TERMO-TECH<sup>®</sup> KNIESTÜCK
3. **TL** - TERMO-TECH<sup>®</sup> BOGEN
4. **TT** - TERMO-TECH<sup>®</sup> T-STÜCK
5. **TZ** - TERMO-TECH<sup>®</sup> REDUKTION
6. **TV** - TERMO-TECH<sup>®</sup> VENTIL

**MATERIAL FÜR DAS LEITUNGSROHR**

- 0. GFK**

**MATERIAL FÜR DIE ROHRUMMANTELUNG**

1. **PE-HD**
  2. ZINKSTAHL
  3. ALUMINIUM
- 2 und 3 materialien auf Anfrage.

**ACHTUNG!**

Querschnitte über **DN300** auf Anfrage .



## 9. ANWENDUNGEN



## GFK-Leitungsrohr



## GFK Antiabrasive Rohrleitungen

Antiabrasive Rohrleitungen finden überall dort Anwendung, wo Rohrleitungen aus Stahl oder anderem Material den Anforderungen nicht mehr genügen, zB. dem Aschetransport in Kraft- und Fernwärmewerken, zum Transport chloridhaltiger Grubenwässer mit Sandgehalt sowie für den Transport diverser Schwebefracht im Energiebereich (Gipskristalle bei Entschwefelungsanlagen), in der chemischen Industrie u.a.

Derzeit dienen vor allem Rohrleitungen aus dickwandigem Stahl zum Transport von Schwebefracht.

In zahlreichen Fällen erfolgen dadurch Abrieb und Korrosion. Solche Rohrleitungen müssen oft gewechselt werden. Durch den hohen Stahlpreis ist es notwendig, billigere und bessere Lösungen zu finden. So eine Alternative sind unsere antiabrasiven GFK-Rohrleitungen.

Die Beständigkeit gegen Abrieb der Rohrrinnenwand wird von einer Beimischung harter, feinkörniger Materialien zum Harz bewirkt. Zu diesen Stoffen zählen Siliciumcarbid (SiC). Siliciumcarbid wird in einer Menge von 15-25 % im Verhältnis zu jener Harzmasse, aus der die chemiebeständige Schicht hergestellt wird, beigemischt. Die chemiebeständige Schichtstärke beträgt von 2,5 bis 5,0mm. Die Rohrleitungen vom Typ E bestehen zur Gänze aus Harz mit antiabrasiver Beimischung.

Ein weiterer Vorteil der GFK-Rohrleitungen besteht in der geringen Oberflächenrauheit, die um ein vielfaches geringer als jene von Stahl - und somit weniger anfällig gegen Abrieb - ist. Es besteht auch die Möglichkeit, GFK-Rohrleitungen mit einer Thermoplasteinlage als antiabrasive Rohrleitungen zu verwenden.

Diese Rohre haben dieselbe Bauform und mechanischen Eigenschaften wie reine GFK-Rohrleitungen. Die Beständigkeit gegen Abrieb wird durch große Glätte der Thermoplaste-Oberfläche gewährleistet. Als Thermoplaste werden Polyethylen (PE), Polypropylen (PP) und Polyvinylchlorid (PVC) verwendet .

## Beispiele für Wirtschaftsbereiche zur Anwendung des **TERMOTEC<sup>®</sup> Rohrleitungssystems**

### **Kraftwerke**

- Wasserleitung (Betriebs-, Kühl-, Kesselwasser)
- Rohrleitungen für Schwebefrachten mit Gips und Kalk
- Hydraulischer Flugaschetransport
- Reinigungswasser (Betriebswasser)
- Belüftungssysteme
- Rohrleitungen für Säuren und Laugen
- Technische Rohrleitungen
- Rohrleitungen für industrielle Abwässer
- Rohrleitungen für Kondensat

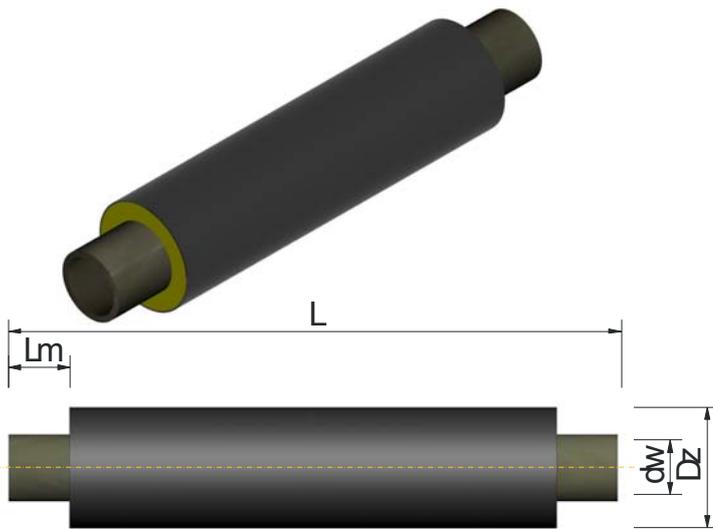
### **Papierindustrie**

- Wasserleitung
- Industrielle Kanalisation
- Rohrleitungen für industrielle Abwässer
- Rohrleitungen für Säuren und Laugen
- Medien mit hoher Chlorkonzentration
- Rohrleitungen für Salzlösungen
- Rohrleitungen für Papierbrei
- Rohrleitungen für Kondensat

