

1. Auslegung, Berechnung & Einbauhinweise der ASS Edelstahlwellrohre

1.1 Aufnahme von Hubbewegungen

Zur Aufnahme größerer Hubbewegungen werden Metallschlauchleitungen im 180° Bogen (U-förmig) eingebaut.

Für die Funktion und Lebensdauer dieser in 180° Bogen eingebauten Wellerschlauchleitungen ist die Beachtung folgender Punkte von entscheidender Bedeutung:

a. **richtige Nennlänge**

b. **erforderlicher Einbauabstand**, unter Berücksichtigung des zulässigen Biegeradius

c. **sachgerechter Einbau**

Grundsätzlich können mit den im 180° Bogen eingebauten Schlauchleitungen Hubbewegungen in zwei Richtungen durchgeführt werden, die horizontale und die vertikale Hubbewegung. Darüber hinaus kann die Schlauchleitung als Bogen je nach Einbausituation in vertikaler oder in horizontaler Form eingebaut werden, wobei die vertikale Form in jedem Fall vorzuziehen ist. Bei der horizontalen Form wird in den meisten Fällen eine Abstützung gegen Durchhängen erforderlich sein.

Zur Bestimmung der Nennlänge muss zunächst geprüft werden, welche Einbauform für den vorliegenden Bedarfsfall am günstigsten ist. Die erforderliche Nennlänge wird dann mit der entsprechenden Formel berechnet. Eine ausreichende Längenangabe für neutrale Schlauchenden, die eine Bewegungs- und Biegebeanspruchung direkt hinter den Anschlussarmaturen verhindern, ist in den Formeln berücksichtigt. Für eine optimale Ausnutzung der Schlauchleitungslänge sollte die fest angeschlossene Seite des Schlauchleitungsbogens genau in der Mitte der Hubbewegung liegen.

Der Einbauabstand ($e = 2 \times r$) des 180° Bogens ist ausschlaggebend für die Lebensdauer der Schlauchleitungen. Eine Unterschreitung des zulässigen Biegeradius bringt auch immer eine Verminderung der Lastspielzahl und damit der Lebensdauer mit sich. Der zulässige Biegeradius ist abhängig von Druck und der gewünschten Lastspielzahl.

Beim Einbau ist unbedingt darauf zu achten, dass die Schlauchleitung verdrehungsfrei eingebaut wird. Sie darf weder durch die Montage noch durch die späteren Bewegungen Torsionsspannungen erhalten, sonst kann sich die Lebensdauer drastisch verringern. Wichtig ist, dass die beiden Schlauchleitungsenden und die Hubbewegung auf einer Ebene liegen.

Um einen torsionsfreien Einbau zu gewährleisten, ist die Schlauchleitung an einer Seite zunächst nur lose zu befestigen. Danach die Hubbewegung 2- bis 3 mal leer durchfahren, damit sich die Schlauchleitung verwindungsfrei ausrichten kann und erst dann anziehen. Bei Verschraubungen ist dabei unbedingt ein zweiter Schlüssel zum Gegenhalten zu verwenden.

Besonders zu beachten ist, dass die Schlauchleitungen während des Betriebs nicht miteinander oder mit anderen Gegenständen (Maschinengestell, Betonschacht usw.) in Berührung kommen.

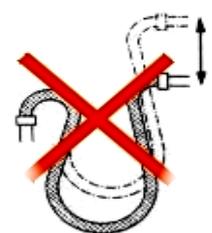
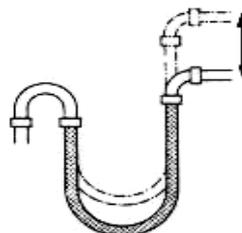
Beispiel 1.1

Schlauchleitung als 180°-Bogen mit ausreichend neutralen Schlauchenden einbauen. Die Bestimmung der Länge erfolgt nach den Formeln für 180°-Bogen. Einbauabstand nach dem erforderlichen Biegeradius bestimmen.



