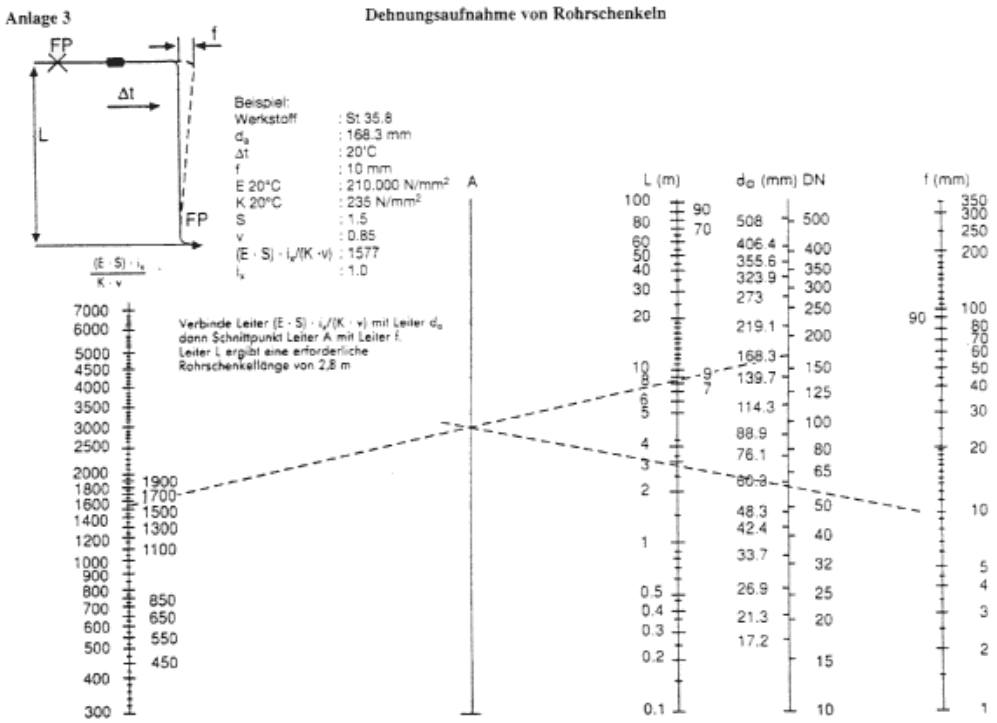
Quelle: https://www.arbeitssicherheit.de//document/369ae445-a8f8-37ab-89a9-002368ba8fc5

Bibliografie	
Titel	Technische Regeln zur Druckbehälterverordnung - Rohrleitungen - Bauvorschriften - Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen (TRR 100)
Amtliche Abkürzung	TRR 100
Normtyp	Technische Regel
Normgeber	Bund
Gliederungs-Nr.	keine FN

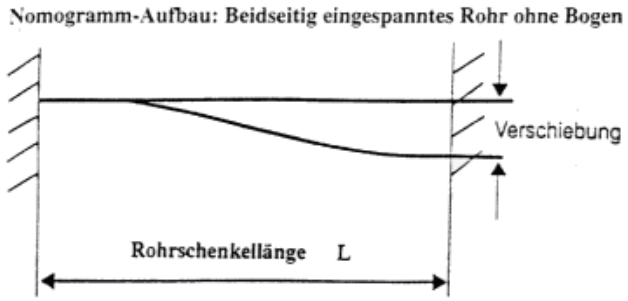
Anlage 3 TRR 100 - Dehnungsaufnahme von Rohrschenkeln (1)



Erläuterungen zu Anlage 3 - Beispiele -

Bestimmung der Rohrschenkellänge zur Aufnahme der Dehnung durch Temperatur für den Nennweitenbereich von DN 10 - DN 500 mit Nomogramm

Variablen E, K, S, v und d_a



Dem Nomogramm liegt das beidseitig eingespannte Rohr als statisches System zugrunde.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Der Einfluß von Rohrbogen auf die Spannung wurde über den Spannungserhöhungsfaktor nach ANSI B 31.3 berücksichtigt. Er ist in das Nomogramm eingearbeitet.

Abzweige können mit dem Nomogramm erfaßt werden, indem das Verhältnis der Spannungserhöhungsfaktoren Rohrbogen/ Abzweig - es wird als Abminderungsfaktor i_x bezeichnet - in die Betrachtung eingebracht wird.

