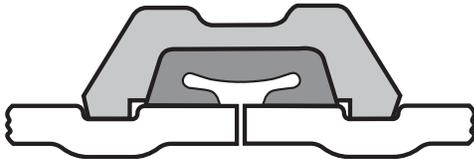


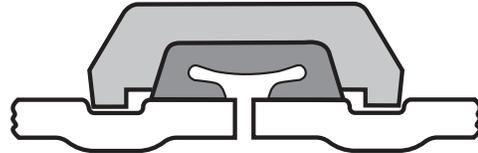
Grinnell Mechanical Products Auslegungsdaten Systemauslegung

Starre Verbindungen



Die starren Kupplungen von Grinnell sorgen für starre Rohrverbindungen. Sie sind so konzipiert, dass sie die Rohrenden eng zusammenhalten, wobei die Kupplungshälften fest in den Grund der das Rohrende umlaufenden Nut greifen. Da die starren Kupplungen die ganze Rohroberfläche umschließen und Widerstand gegen Biege- und Torsionskräfte bieten, eignen sie sich sehr gut für größere Abstände gemäß ASME/ANSI B31.1 (Power Piping) und ASME/ANSI B39.1 (Building Services).

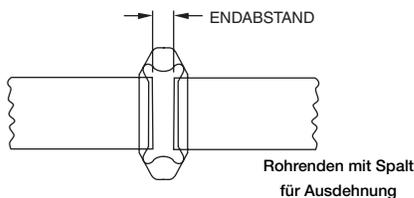
Flexible Verbindungen



Die flexiblen Kupplungen von Grinnell wirken wie ein Kompensator, welcher lineare und angulare Bewegungen aufnimmt. Sie sind so konstruiert, dass sie sich um das Rohr spannen, ohne in den Nutgrund zu krallen, und trotzdem die Rohrenden zusammenhalten. Dies ist sehr wichtig, um Bewegungen durch Ausdehnung, Zusammenziehen und Winkelversatz der Rohrleitung aufnehmen zu können.

Lineare Bewegung (flexible Kupplungen)

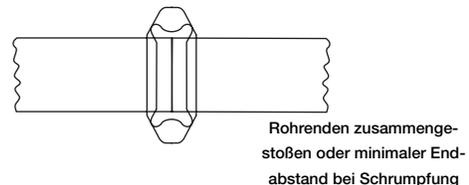
Bei der thermischen Ausdehnung müssen die Rohrenden in jeder Verbindung den größtmöglichen Endabstand aufweisen. Dies kann erreicht werden, indem das System unter Druck gesetzt und dann richtig gehalten wird.



Zu Konstruktionszwecken sollte der größtmögliche Endabstand je nach den realen Gegebenheiten reduziert werden, gemäß den folgenden Werten:

Reduzierung des Endabstands	
Rohrinnenweite ANSI Zoll DN	Reduzierung des max. Rohrendabstands
1 bis 3 (DN 25 bis DN 80)	50 %
4 bis 24 (DN 100 bis DN 600)	25 %

Bei der Wärmeschrumpfung müssen die Rohrenden in jeder Verbindung den kleinstmöglichen Endabstand aufweisen. Dann kann das System gehalten werden, damit die Rohrenden nicht auseinandergehen, wenn das System mit Druck beaufschlagt wird.



Daher sind für flexible Grinnell-Kupplungen (Figuren 405, 705 und 707) die folgenden Werte als verfügbare Rohrbewegungen zu verwenden:

Bewegungsspielraum in flexiblen Kupplungen		
Rohrinnenweite ANSI Zoll DN	Fräsgenutet Zoll (mm)	Rollgenutet* Zoll (mm)
1 bis 3 (DN 25 bis DN 80)	0 bis 0,063 (0 bis 1,6)	0 bis 0,031 (0 bis 0,8)
4 bis 24 (DN 100 bis DN 600)	0 bis 0,188 (0 bis 2,4)	0 bis 0,094 (0 bis 2,4)

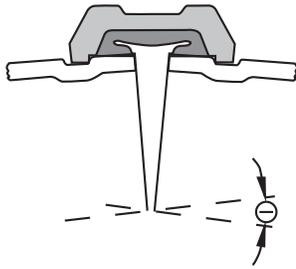
* Rollgenutete Verbindungen bieten nur halb so viel Bewegungsspielraum wie fräsgenutete Verbindungen.