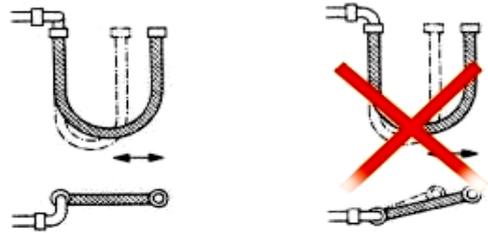
Beispiel 1.2

Durch Verwendung starrer Rohrbogen unzulässige Abbiegung unmittelbar hinter den Anschlussarmaturen vermeiden. Mindestbiegeradius beachten.



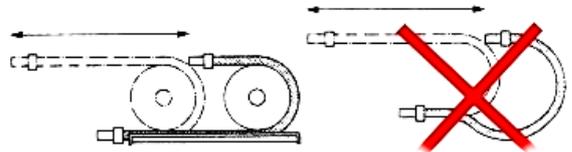
Beispiel 1.3

Bewegungsrichtung und Schlauchachse müssen in einer Ebene liegen. Schädliche Torsionsbeanspruchungen werden dadurch vermieden.



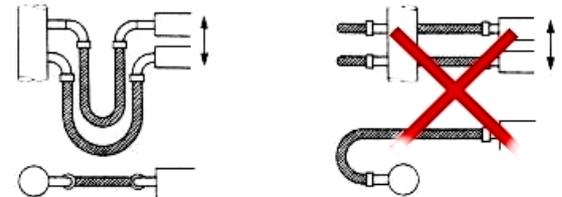
Beispiel 1.4

Durch Verwendung einer Abstützung Schlauchleitung gegen Durchhängen und scharfes Abknicken hinter den Anschlussarmaturen schützen. Eine mitlaufende Rolle oder Führungskette kann dabei helfen.



Beispiel 1.5

Günstige Biegebeanspruchung und keine Torsion durch Verwendung starrer Rohrbogen.



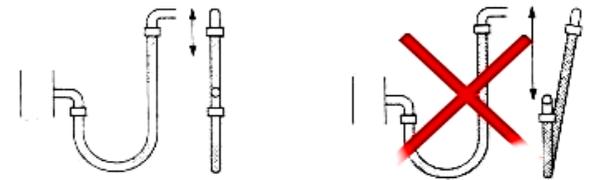
Beispiel 1.6

Keine wechselnde Biegebeanspruchung und keine zu starke Abbiegung unmittelbar hinter den Anschlussarmaturen durch Verwendung starrer Rohrbogen.



Beispiel 1.7

Bewegungsrichtung und Schlauchbogen liegen in einer Ebene. Schädliche Torsionsspannungen werden dadurch vermieden.



Beispiel 1.8

Schlauchleitung als freihängenden Bogen so anordnen, dass sie auch bei ausgefahrenem Hub weder mit der Wand oder sonstigen Gegenständen noch mit dem Boden in Berührung kommt.

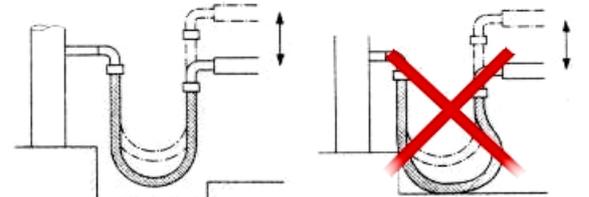


Tabelle für nominale Biegeradien [Tab. 1.1]

DN	10	12	16	20	25	32	40	50
Nom. Biegeradius	150	170	190	220	250	290	320	350
Min. Biegeradius	55	65	75	105	120	140	160	210

Berechnung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als vertikaler 180°-Bogen für vertikale Bewegung