Das Nomogramm gilt auch für Flanschverbindungen im Rohrschenkel, wenn $F_Z = F_{RP}$ (n. DIN 2505) und die Wanddicke des Rohres entsprechend F_R ausgelegt ist.

E	= Elastizitätsmodul	[N/mm2]
K	= Festigkeitskennwert	[N/mm2]
ix	= Abminderungsfaktor ix = 1,0 für Rohrbogen mit R >= 1,5 x D ix = = 2,1 für geschweißte Rohrabzweige mit gleichen Wanddicken-Durchmesserverhältnis	
S	= Sicherheitsbeiwert	
v	= Schweißnahtwertigkeit	
f	= aufzunehmende Dehnung $f = 10^3 \times L \times \alpha \times \Delta t$	[mm]
L	= Rohrschenkellänge	[m]
α	= Längenausdehnungskoeffizient	[K^{-1}]
Δt	= Temperaturdifferenz	[°K]
da	= Rohraußendurchmesser	[mm]
di	= Rohrinnendurchmesser	[mm]
DN	= Nenndurchmesser	
FRP	= Rohrlängskraft infolge Innendruck	[N]
FR	= Rohrkraft	[N]
Fz	= Rohrzusatzkraft	[N]

$$M = \frac{6 \cdot E \cdot I \cdot f}{L^2} \; [1] \qquad M = \frac{K \cdot v}{S} \cdot W$$

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d_a^4 - d_i^4)}{D} \qquad I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_a^4 - d_i^4)$$

$$L = \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot d_a \cdot f \cdot S}{10^6 \cdot K \cdot v}}$$

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Literaturhinweis:	Stahl im Hochbau 14. Auflage, Band 1/Teil 2 Nr. 6.5.1., S. 154, System 13

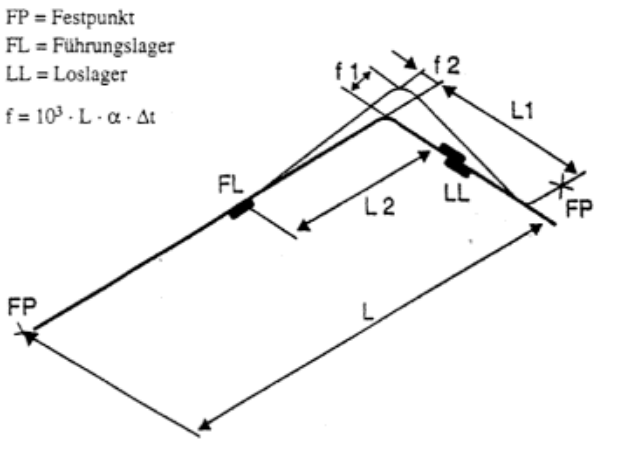
Wird eine Dehnung f von mehr als einem Rohrschenkel aufgenommen, sind die vorhandenen Rohrschenkellängen L_1, L_2, ..., L_i für die Anwendung des Nomogrammes Anlage 3 zu einer äquivalenten Rohrschenkellänge L* wie folgt zusammenzufassen:

$$L^* = \sqrt{L_1^2 + L_2^2 + ... + L_i^2}$$

Diese Vorgehensweise wird nachfolgend in den Beispielen 2 und 3 näher erläutert.

Rohrleitungsdehnung in zwei Richtungen	**TRR 100** **Anlage 3** **Beispiel 1**

Bestimmung der Rohrschenkellängen

Werkstoff	: St 35.8	

da	: 168,3 mm
delta t	: 200 °C
L	: 12.3 m
fl	: 30 mm aus L2
E 200 °C	: 191.000 N/mm2
K 200 °C	: 185 N/mm2
S	: 1.5
v	: 0.85
(E × S) . ix/(K x v)	:1822
α	12,2 × 10-6 K-1
ix	

Erforderliche Rohrschenkellänge L_1 für 0 aus Nomogramm

Verbinde Leiter (E × S) × i_x /(K × v) mit Leiter d_a, dann Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f, Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von L

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

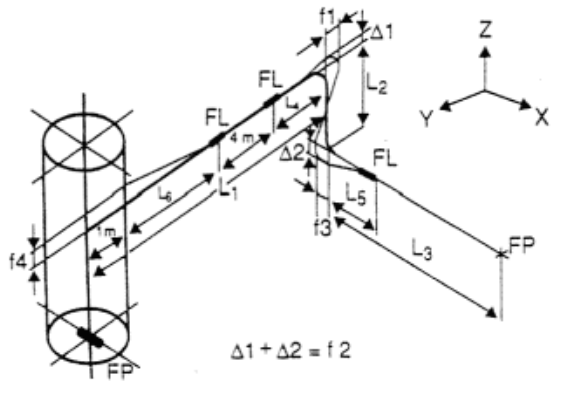
Erforderliche Rohrschenkellänge L_2 für f2 aus Nomogramm

Dehnung f2 = 13 mm aus L_1

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f, Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von L_2, = 3,5 m.