### **Chemische Industrie**

- Rohrleitungen für Schwebefracht
- Rohrleitungen für Säuren und Laugen
- Medien mit hoher Chlorkonzentration
- Rohrleitungen für Salzlösungen
- Rohrleitungen für industrielle Abwässer
- Rohrleitungen für Kondensat
- Rohrleitungen für aggressive Gase und Rauch

**VORISOLIERTES VERBUNDRÖHR - TR**



	dw	Dz	KATALOG-NUMMER	Lm	kg/m
<b>DN25</b>	25	90/ 100*	TR.025.0.	100	0,73
<b>DN32</b>	32	110/ 100*	TR.032.0.	100	0,99
<b>DN40</b>	40	110/ 125*	TR.040.0.	100	1,05
<b>DN50</b>	50	125	TR.050.0.	100	1,25
<b>DN65</b>	65	140	TR.065.0.	100	1,66
<b>DN80</b>	80	160	TR.080.0.	100	2,02
<b>DN100</b>	100	200	TR.100.0.	100	2,81
<b>DN125</b>	125	225	TR.125.0.	100	3,26
<b>DN150</b>	150	250	TR.150.0.	100	3,62
<b>DN200</b>	200	315	TR.200.0.	150	6,99
<b>DN250</b>	250	400	TR.250.0.	150	9,79
<b>DN300</b>	300	400	TR.300.0.	150	11,17

**STANDARDLÄNGE:**

- <DN65 - L=6,0m
- DN80 - L=5,0m
- >DN100 - L=6,0m

\* - Durchmesser der **SPIRO**-Rohrummantelung

- **DN>300 - auf Anfrage**



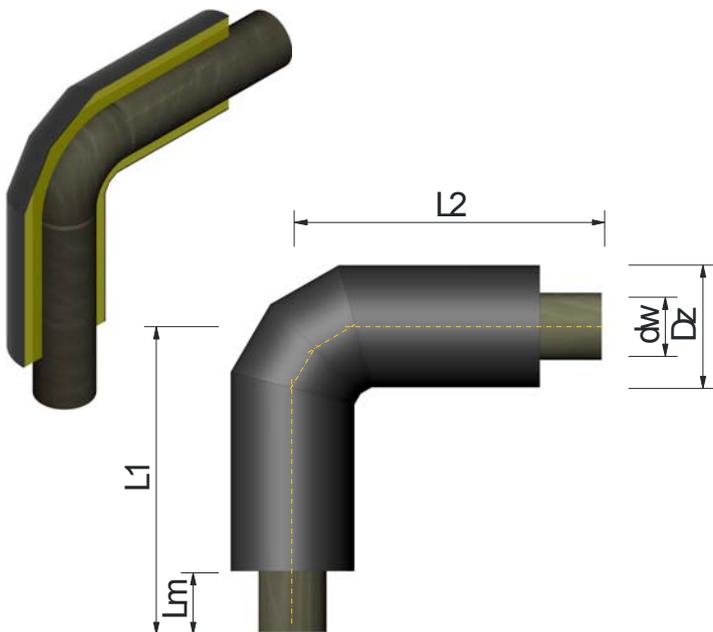
DURCHMESSER **DN**, z.B. 025

Material für die Rohrummantelung - **1, 2 oder 3**

LÄNGE **L** mm

OPTION - **KG** - Heizungskabel oder **M** - monitoring

**VORISOLIERTES VERBUNDKNIESTÜCK - TK**



	dw	Dz	KATALOG-NUMMER	Lm	kg
<b>DN25</b>	25	90/ 100*	TK.025.0.	100	0,92
<b>DN32</b>	32	110/ 100*	TK.032.0.	100	1,24
<b>DN40</b>	40	110/ 125*	TK.040.0.	100	1,32
<b>DN50</b>	50	125	TK.050.0.	100	1,56
<b>DN65</b>	65	140	TK.065.0.	100	2,07
<b>DN80</b>	80	160	TK.080.0.	100	2,53
<b>DN100</b>	100	200	TK.100.0.	100	3,52
<b>DN125</b>	125	225	TK.125.0.	100	4,08
<b>DN150</b>	150	250	TK.150.0.	100	4,52
<b>DN200</b>	200	315	TK.200.0.	150	12,23
<b>DN250</b>	250	400	TK.250.0.	150	17,14
<b>DN300</b>	300	400	TK.300.0.	150	19,54