WICHTIG

Warnungen hinsichtlich Rechts- und Gesundheitsvorschriften finden Sie im technischen Datenblatt G1100.

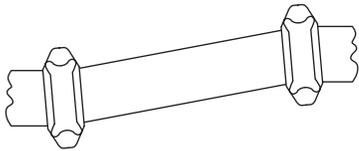
Winkelversatz

Die flexiblen Kupplungen von Grinnell können Winkelbewegungen aufnehmen.



Ausdehnung/Schrumpfung

Die flexiblen Kupplungen von Grinnell können thermisch bedingte Bewegungen aufnehmen, sofern korrekte Abstände eingehalten, die Kupplungen gehalten und ausreichend viele flexible Kupplungen verwendet werden. Flexible Kupplungen können nicht in der gleichen Verbindung die max. Ausdehnung und den max. Winkelversatz zusammen aufnehmen.



Thermische Bewegung

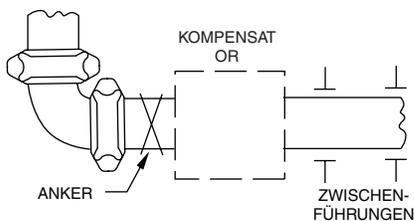
Die folgenden Richtlinien gelten in ähnlicher Form für alle Kompensatoren:

Es ist ratsam, die Festpunkte so zu setzen, dass die Rohrbewegung kontrolliert wird. Für thermische Bewegungen im Rohrleitungssystem können flexible Kupplungen von Grinnell eingesetzt werden. Bei der Auslegung der Halterungen sollten mindestens folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Druckstöße
- Reibwiderstände von Führungen und Lagern
- Querbelastungen bei schnellen Richtungsänderungen
- Erforderliche Reaktionskraft zum Zusammendrücken oder Auseinanderziehen einer flexiblen Kupplung

Es können drei Möglichkeiten angewandt werden, um thermische Bewegung zu kompensieren:

1) Planen Sie das System mit starren Kupplungen und passenden Kompensatoren an geeigneten Stellen. Der Kompensator kann aus einer Reihe von mehreren flexiblen Kupplungen bestehen, welche ausreichend bemessen sein müssen.

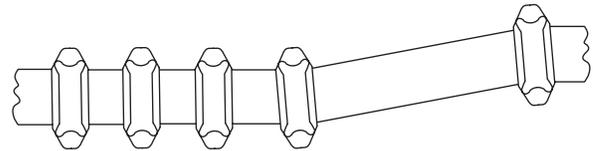


2) Planen Sie das System mit flexiblen und/oder starren Kupplungen, wobei Rohrbewegungen in die zulässige Richtung möglich sein müssen; bei Bedarf sind Ankerbolzen und Führungen zu verwenden. Hierbei ist es sehr wichtig, dass Abgänge, Richtungsänderungen, Halterungssystem, etc. keine Beschädigungen oder Spannungen verursachen.

Die angegebenen Versatzwerte sind Maximalwerte. Zu Konstruktionszwecken sollte der größtmögliche Endabstand je nach den realen Gegebenheiten reduziert werden, gemäß den folgenden Werten:

Versatz	
Rohrnenweite Zoll DN	Reduzierung des max. Rohrversatzes
1 bis 3 DN 25 bis DN 80	50 %
4 bis 24 DN 100 bis DN 600	25 %

Falls beides, Winkelversatz und Ausdehnung, aufgenommen werden soll, dann sind dementsprechend viele flexible Verbindungen nötig, um die Anforderungen zu erfüllen.