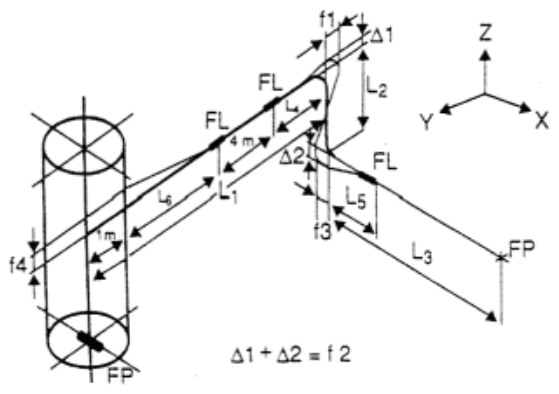
Rohrleitungsgeometrie in drei Richtungen	**TRR 100** **Anlage 3** **Beispiel 2:**

Nachprüfung der vorhandenen Rohrschenkellängen

Werkstoff	: St 35.8	

da	: 168.3 mm
Δt	: 200 °C
L1	: 9.4 m
f1	: 23 mm aus L1
L2	: 3 m
f2	: 7.3 mm aus L2
L3	: 7.5 m
f3	: 18 mm aus L3
f4	: 12 mm aus Dehnung App
L4	: 2.5 m
L5	: 3.5 m
L6	: 3.4 m
E 200 °C	: 191 000 N/mm2
K 200 °C	: 185 N/mm2

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Werkstoff	: St 35.8	

S : 1.5

v : 0.85

(E × S) . ix/(K × v) : 1822

ix : 1,0

α : $12{,}2 \times 10^{-6}\ K^{-1}$

FP = Festpunkt

FL = Führungslager

LL = Loslager

$f = 10^3 \times L \times \alpha \times \Delta t$

Erforderliche Rohrschenkellänge für f1 aus Nomogramm

Verbinde Leiter (E × S) . i_x/(K × v) mit Leiter d_a, dann Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f1), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 4.6 m,

$L^*_{vorh.} = (L^2_2 + L^2_5)^{0,5} = 4{,}6 = L_{erf.}$

Erforderliche Rohrschenkellänge für f2 aus Nomogramm

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f2), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 2.6 m,

$L^*_{vorh.} = (L^2_4 + L^2_5)^{0,5} = 4{,}3 > L_{erf.}$

Erforderliche Rohrschenkellänge für f3 aus Nomogramm

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f3). Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 4 m,

$L^*_{vorh.} = (L^2_4 + L^2_4)^{0,5} = 3{,}9 \sim = L_{erf.}$

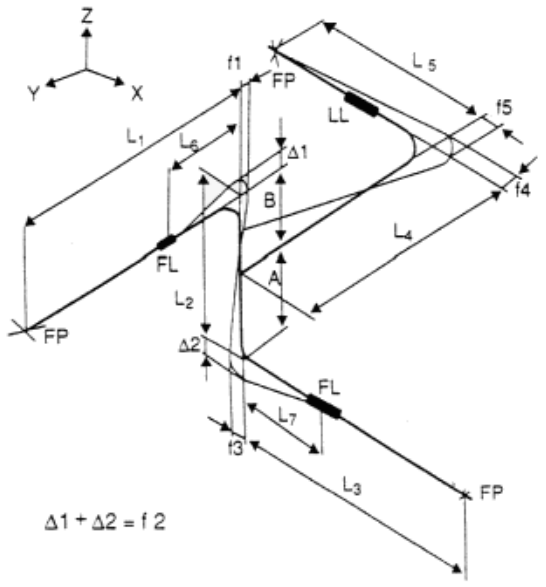
Erforderliche Rohrschenkellänge für f4 aus Nomogramm

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f4). Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von = 3.4 m. $L_{vorh.}$ = 3.4 m = L erf.