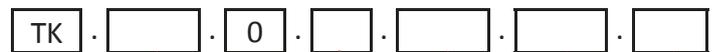
**ACHTUNG**

**STANDARDLÄNGE:**

- $d \leq DN150$  - L1,L2=500mm
- $d > DN150$  - L1,L2=700mm

\* - Durchmesser der **SPIRO**-Rohrummantelung

- **DN>300 - auf Anfrage**



DURCHMESSER **DN**

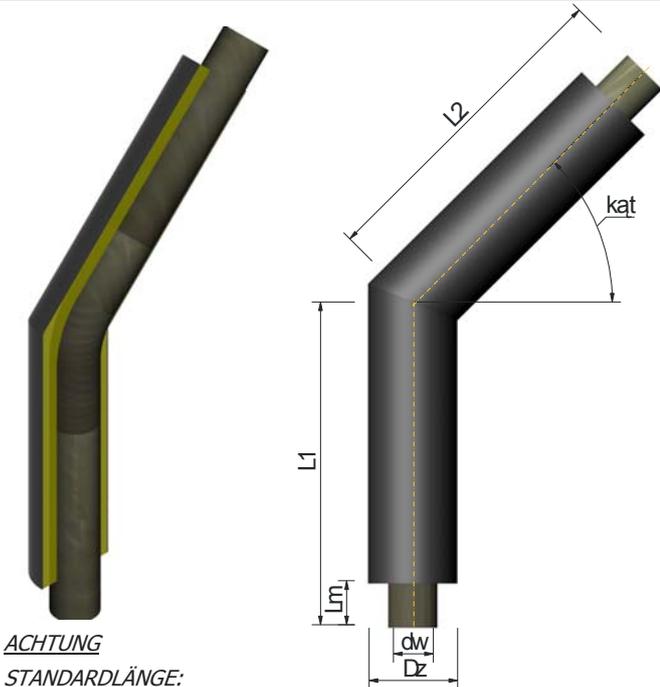
Material für die Rohrummantelung - **1, 2 oder 3**

LÄNGE **L1** mm

LÄNGE **L2** mm

OPTION - **KG** - Heizungskabel oder **M** - monitoring

**VORISOLIERTER VERBUNDBOGEN - TL**



**ACHTUNG**

**STANDARDLÄNGE:**

- $d \leq DN150$  -  $L1, L2 = 500mm$
- $d > DN150$  -  $L1, L2 = 700mm$

\* - Durchmesser der **SPIRO-**Rohrummantelung

- **DN > 300** - auf Anfrage

DURCHMESSER **DN**

Material für die Rohrummantelung - **1, 2 oder 3**

WINKEL °

LÄNGE **L1** mm

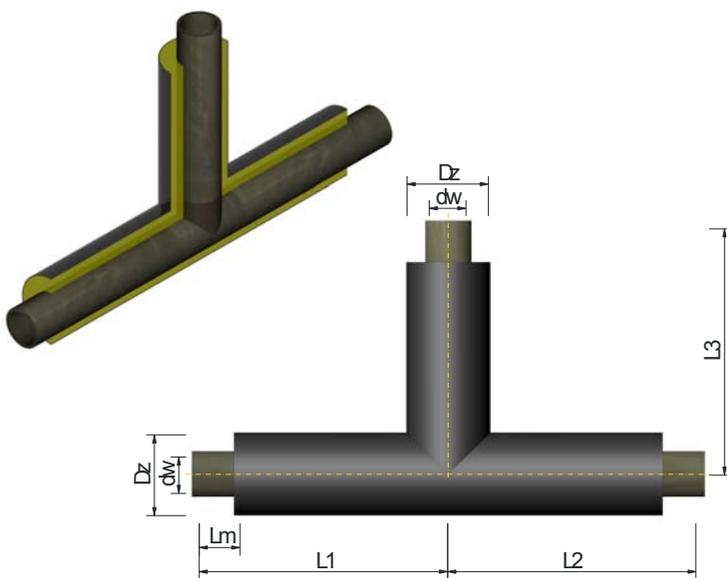
LÄNGE **L2** mm

OPTION - **KG** - Heizungskabel oder **M** - monitoring

	dw	Dz	KATALOG-NUMMER	Lm	kg
<b>DN25</b>	25	90/ 100*	TL.025.0.	100	0,73
<b>DN32</b>	32	110/ 100*	TL.032.0.	100	0,99
<b>DN40</b>	40	110/ 125*	TL.040.0.	100	1,05
<b>DN50</b>	50	125	TL.050.0.	100	1,25
<b>DN65</b>	65	140	TL.065.0.	100	1,66
<b>DN80</b>	80	160	TL.080.0.	100	2,02
<b>DN100</b>	100	200	TL.100.0.	100	2,81
<b>DN125</b>	125	225	TL.125.0.	100	3,26
<b>DN150</b>	150	250	TL.150.0.	100	3,62
<b>DN200</b>	200	315	TL.200.0.	150	9,79
<b>DN250</b>	250	400	TL.250.0.	150	13,71
<b>DN300</b>	300	400	TL.300.0.	150	15,63

TL . [ ] . 0 . [ ] . [ ] . [ ] . [ ] . [ ]