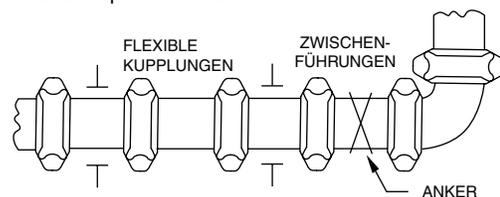


Reaktionskraft			
Rohrnenweite ANSI Zoll DN	Reaktionskraft Lb (N)	Rohrnenweite ANSI Zoll DN	Reaktionskraft Lb (N)
1 DN 25	30 (134)	4 DN 100	240 (1068)
1¼ DN 32	35 (156)	5 DN 125	375 (1668)
1½ DN 40	45 (200)	- DN 150	500 (2224)
2 DN 50	70 (311)	6 DN 150	520 (2313)
2½ DN 65	100 (645)	8 DN 200	880 (3914)
- DN 65	110 (489)	10 DN 250	1365 (6072)
3 DN 80	145 (645)	12 DN 300	1915 (8519)

3) Planen Sie ihr System mit flexiblen Kupplungen so, dass die Fähigkeit dieser Produkte, thermische Bewegungen aufzunehmen, optimal ausgenutzt wird.

Nachfolgend ein Beispiel zur Veranschaulichung:

- Rohr, 6 Zoll, Stahl Schedule 40, rollgenutet, 150 Fuß lang, an beiden Enden gehalten.
- Maximale Temperatur = 200 °F
- Minimale Temperatur = 40 °F
- Installationstemperatur = 80 °F



Thermische Bewegung - Fortsetzung

Berechnung der Anzahl der erforderlichen Kupplungen zur Kompensation der thermischen Ausdehnung und Schrumpfung des Rohrs:

- 1. Thermische Schrumpfung:** Verwenden Sie die Tabelle zur thermischen Ausdehnung. Einberechnung der Installationstemperatur gegenüber der minimalen Temperatur, in diesem Fall 80 °F gegenüber 40 °F, wie folgt:

$$80 \text{ °F} = 0,61 \text{ Zoll pro 100 Fuß}$$

$$40 \text{ °F} = 0,30 \text{ Zoll pro 100 Fuß}$$

$$\text{Differenz} = 0,31 \text{ Zoll pro 100 Fuß}$$

$$\text{Bei 150 Fuß Rohrlänge} = 0,31 \text{ Zoll} \times 1,5 = 0,47 \text{ Zoll pro 150 Fuß}$$

- 2. Wärmeausdehnung:** Verwenden Sie die Tabelle zur thermischen Ausdehnung. Einberechnung der Installationstemperatur gegenüber der minimalen Temperatur, in diesem Fall 80 °F gegenüber 200 °F, wie folgt:

$$200 \text{ °F} = 1,52 \text{ Zoll pro 100 Fuß}$$

$$80 \text{ °F} = 0,61 \text{ Zoll pro 100 Fuß}$$

$$\text{Differenz} = 0,91 \text{ Zoll pro 100 Fuß}$$

$$\text{Bei 150 Fuß Rohrlänge} = 0,91 \text{ Zoll} \times 1,5 = 1,36 \text{ Zoll pro 150 Fuß}$$

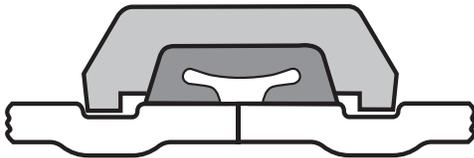
- 3. Benötigte Kupplungen:** Verfügbare lineare Bewegung für eine flexible 6-Zoll-Kupplung Figur 707 an einem Rohr mit gerollter Nut = 0,094 Zoll pro Kupplung.

- a) Vollständig zusammengestoßen, wenn nur Schrumpfung.**

Die Anzahl der erforderlichen flexiblen Kupplungen Figur 707 berechnet sich daher wie folgt:

$$0,47 \text{ Zoll} / 0,094 \text{ Zoll pro Kupplung} = 5,0$$

Bei thermischer Schrumpfung sind fünf Kupplungen Figur 707 erforderlich.