(für große Amplitude und kleine Frequenz)

$$NL = 4 \cdot r + \frac{s}{2 + 2 \cdot l} \quad (F.2.1.1)$$

$$h_1 = 1.43 \cdot r + \frac{s}{2 + l} \quad (F.2.1.2)$$

$$h_2 = 1.43 \cdot r + l \quad (F.2.1.3)$$

$$e = 2 \cdot r \quad (F.2.1.4)$$

r = Biegeradius nom aus Tab. 1.1

l = Anschlusslänge

s = Hub

h₁ = max Bogenhöhe

h₂ = min Bogenhöhe

e = Einbauabstand

Berechnungsbeispiel B.1.1

Ringwellschlauchleitung aus Edelstahl Typ ASS- DN 25 beiderseits Verschraubung mit Kegeldichtung (l = 88mm)

$$r = 250 \cdot \text{mm}$$

$$s = 300 \cdot \text{mm}$$

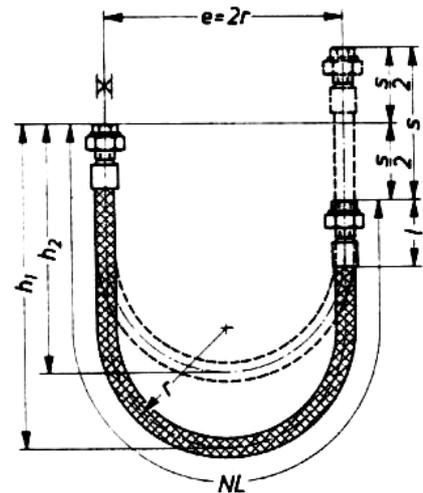
$$l = 88 \cdot \text{mm}$$

$$NL = 4 \cdot r + 2 \cdot l + \frac{s}{2}$$

$$NL = 1326 \cdot \text{mm}$$

$$e = 2 \cdot r$$

$$e = 500 \cdot \text{mm}$$



Berechnung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als vertikaler 180°-Bogen für horizontale Bewegung

(für große Amplitude und kleine Frequenz).

$$NL = 4 \cdot r + 2 \cdot l + \frac{\pi}{2} \cdot s \quad (\text{F.2.1.5})$$

$$h_1 = 1.43 \cdot r + \frac{\pi}{4} \cdot s + l \quad (\text{F.2.1.6})$$

$$h_2 = 1.43 \cdot r + l + \frac{s}{2} \quad (\text{F.2.1.7})$$

r = nom. Biegeradius
(Werte sind aus der Tabelle zu entnehmen)

e = Einbauabstand

l = Länge der Anschlussarmatur
(die Werte sind der Tabelle Anschlussarmaturen zu entnehmen)

h₁ = max. Höhe des 180°-Bogens

h₂ = min. Höhe des 180°-Bogens

s = Hub

NL = Nennlänge

Berechnungsbeispiel B.1.2

Ringwellschlauchleitung aus Edelstahl Typ ASS- DN 25 FHU beiderseits Verschraubung mit Kegeldichtung (l = 88mm)

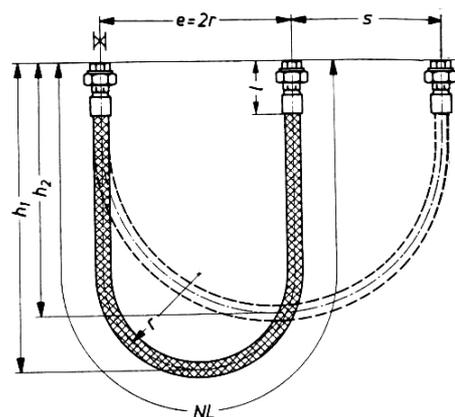
$$r = 250 \cdot \text{mm}$$

$$s = 300 \cdot \text{mm}$$

$$l = 88 \cdot \text{mm}$$

$$NL = 4 \cdot r + 2 \cdot l + \frac{\pi}{2} \cdot s$$

$$NL = 1647.2 \cdot \text{mm}$$



Berechnung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als vertikaler 180° Bogen für Bewegung in beide Richtungen
(für große Amplitude und kleine Frequenz).

$$NL = 4 \cdot r + 2 \cdot l + \frac{\pi}{2} \cdot s_1 + \frac{s_2}{2} \quad (\text{F.2.1.8})$$

$$h_1 = 1.43 \cdot r + \frac{\pi}{4} \cdot s_1 + \frac{s_2}{2} + l \quad (\text{F.2.1.9})$$

$$h_2 = 1.43 \cdot r + l + \frac{s_2}{2} \quad (\text{F.2.1.10})$$

r = nom. Biegeradius [mm.]
(Werte sind aus der Tab. 1.1 zu entnehmen)

e = Einbauabstand [mm.]

l = Länge der Anschlussarmatur [mm.]
(die Werte sind der Tabelle Anschlussarmaturen zu entnehmen)

h₁ = max. Höhe des 180°-Bogens [mm.]

h₂ = min. Höhe des 180° -Bogens [mm.]

s = Hub [mm.]