**VORISOLIERTES VERBUND-T-STÜCK - TT**



**ACHTUNG**

**STANDARDLÄNGE:**

- $d \leq DN150$  -  $L1, L2, L3 = 500mm$
- $d > DN150$  -  $L1, L2, L3 = 700mm$

\* - Durchmesser der **SPIRO-**Rohrummantelung

- **DN > 300** - auf Anfrage

DURCHMESSER **DN**

Material für die Rohrummantelung **1, 2, 3**

LÄNGE **L1** mm

LÄNGE **L2** mm

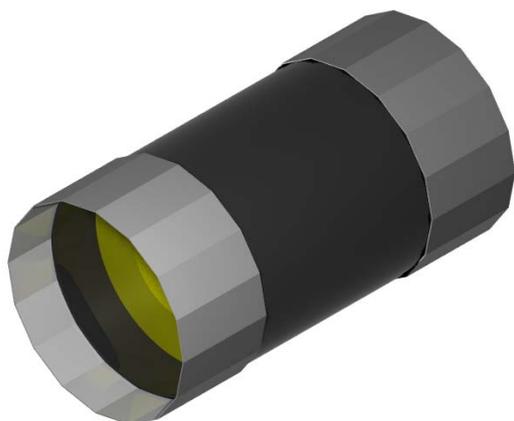
LÄNGE **L3** mm

OPTION - **KG** - Heizungskabel oder **M** - monitoring

	dw	Dz	KATALOG-NUMMER	Lm	kg
<b>DN25</b>	25	90/ 100*	TT.025.0.	100	1,10
<b>DN32</b>	32	110/ 100*	TT.032.0.	100	1,49
<b>DN40</b>	40	110/ 125*	TT.040.0.	100	1,58
<b>DN50</b>	50	125	TT.050.0.	100	1,87
<b>DN65</b>	65	140	TT.065.0.	100	2,49
<b>DN80</b>	80	160	TT.080.0.	100	3,04
<b>DN100</b>	100	200	TT.100.0.	100	4,22
<b>DN125</b>	125	225	TT.125.0.	100	4,89
<b>DN150</b>	150	250	TT.150.0.	100	5,43
<b>DN200</b>	200	315	TT.200.0.	150	14,68
<b>DN250</b>	250	400	TT.250.0.	150	20,57
<b>DN300</b>	300	400	TT.300.0.	150	23,45

TT . [ ] . 0 . [ ] . [ ] . [ ] . [ ] . [ ]

## VERBINDUNG "TROCKEN" - TS



\* - Durchmesser der **SPIRO**-Rohrummantelung

- DN>300 - auf Anfrage

	D	KATALOG-NUMMER	Lm
<b>DN25</b>	90/ 100*	TS.025.0.	200
<b>DN32</b>	110/ 100*	TS.032.0.	200
<b>DN40</b>	110/ 125*	TS.040.0.	200
<b>DN50</b>	125	TS.050.0.	200
<b>DN65</b>	140	TS.065.0.	200
<b>DN80</b>	160	TS.080.0.	200
<b>DN100</b>	200	TS.100.0.	200
<b>DN125</b>	225	TS.125.0.	200
<b>DN150</b>	250	TS.150.0.	200
<b>DN200</b>	315	TS.200.0.	300
<b>DN250</b>	400	TS.250.0.	300
<b>DN300</b>	400	TS.300.0.	300

TS . [ ] . 0 . [ ] . [ ]

DURCHMESSER DN

Material für das Leitungsrohr

Material für die Rohrummantelung - **1, 2 oder 3**

OPTION – **KG** - Heizungskabel oder **M** - monitoring

## VERBINDUNG "NASS" - TM



\* - Durchmesser der **SPIRO**-Rohrummantelung

- DN>300 - auf Anfrage

	D	KATALOG-NUMMER	Lm
<b>DN25</b>	90/ 100*	TM.025.0.	200
<b>DN32</b>	110/ 100*	TM.032.0.	200
<b>DN40</b>	110/ 125*	TM.040.0.	200
<b>DN50</b>	125	TM.050.0.	200
<b>DN65</b>	140	TM.065.0.	200
<b>DN80</b>	160	TM.080.0.	200
<b>DN100</b>	200	TM.100.0.	200
<b>DN125</b>	225	TM.125.0.	200
<b>DN150</b>	250	TM.150.0.	200
<b>DN200</b>	315	TM.200.0.	300
<b>DN250</b>	400	TM.250.0.	300
<b>DN300</b>	400	TM.300.0.	300

TM . [ ] . 0 . [ ] . [ ]

DURCHMESSER DN

Material für das Leitungsrohr

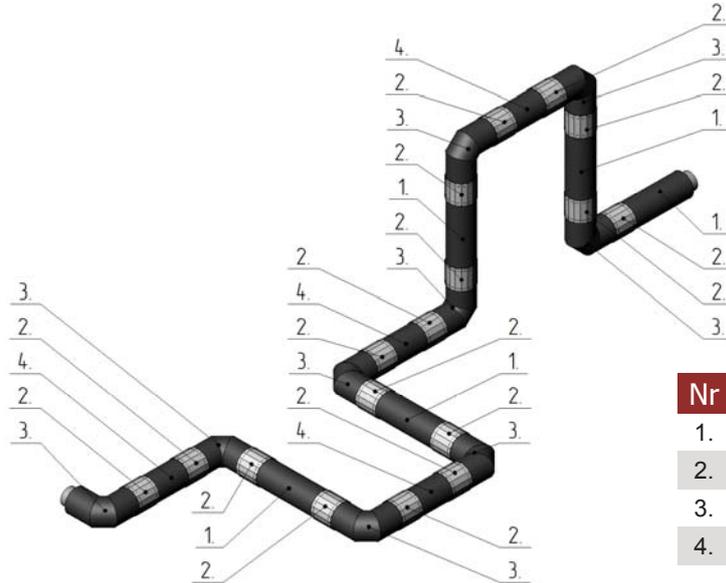
Material für die Rohrummantelung - **1, 2 oder 3**

OPTION – **KG** - Heizungskabel oder **M** - monitoring

## 10. VERGLEICH

KOSTENVERGLEICH: MONTAGE VON STANDARDELEMENTEN UND TEILEN AUF KUNDENWUNSCH.