Thermische Ausdehnung von Kohlenstoffstahl in Zoll pro 100 Fuß (Millimeter pro 30,5 Meter) zwischen -18 °C (0 °F) und angegebener Temperatur			
Temperatur °F (°C)	Zoll / 100 Fuß (mm / 30,5 m)	Temperatur °F (°C)	Zoll / 100 Fuß (mm / 30,5 m)
-40 (-40)	-0,30 (-7,62)	100 (37,8)	0,76 (19,30)
-30 (-34,4)	-0,23 (-5,84)	110 (43,3)	0,84 (21,34)
-20 (-28,9)	-0,15 (-3,81)	120 (48,9)	0,91 (23,11)
-10 (-23,3)	-0,08 (-2,03)	130 (54,4)	0,99 (25,15)
0 (-17,8)	0,00 (0,00)	140 (60,0)	1,06 (26,92)
10 (-12,2)	0,08 (2,03)	150 (65,6)	1,14 (28,96)
20 (-6,7)	0,15 (3,81)	160 (71,1)	1,22 (30,99)
30 (-1,1)	0,23 (5,84)	170 (76,7)	1,29 (32,77)
40 (4,4)	0,30 (7,62)	180 (82,2)	1,37 (34,80)
50 (10,0)	0,38 (9,65)	190 (87,8)	1,44 (36,58)
60 (15,6)	0,46 (11,68)	200 (93,3)	1,52 (38,61)
70 (21,1)	0,53 (13,46)	210 (98,9)	1,60 (40,64)
80 (26,7)	0,61 (15,50)	220 (104,4)	1,67 (42,42)
90 (32,2)	0,68 (17,27)	230 (110,0)	1,75 (44,45)

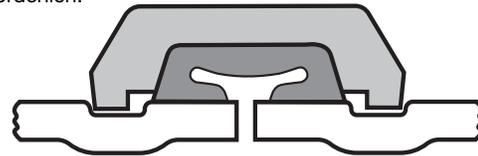
Durchschn. Wärmeausdehnungskoeffizient = 0,00000633 in/in/°F
Quelle: ASME B31.9

- b) Maximaler Abstand, wenn nur Ausdehnung.**

Die Anzahl der erforderlichen flexiblen Kupplungen Figur 707 berechnet sich daher wie folgt:

$$1,36 \text{ Zoll} / 0,094 \text{ Zoll pro Kupplung} = 14,47$$

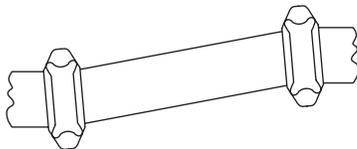
Bei Wärmeausdehnung sind 15 Kupplungen Figur 707 erforderlich.



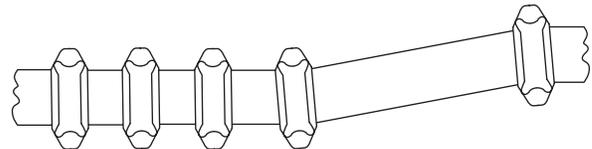
Fluchtungsfehler und Versatz

Die flexible Kupplung von Grinnell ist eine selbsthaltende Verbindung, welche einen Winkelversatz erlaubt, wo die Rohrleitung nicht exakt ausgerichtet ist.

Flexible Kupplungen können nicht in der gleichen Verbindung die max. Ausdehnung und den max. Winkelversatz zusammen aufnehmen.



Falls beides, Winkelversatz und Ausdehnung, aufgenommen werden soll, dann sind dementsprechend viele flexible Verbindungen nötig, um die Anforderungen zu erfüllen.



Die flexiblen Kupplungen können ebenso für gekrümmte Rohrleitungssysteme eingesetzt werden.

Auslegungsversatz bei rollgenuteten Rohren					
Rohrweite ANSI Zoll DN	Figuren 405, 705 und 707	Rohrweite ANSI Zoll DN	Figuren 405, 705 und 707	Rohrweite ANSI Zoll DN	Figuren 405, 705 und 707
1 DN 25	1,38°	- DN 65	0,60°	6 DN 150	0,81°
1¼ DN 32	1,08°	3 DN 80	0,50°	8 DN 200	0,63°
1½ DN 40	0,94°	4 DN 100	1,19°	10 DN 250	0,50°
2 DN 50	0,75°	5 DN 125	0,97°	12 DN 300	0,42°
2½ DN 65	0,62°	- DN 150	0,83°		

$$R = \frac{L}{(2) (\sin \frac{\Theta}{2})}$$

$$L = (2) (R) (\sin \frac{\Theta}{2})$$

$$N = \frac{T}{\Theta}$$

R = Krümmungsradius

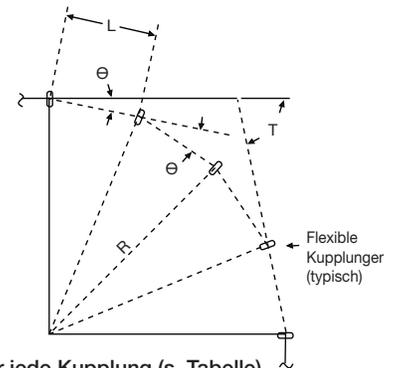
L = Rohrlänge

Θ = Versatz gegenüber

Mittellinie, in Grad, für jede Kupplung (s. Tabelle)