NL=Nennlänge [mm.]

Berechnungsbeispiel B.1.3

Ringwellschlauchleitung aus Edelstahl Typ ASS- DN 25 beiderseits Verschraubung (l=88 mm)

r = 250·mm

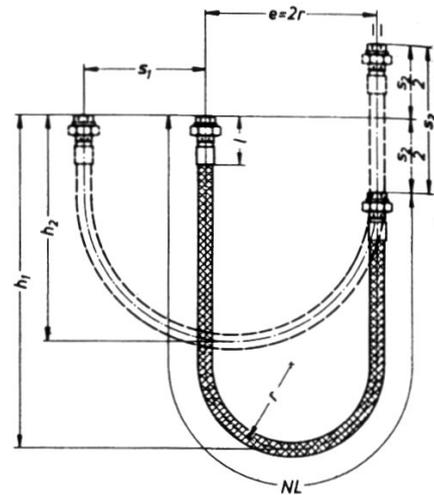
s₁ = 100·mm

s₂ = 220·mm

l = 88·mm

$$NL = 4 \cdot r + 2 \cdot l + \frac{\pi}{2} \cdot s_1 + \frac{s_2}{2}$$

NL = 1443.1 mm



1.2 Aufnahme von Wärmedehnungen

Die Berechnung der erforderlichen Nennlänge wird nach der Formel für Lateraleinbau vorgenommen, die für unsere Ringwellschläuche aus Edelstahl ausgelegt ist. Sie berücksichtigt in Abhängigkeit von der Schlauchleitungslänge eine gewisse natürliche Elastizität in Längsrichtung.

Wichtig ist, dass die Schlauchleitung in Mittelstellung in entspannter, leicht durchhängender Lage so eingebaut wird, dass sie in Ausschlagstellung noch keine unzulässige Zugbeanspruchung erfährt. Die Längenverminderung in Mittelstellung sollte dabei in der Regel jedoch nicht mehr als 0,5% der Nennlänge betragen. Auf keinen Fall darf die Schlauchleitung axial zusammengedrückt werden, da sich sonst das Drahtgeflecht vom Schlauch abhebt und eine Druckbeständigkeit nicht mehr gewährleistet ist.

im 90°-Bogen eingebaute Metallschlauchleitungen, können Wärmedehnungen aus 1 oder 2 Richtungen aufnehmen. Voraussetzung dafür ist neben der Wahl der richtigen Schlauchausführung ein fach- und funktionsgerechter Einbau. Der Einbau erfolgt zweckmäßigerweise in natürlich im Rohrverlauf gegebenen 90°-Abwinkelungen (Ecken oder Etagen).

Um schädliche Torsionsspannungen zu verhindern, ist besonders darauf zu achten, dass Dehnungsrichtung und Schlauchbogen in einer Ebene liegen. Ferner ist die Anordnung von Rohrführungen zu empfehlen, die das zu kompensierende Rohr in Achsrichtung führt und ein seitliches Auswandern verhindert. Um die Schlauchleitung in der eingebauten Lage zu fixieren, ist an der weiterführenden Rohrleitung unmittelbar am Ende der Schlauchleitung ein Festpunkt zu setzen.

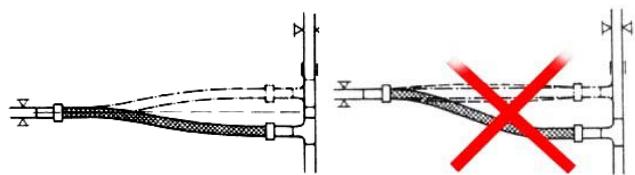
Sind Dehnungen aus zwei Richtungen aufzunehmen, müssen nach beiden Schlauchleitungsenden Rohrführungen angebracht werden, um zu gewährleisten, dass die aufzunehmenden Dehnungen genau rechtwinklig zueinander verlaufen.