### Montage von Standardelementen - Standardvariante

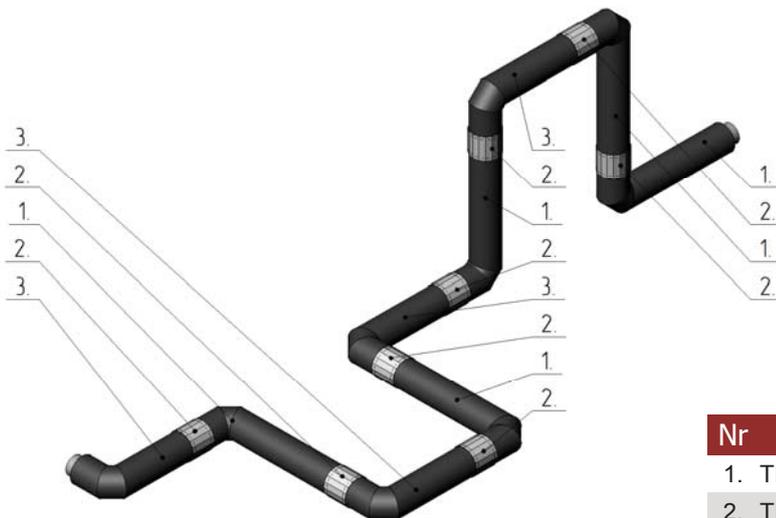


Nr	Symbol	Menge
1.	TK.300.0.1.	9
2.	TR.300.0.1.1500.	5
3.	TR.300.0.1.1000.	4
4.	TS.300.0.1.	17

Aufwand bei der Standardvariante:

- Arbeitskosten - 100%
- Materialkosten - 100%

### Montage von Teilen auf Kundenwunsch – Variante Einzelanfertigung



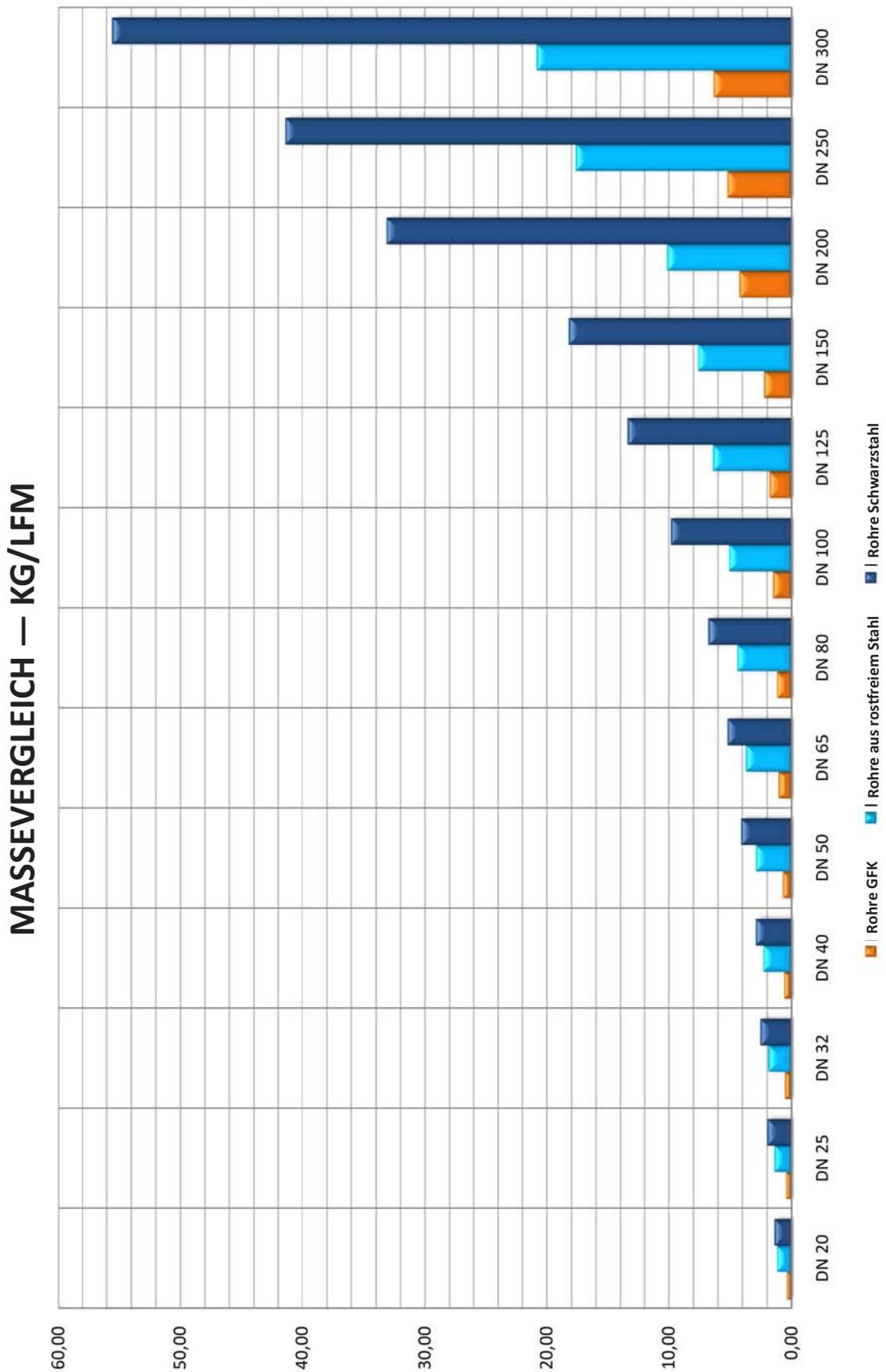
Nr	Symbol	Menge
1.	TK.300.0.1.1700.700.	4
2.	TK.300.0.1.2200.700.	5
3.	TS.300.0.1	8