Rohrleitungsführung in drei Richtungen mit Rohrabzweig	**TRR 100** **Anlage 3** **Beispiel 3**

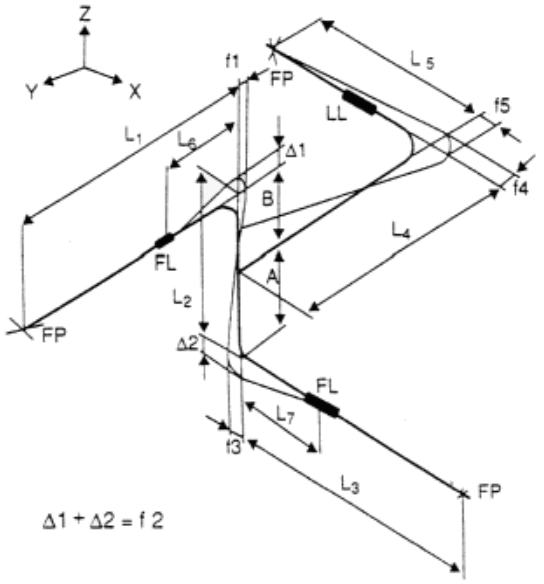
© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Nachprüfung der vorhandenen Rohrschenkellängen

Werkstoff	: St 35.8	

da	: 168.3 mm
Δt	: 200 °C
L1	: 7 m
f1	: 17 mm aus L1
L2	: 3,5 m
f2	: 8,5 mm aus L2
L3	: 7 m
f3	: 17 mm aus L3
L4	: 5 m
f4	: 12 mm aus L4
L5	: 5 m
f5	: 12 mm aus L5
L6	: 4.5 m
L7	: 5.0 m
E 200 °C	: 191 000 N/mm^2
K 200 °C	: 185 N/mm^2
α	: 12,2 × 10^{-6} K^{-1}

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Werkstoff	: St 35.8	

ix	: 2,1
S	: 1.5
v	: 0.85
(E × S) . ix/(K × v)	: 3826

$f = 10^3 \times L \times \alpha \times \Delta t$

FP = Festpunkt

FL = Führungslager

LL = Loslager

Erforderliche Rohrschenkellänge für f1 aus Nomogramm

Verbinde Leiter (E × S) . i_x/(K × v) mit Leiter d_a, dann Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f1), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 5.7 m,

$L^*_{vorh.} = (L^2_2 + L^2_7)^{0,5}$ = 6,1 m > $L_{erf.}$

Für das Beispiel von f1 ergibt sich damit, daß die erforderliche Elastizität für die Auslenkung f1 gegeben ist, wenn zusätzlich zu L_7 die gesamte Länge L_2 wirksam wird. Das kann erreicht werden durch eine möglichst geringe Biegesteifigkeit von L_5 gegenüber L_2. Die Biegesteifigkeit hängt etwa zur dritten Potenz von der Rohrlänge ab. Im vorliegenden Fall hat damit der Schenkel L_5 nur 1/3 der Biegesteifigkeit von Schenkel L_2. Damit kann die Forderung als erfüllt gelten.

Erforderliche Rohrschenkellänge für f2 aus Nomogramm

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f2), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 4.1 m.

$L^*_{vorh.} = (L^2_6 + L^2_7)^{0,5}$ = 6,7 m > $L_{erf.}$

Die abzweigende Leitung L_4, L_5 stellt aufgrund der großen Längen keine nennenswerte Dehnungsbehinderung für f2 dar.

Erforderliche Rohrschenkellänge für f3 aus Nomogramm

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f3), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 5.7 m, L* vorhanden = $(L^2_2 + L^2_6)^{0,5}$ = 5,7 m = $L_{erf.}$ Zur Entkoppelung der abzweigenden Leitung gelten hier sinngemäß die Erläuterungen zu f1.

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH

Erforderliche Rohrschenkellänge für f4 aus Nomogramm

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f4), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 4.8 m, $L_{vorh.}$ = L_5 = 5 m > $L_{erf.}$

Erforderliche Rohrschenkellänge für f5 aus Nomogramm

Verbinde Schnittpunkt Leiter A mit Leiter f (f5), Leiter L ergibt eine erforderliche Rohrschenkellänge von $L_{erf.}$ = 4.8 m, $L_{vorh.}$ = L_4 = 5 m > $L_{erf.}$

Fußnoten

(1) Red. Anm.: Außer Kraft am 1. Januar 2013 durch die Bek. vom 17. Oktober 2012 (GMBl S. 902)

© 2024 Wolters Kluwer Deutschland GmbH