N = Anzahl der benötigten flexiblen Kupplungen

T = Gesamtversatz, in Grad, erforderlich



Rohrhalterungen

Bei allen Rohrsystemen muss das Halterungssystem das Gewicht des Rohrs, der Verbindungen, der Flüssigkeit und aller anderen Systemkomponenten aufnehmen können. Außerdem kann es erforderlich sein, Spannungen zu reduzieren sowie thermische Ausdehnung / Schrumpfung, Gebäudesenkungen, seismische Bewegungen usw. zu berücksichtigen. Die nachfolgenden Tabellen dienen als Leitfaden für genutete Stahlrohrprodukte ohne konzentrierte Lasten zwischen den Halterungen.

Flexible Verbindungen

Für Rohrleitungen, bei denen die lineare Bewegung durch die flexible Kupplung aufgenommen wird:

Anzahl der Schlaufen nach Rohrlänge								
Rohrnenntweite ANSI Zoll DN	Rohrlänge in Fuß (m)							
	10 (3,3)	12 (3,7)	15 (4,6)	22 (6,7)	25 (7,6)	30 (9,1)	35 (10,7)	40 (12,2)
	Durchschn. Schlaufenzahl pro Rohrlänge							
1 bis 2 DN 25 bis DN 50	2	2	2	3	4	4	5	6
2½ bis 4 DN 65 bis DN 100	1	2	2	2	2	3	4	4
5 bis 24 DN 125 bis DN 600	1	1	2	2	2	3	3	3

Für Rohrleitungen, bei denen keine lineare Bewegung erforderlich ist:

Abstand zwischen Halterungen	
Nennweite ANSI Zoll DN	Maximaler Abstand zwischen Halterungen Fuß (m)
1 bis 1½ DN 25 bis DN 40	12 (3,7)
2 bis 8 DN 50 bis DN 200	15 (4,6)
10 bis 12 DN 250 bis DN 300	16 (4,9)
14 bis 16 DN 350 bis DN 400	18 (5,5)
18 bis 24 DN 450 bis DN 600	20 (6,1)

Hinweis: Die Anforderungen von ANSI, ASME oder anderen Normungsorganisationen können zusätzliche Halterungen vorschreiben.

Starre Verbindungen

Für Rohre mit starren Kupplungen:

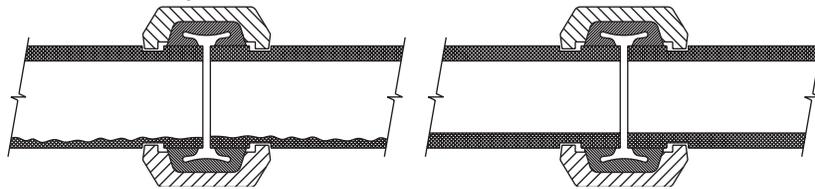
Rohrnenntweite ANSI Zoll DN	Empfohlener max. Abstand zwischen Halterungen Fuß (m)			
	Wasser I		Luft II	
	I	II	I	II
1 DN 25	7 (2,1)	9 (2,7)	9 (2,7)	10 (3,0)
1¼ DN 32	7 (2,1)	11 (3,4)	9 (2,7)	11 (3,4)
1½ DN 40	7 (2,1)	12 (3,7)	9 (2,7)	13 (4,0)
2 DN 50	10 (3,0)	13 (4,0)	13 (4,0)	15 (4,6)
2½ DN 65	11 (3,4)	14 (4,3)	14 (4,3)	16 (4,9)
– DN 65	11 (3,4)	14 (4,3)	14 (4,3)	16 (4,9)
3 DN 80	12 (3,7)	15 (4,6)	15 (4,6)	17 (5,2)
4 DN 100	14 (4,3)	17 (5,2)	17 (5,2)	21 (6,4)
5 DN 125	16 (4,9)	19 (5,8)	20 (6,1)	24 (7,3)
– DN 125	17 (5,2)	20 (6,1)	21 (6,4)	25 (7,6)
6 150	17 (5,2)	20 (6,1)	21 (6,4)	25 (7,6)
8 DN 200	19 (5,8)	21 (6,4)	24 (7,3)	28 (8,5)
10 DN 250	19 (5,8)	21 (6,4)	24 (7,3)	31 (9,4)
12 DN 300	23 (7,0)	21 (6,4)	30 (9,1)	33 (10,1)
14 DN 350	23 (7,0)	21 (6,4)	30 (9,1)	33 (10,1)
14 DN 400	27 (8,2)	21 (6,4)	35 (10,7)	33 (10,1)
18 DN 450	27 (8,2)	21 (6,4)	35 (10,7)	33 (10,1)
20 DN 500	30 (9,1)	21 (6,4)	39 (11,9)	33 (10,1)
24 DN 600	32 (9,8)	21 (6,4)	42 (12,8)	33 (10,1)