Aufwand im Vergleich zur Standardvariante:

- Arbeitskosten - 78%
- Materialkosten - 73%

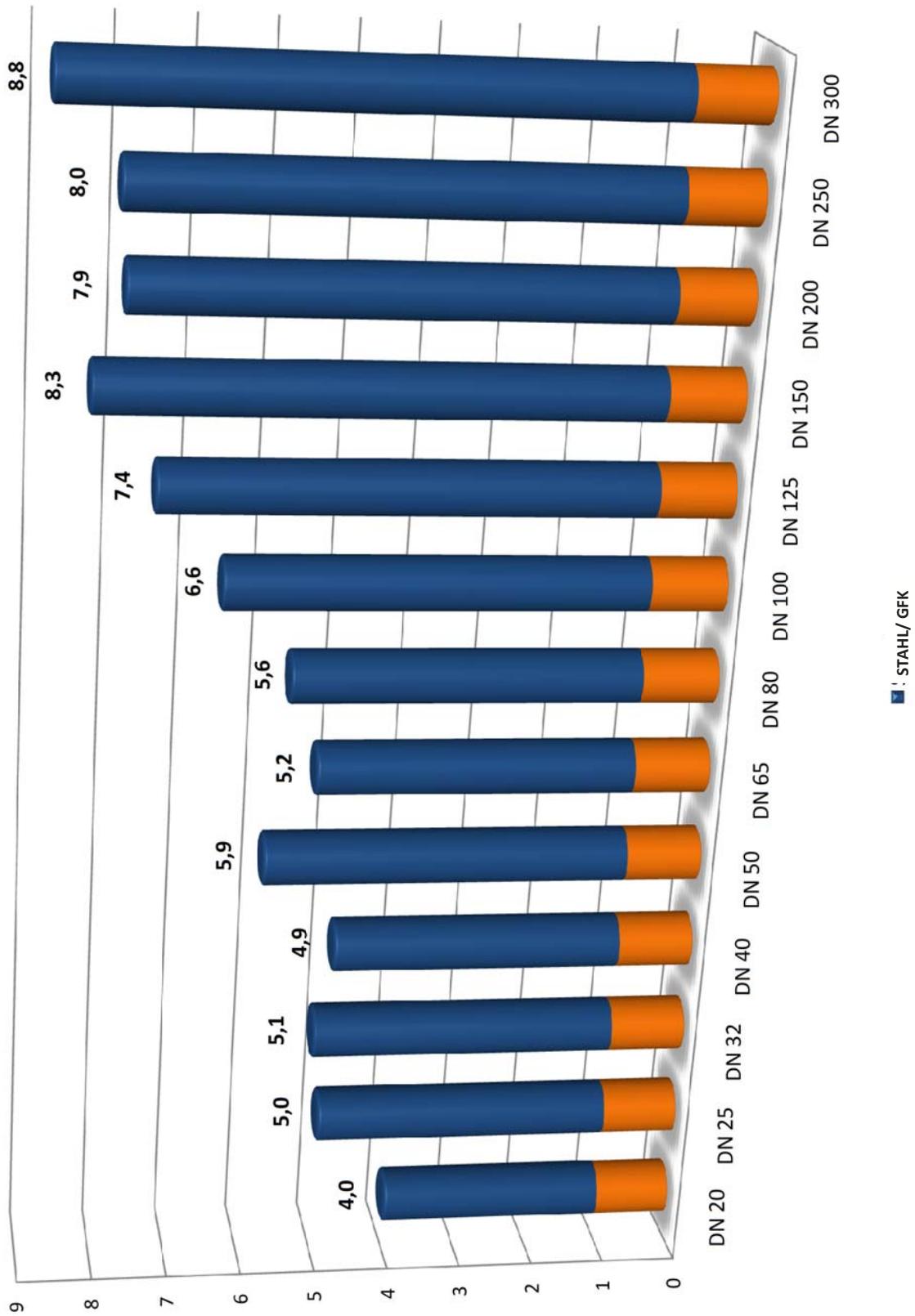
**Geschätzte Einsparung ~29%**

**10. VERGLEICH**



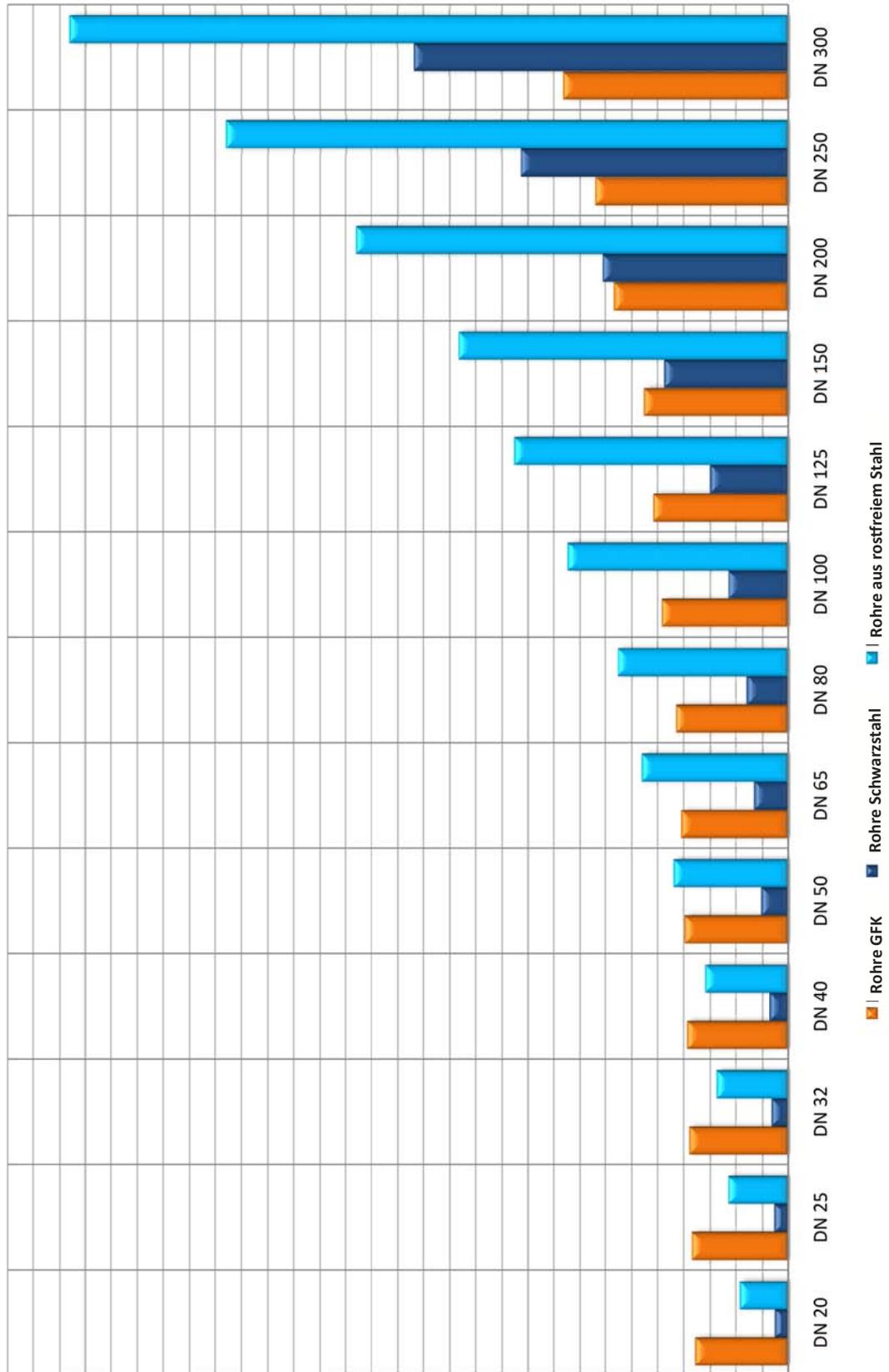
**10. VERGLEICH**

**MASSEVERHÄLTNIS — Stahl/GFK**



**10. VERGLEICH**

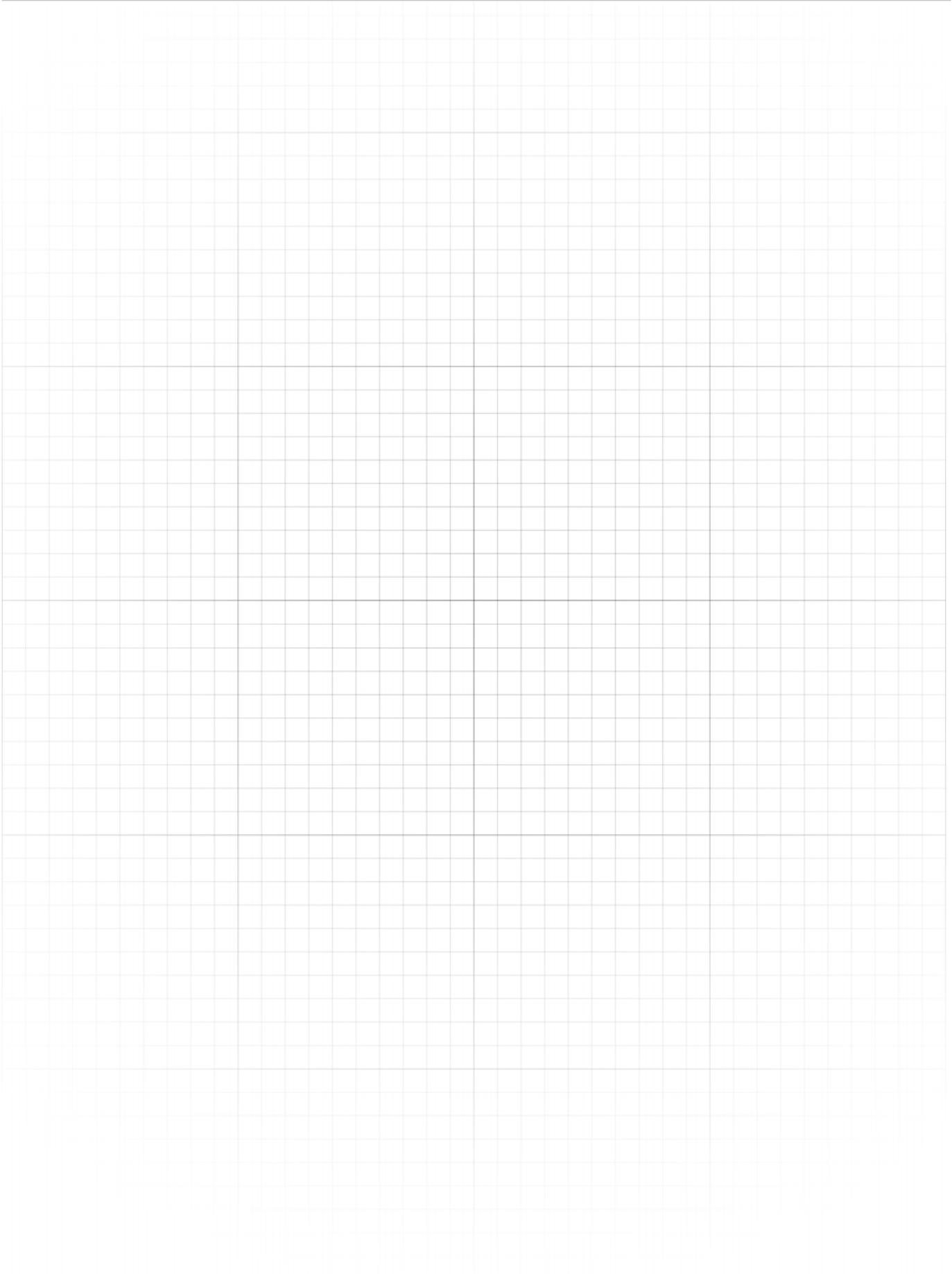
**PREISVERGLEICH — ZL/LFM**



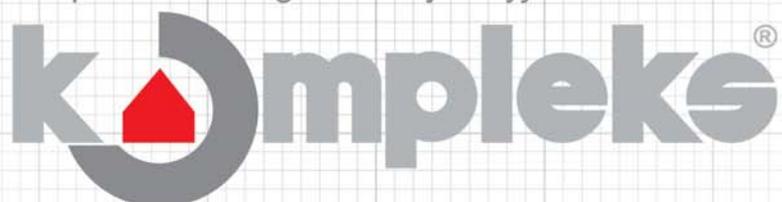
## 11. CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT – Beispiel für Medien:

CHEMISCHES MEDIUM	KONZENTRATION %	MAXIMALTEMP °C
<b>ALKALIEN</b>		
Calciumhydroxid Ca(OH) <sub>2</sub>	100	95
Natriumhydroxid NaOH	50	80
Natriumkarbonat Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	35	80
Kaliumhydroxid KOH	10	65
Kaliumhydroxid KOH	25	65
<b>SÄUREN</b>		
Salpetersäure HNO <sub>3</sub>	20	65
Salpetersäure HNO <sub>3</sub>	40	25
