

Technisches Merkblatt

Längenausdehnung Rohre:
Ausgleichsbefestigung - Fixpunkte - Gleiter

Die Längenänderung von Rohren wird in der Regel durch Temperaturschwankungen hervorgerufen. Fixpunkte werden bei Rohren mit einer großen Ausdehnung verwendet. Der Fixpunkt wird dabei an einem neutralen Punkt installiert, so dass sich das Rohr in beide Richtungen des Fixpunktes ausdehnen kann. Gleitstücke werden zwischen den Fixpunkten montiert, um dem Rohr das freie Ausdehnen zu ermöglichen.

Zur Auswahl eines richtigen Fixpunktes ist es notwendig zu wissen:

- aus welchem Material das Rohr gefertigt ist
- welchen Durchmesser und welche Wandstärke das Rohr besitzt
- die Betriebsbedingungen, insbesondere die Minimal- und Maximaltemperatur
- den Maximaldruck im Rohrinernen

Die Ausdehnung des Rohres kann auf zwei Arten kompensiert werden:

- über Dehnungsbögen oder den natürlichen Leitungsverlauf (Richtungsänderungen)
- mittels Einbau von Kompensatoren in der Leitung (Längenausgleicher)

Bei der Verwendung von Kompensatoren muss auch der Druck im Rohrinernen berücksichtigt werden. Deswegen wird bevorzugt versucht, die Ausdehnung auf natürliche Weise aufzufangen. Der Fixpunkt hat die Funktion, die Ausdehnung in Richtung des Dehnungsbogens oder des Kompensators zu führen um hierdurch auftretenden Kräften entgegen zu wirken. Die zwischen dem Fixpunkt und Dehnungsbogen liegenden Rohrbefestigungen dienen nur dazu, das Rohr zu führen. Bei Gleitpunkten ist zu beachten, dass hier ein Gleitwiderstand auftritt. Dadurch entstehende Kräfte müssen auch von dem Fixpunkt aufgenommen werden.

Bei einem Dehnungsbogen ist die Distanz der ersten Führungsschelle bis zum Bogen äußerst wichtig. Je kleiner diese Distanz ist, je größer sind die Kräfte, die benötigt werden, um den Bogen zu biegen und damit die Ausdehnung des Rohren aufzunehmen. Die dabei benötigten Kräfte werden auf den Fixpunkt übertragen.

Auftretende Kraft auf einen Fixpunkt F_f bei Verwendung eines Dehnungsbogens.

1. Die Reibungskraft, verursacht durch die Gleitbefestigung F_w
2. Die Kraft, verursacht durch Biegen des Dehnungsbogens F_b

$$F_f = F_w + F_b$$

Um die Biegekraft F_b zu bestimmen ist es wichtig, zuerst die erforderliche Länge des Dehnungsbogens zu ermitteln. Diese ist von der Längenänderung ΔL des Rohres abhängig. Die Längenänderung des Rohres ist von der Länge L zwischen Fixpunkt und Dehnungsbogen, dem Längenausdehnungskoeffizient α des Rohrmaterials und der Temperaturdifferenz ΔT abhängig.

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

Die Länge eines Dehnungsbogens L_b ist von der Ausdehnung ΔL , dem Außendurchmesser des Rohres D_a und den Materialeigenschaften des Rohres K abhängig. K ist vom Elastizitätsmodul des Rohrmaterials E und der maximal zulässigen Spannung des Materials σ abhängig.

$$K = \sqrt{(1,5 \times E) / \sigma}$$

$$L_b = K \times \sqrt{(D_a \times \Delta L)}$$

Die Biegekraft F_b ist vom Trägheitsmoment I des Rohres, der Länge des Dehnungsbogens L_b und der Wandstärke des Rohres $D_a - D_i$ abhängig.

$$F_b = \frac{\sigma \times \pi \times (D_a^4 - D_i^4)}{32 \times D_a \times L_b}$$