I – Abstand gemäß ANSI B31.1 Power Piping Code
II – Abstand gemäß ANSI B31.9 Building Piping Code

Rotationsbewegung

Die flexiblen Kupplungen von Grinnell sind für Anwendungen in Erdbebengebieten und im Bergbau geeignet. Die inhärente Flexibilität der flexiblen Kupplung erlaubt lineare, angulare und rotierende Bewegungen. Dadurch werden Belastungen im Rohrsystem reduziert und die Langlebigkeit speziell bei schlammigen Medien des Rohres erhöht.

Bei Bergbauanwendungen, bei denen die Rohrleitungen Rotationsbewegungen aufnehmen müssen, muss das System drucklos gemacht und entleert werden. Dazu werden die Schrauben und Muttern der Kupplungen gelöst und das Rohr gedreht. Nach Anziehen der Schrauben und Muttern kann das System wieder unter Druck gesetzt werden.

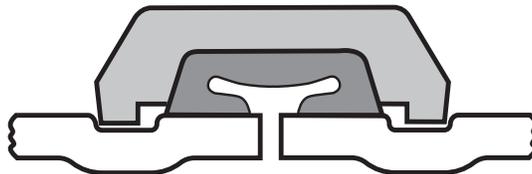


Dadurch kann ungleichmäßiger Verschleiß im Inneren des Rohrs verhindert werden.

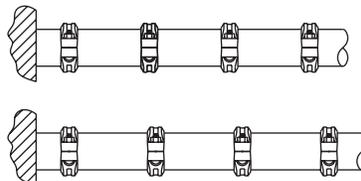
Hinweis: Die Kontrolle der Rohrwandstärke ist eine wichtige Vorsichtsmaßnahme zur Bestimmung der Druckleistung des Rohres bei reduzierter Wandstärke.

Lineare Bewegung

Die flexiblen Kupplungen sind so konstruiert, dass sie sich um das Rohr spannen ohne in den Nutgrund zu krallen, und trotzdem die Rohrenden zusammenhalten.



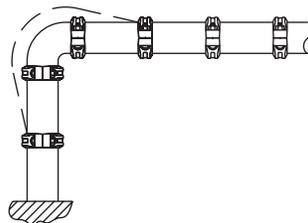
Die inhärente Flexibilität der Kupplung ist ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl der Halterung für das Rohrleitungssystem, da in verschiedenen Ebenen Bewegungen auftreten können (lineare, angulare, rotierende Bewegungen).



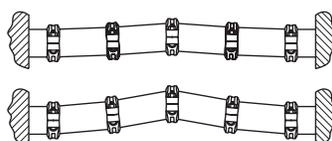
Nach der Druckbeaufschlagung der Rohrleitung gehen die Rohrenden in der flexiblen Kupplung bis zum max. angegebenen Wert auseinander. Die Kupplung hat Kontakt mit dem Nutgrund und hält somit die Verbindung zusammen. In dem gesamten Rohrleitungssystem addieren sich die einzelnen Bewegungen.