Schwefelsäure H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	10	45
Schwefelsäure H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	25	95
Schwefelsäure H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	70	80
Salzsäure HCl	20	110
Salzsäure HCl	37	80
Chromsäure H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	20	65
Perchlorsäure HClO <sub>4</sub>	30	35
<b>OXYDATIONSMITTEL</b>		
Kaliumpermanganat KMnO <sub>4</sub>	sämtliche	95
Natriumchlorat NaClO <sub>3</sub>	50	95
Wasserstoffperoxid H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	30	65
<b>SALZE</b>		
Ammoniumnitrat NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	sämtliche	110
Ammoniumsulfat (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	sämtliche	110
Zinkchlorid ZnCl <sub>2</sub>	70	110
Calciumsulfat CaSO <sub>4</sub>	sämtliche	110
Natriumchromat Na <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	50	95
Natriumacetat NaCH <sub>3</sub> COO	sämtliche	95
<b>Lösungsmittel</b>		
Aceton CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	10	80
Dimethylbenzol C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	100	45
Phenyläthylen C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> CH=CH <sub>2</sub>	100	45
Benzol C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	100	35
Toluol C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	100	45
Wasser		80

NOTIZ:



Grupa Konsultingowo-Inżynieryjna



**58-306 Wałbrzych, ul. Ogrodowa 19**  
**tel. 74 841 55 19, fax 74 841 55 61**  
**e-mail: poczta@kompleks.pl**  
**www.przemysl.kompleks.pl**

**ODDZIAŁY:**

w WARSZAWIE - tel./fax 22 664 03 03  
w BYTOMIU - tel./fax 32 280 85 77  
we WROCŁAWIU - tel./fax 71 364 40 28