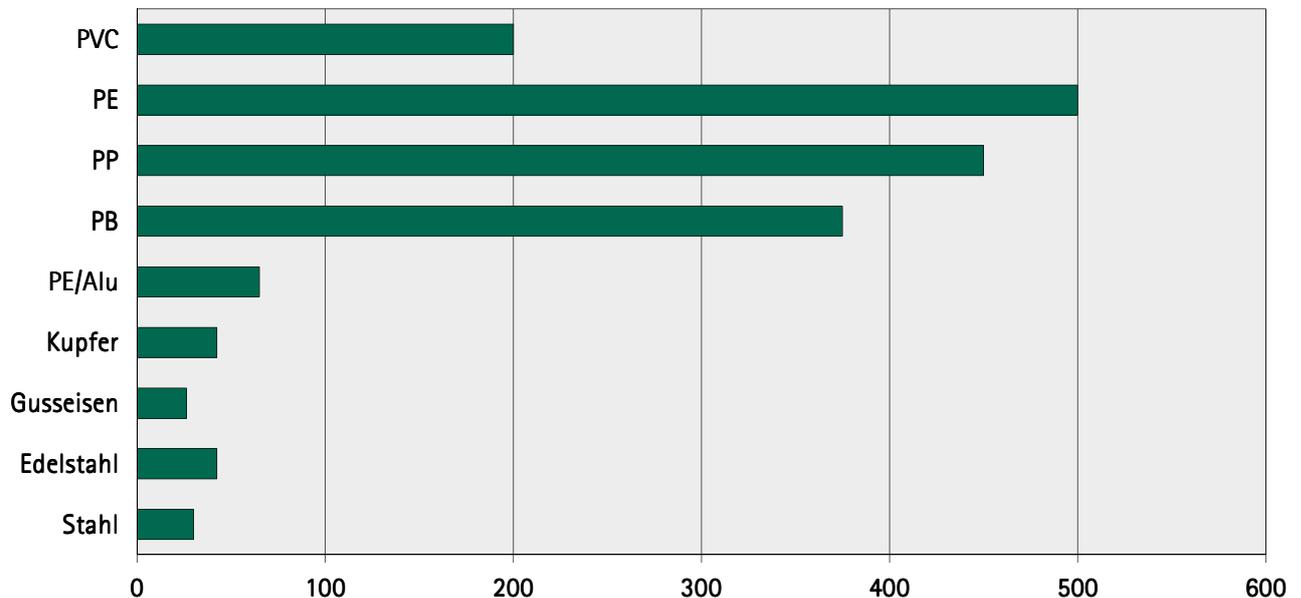
Die Reibungskraft F_w ist von der Reibungszahl μ der Gleitbefestigung und der Belastung F auf die Gleitbefestigung abhängig. Die Belastung besteht aus dem Rohrgewicht mit Inhalt F_p .

$$F_w = F_p \times \mu$$

Legende:

F_f	Wirkende Kraft auf dem Fixpunkt	N	K	Materialkonstante des Rohrwerkstoffes	
F_w	Reibungskraft	N	L_b	Länge des Dehnungsbogens	mm
F_p	Gewichtskraft der Rohrleitung mit Inhalt	N	ΔL	Längenänderung der Rohrleitung	mm
F_b	Kraft zum Biegen des Dehnungsbogens	N	ΔT	Temperaturunterschied ($T_{max.} - T_{min.}$)	K
D_a	Außendurchmesser der Rohrleitung	mm	α	Längenausdehnungskoeffizient des Rohres	mm/m·K
D_i	Innendurchmesser der Rohrleitung	mm	μ	Reibungszahl der Gleitbefestigung	-
I	Flächenträgheitsmoment des Rohres	mm ⁴	σ	max. zulässige Spannung des Rohrmaterials	N/mm ²
E	Elastizitätsmodul des Rohrmaterials	N/mm ²	π	Kreiszahl Pi	3,1416

Thermisch bedingte Längenausdehnung unterschiedlicher Rohrarten [mm]



Rohrlänge: 50 Meter

Temperaturdifferenz: 50 K

Berechnungsmethode:

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

ΔL = Längenänderung [mm]

L = Anfangslänge des Rohres [m]

α = Längenausdehnungskoeffizient [mm/m·K]

ΔT = Temperaturdifferenz ($T_{\max.} - T_{\min.}$) [K]

Beispiel 1 (Heizungsanlage):

Rohrmaterial: Stahl

Rohrlänge: 35 Meter

$T_{\max.}$ = +70 °C (Heizungsanlage in Betrieb)

$T_{\min.}$ = +15 °C (Heizungsanlage außer Betrieb)

Verarbeitungstemperatur = +15 °C

ΔT = +70 °C - +15 °C = 55 K

ΔL = 35 m x 0,0120 mm/m·K x 55 K = 23,1 mm

Rohrmaterial Werkstoff	Längenausdehnungs- koeffizient [mm/m·K]
PVC - Polyvinylchlorid	0,0800
PE - Polyethylen	0,2000
PP - Polypropylen	0,1800
PB - Polybuten	0,1500
PE/Alu - Verbundrohr	0,0260
Kupfer	0,0170
Gusseisen	0,0105
Edelstahl	0,0170
Stahl	0,0120

Bemerkung: Ist die Verarbeitungstemperatur höher als $T_{\min.}$ (z.B. Montage im Sommer), so wird sich die Rohrleitung verkürzen, wenn die Heizungsanlage außer Betrieb ist. In diesem Fall müssen Gleitelemente so eingebaut werden, dass sich die Rohrleitung in beide Richtungen bewegen kann.

Beispiel 2 (Prozesskälte):

Rohrmaterial: Edelstahl

Rohrlänge: 50 Meter

$T_{\min.}$ = -30 °C (Anlage in Betrieb)

$T_{\max.}$ = +30 °C (Anlage außer Betrieb)

Verarbeitungstemperatur = +20 °C

ΔT_{warm} = +30 °C - +20 °C = 10 K

ΔT_{kalt} = +20 °C - -30 °C = 50 K

ΔL_{warm} = 50 m x 0,0170 mm/m·K x 10 K = 8,5 mm (Ausdehnung)

ΔL_{kalt} = 50 m x 0,0170 mm/m·K x 50 K = 42,5 mm (Verkürzung)