Winkelbewegungen

Eine Längenänderung kann aufgenommen werden, wenn genügend Platz zum Längensversatz vorhanden ist. Temperaturanstieg oder -abfall kann die Bewegung verstärken.



Wenn sich das Rohrleitungssystem zwischen den Befestigungspunkten leicht durchbiegt, kann sich diese Bewegung bei Druckbeaufschlagung noch weiter verstärken, sodass die Rohrleitung eine „schlängelnde“ Form annimmt. Leichte Befestigungen sind für diese seitlichen Bewegungen nicht geeignet.

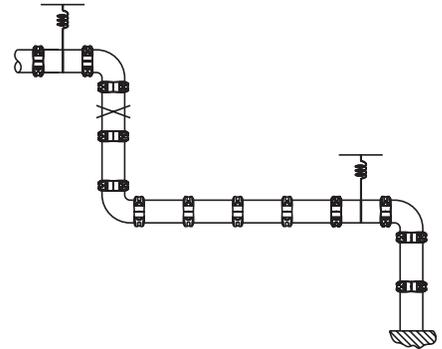
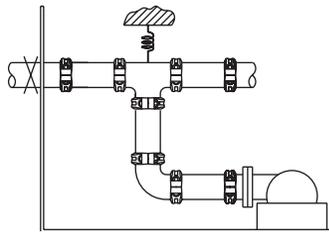
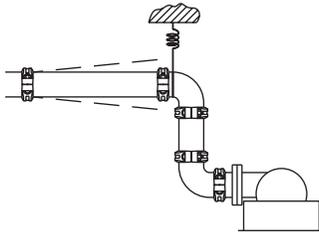


Rohrhalterungen

Rohrhalter müssen wegen der Durchbiegung des Rohrsystems richtig angeordnet sein. Die exakte Position der Rohrhalter, z.B. in der Nähe eines Bogens, ist zu berücksichtigen.

Der Gebrauch von Federhängern oder ähnlichen Produkten muss berücksichtigt werden, wenn Schwingungen aufgenommen werden sollen. Festpunkte, Schwerlastanker und Dehnungsausgleicher werden zur gezielten Führung des Rohres benötigt.

Der Einsatz von starren Kupplungen kann die Beweglichkeit gegenüber flexiblen Kupplungen reduzieren. Möglicherweise sind weitere Methoden zur Aufnahme der Rohrbewegungen sinnvoll.



Senkrechte Rohrverlegung

Aus starren Kupplungen zusammengesetzte Steigleitungen ähneln geschweißten oder geflanschten Systemen. Bei thermischer Bewegung werden gegebenenfalls Kompensatoren und/oder flexible Kupplungen zum Längenausgleich benötigt.

Bei dem Einsatz von flexiblen Kupplungen muss die Ausdehnung bei langen Rohrstrecken berücksichtigt werden. Bei jeder Verbindung können die Rohren in der flexiblen Kupplung bis zum max. angegebenen Wert auseinandergehen. Diese Ausdehnung addiert sich und führt zur Expansion der Rohrleitung, z. B. nach oben. Dehnungsausgleicher sind hierbei sehr wichtig.

Sollten sich in der Steigleitung Abgänge befinden, muss berücksichtigt werden, dass auch hier durch flexible Kupplungen Ausdehnung entsteht.

Eine Lösung ist, die senkrechte Rohrleitung an bestimmten Stellen zu befestigen, um unkontrollierte Ausdehnung zu vermeiden, welche Spannungen in die Abgänge oder die Anlage bringt. Der Einsatz von starren Kupplungen könnte von Vorteil sein.

Wie immer sollten für Rohrleitungen bewährte Verfahren zur Anwendung kommen. Es unterliegt der Verantwortung des Planers, die für den gewünschten Einsatzbereich passenden Produkte auszuwählen und zu gewährleisten, dass die Nenndrücke und die Leistungsdaten niemals überschritten werden. Entfernen bzw. modifizieren Sie niemals Rohrleitungskomponenten, bevor Sie nicht überprüft haben, ob das System drucklos und entleert ist. Dasselbe gilt bei Reparaturen am Rohrnetz. Eine Überprüfung der Werkstoffe und Dichtungen auf Kompatibilität mit der jeweiligen Anwendung ist erforderlich.