Die genaue Berechnung von Einbauabständen, Nennlängen und Dehnungsaufnahme kann mit Hilfe der Berechnungs-Formeln (F2.2.1 bis F2.2.5) durchgeführt werden.

Im 180°-Bogen eingebaute Metallschlauchleitungen, kommen bei Aufnahme von Wärmedehnungen nur in wenigen Fällen zur Anwendung. Ein Einbau erfolgt dann meist zur Kompensation großer Dehnungen in langen und geraden Rohrstrecken. Genau wie beim 90°-Bogen-Einbau ist auch hier darauf zu achten, dass die Dehnungsrichtung und Schlauchachse in einer Ebene liegen und durch die Verwendung von Rohrführungen bzw. Festpunkten Rohrleitung und Schlauchleitung entsprechend geführt bzw. fixiert werden. Die Berechnung der Nennlänge und Einbauabstände kann nach den Berechnungsformeln für 180°-Bogen (F2.2.14 bis 16) durchgeführt werden.

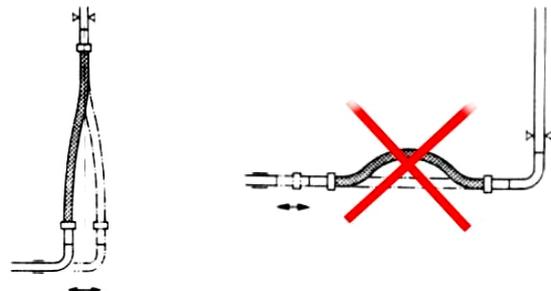
Beispiel 2.1

Für laterale Dehnungsaufnahme Schlauchleitung rechtwinklig zur Dehnungsrichtung einbauen. Schlauchleitung zur optimalen Nutzung ihrer lateralen Beweglichkeit um die Hälfte der auftretenden Bewegung vorspannen. Erforderliche Nennlänge und Einbaulänge nach Formeln (F.2.2.1 bis 5) bestimmen. Ein Strecken oder Stauchen der Schlauchleitung ist nicht zulässig.



Beispiel 2.2

Lateraleinbau ist nur zur Aufnahme kleiner Dehnungen zulässig. Ein Strecken oder Stauchen der Schlauchleitung ist nicht zulässig.



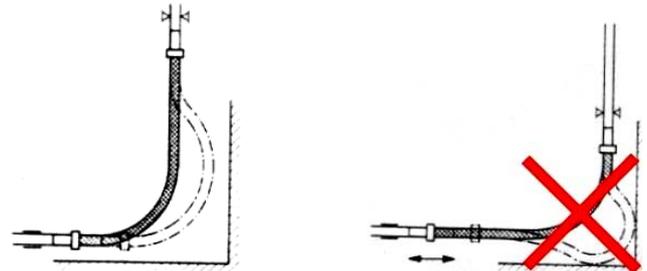
Beispiel 2.3

Zur Aufnahme größerer Dehnungen Schlauchleitung im 90° Bogen einbauen.
Lateraleinbau nicht mehr zulässig.



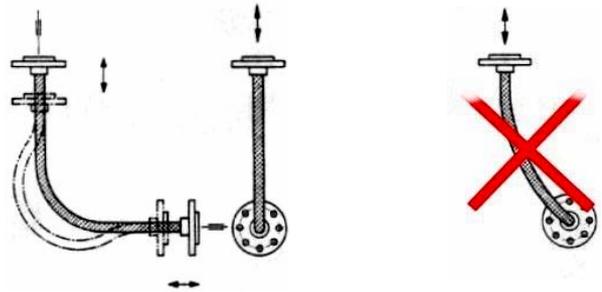
Beispiel 2.4

Zur Aufnahme von Dehnungen ist der senkrecht zur Dehnungsrichtung liegende Schenkel des 90°-Bogens entsprechend zu verlängern. Die erforderliche Nenn- und Schenkellänge ist nach der Formel 90°-Bogen für Dehnungsaufnahme zu bestimmen. Beim Einbau auf ausreichende Bewegungsfreiheit der Schlauchleitung achten.



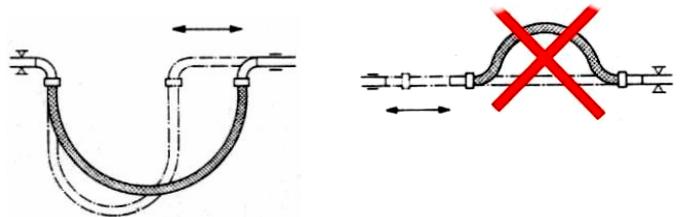
Beispiel 2.5

Zur Aufnahme von Wärmedehnungen aus 2 Richtungen 90°-Bogen-Einbau mit ausreichend geraden Schenkellängen vorsehen. Die erforderlichen Nenn- und Schenkellängen nach den Formeln (F.2.2.10 bis 12) 90°-Bogen für Dehnungsaufnahme aus 2 Richtungen bestimmen. Schlauchbogen und Bewegungsrichtung müssen auf einer Ebene liegen.



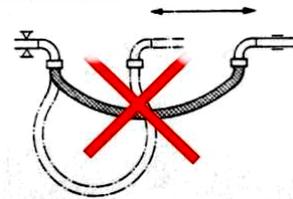
Beispiel 2.6

Zur Aufnahme großer axialer Dehnungen in langen geraden Rohrstrecken Schlauchleitung im 180°-Bogen einbauen.
Ein axiales Strecken oder Zusammendrücken der Schlauchleitung ist nicht zulässig.



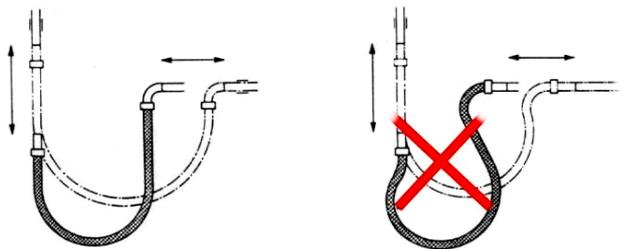
Beispiel 2.7

Erforderlicher Einbauabstand und Nennlänge nach Formel F2.2.14 bis 16 (180°-Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus einer Richtung) bestimmen. Ein Überbiegen oder Strecken der Schlauchleitung ist nicht zulässig.



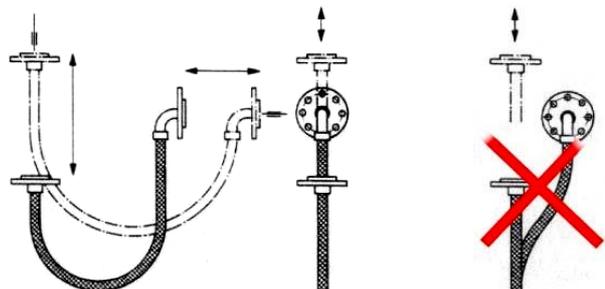
Beispiel 2.8

Erforderliche Einbauabstände und Nennlänge nach den Formeln F 2.2.14 bis 16 (180° Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus zwei Richtungen) bestimmen.
Durch Verwendung von starren Rohrbogen unzulässige Abbiegung hinter den Anschlüssen vermeiden.



Beispiel 2.9

Dehnungsrichtung und Schlauchbogen müssen in einer Ebene liegen.
Seitliche Abbiegungen sind durch geeignete Rohrführungen zu verhindern.
Schädliche Torsionsspannungen werden dadurch verhindert.



Berechnung von Ringwellschlauchleitungen für laterale Dehnungsaufnahme

Schlauchleitung rechtwinklig zur Bewegungsrichtung eingebaut, für laterale Bewegungsaufnahme bis max. 100 mm.,
bei kleiner Bewegungsfrequenz (z.B. Wärmedehnungen). für Schwingungen nicht geeignet!

$$NL = \sqrt{20 \cdot r \cdot \lambda} + 2 \cdot l \quad (\text{F2.2.1}) \quad r = \text{nominaler Biegeradius (aus Tab. 1.1 zu entnehmen)}$$

$$\lambda = \frac{SL^2}{20 \cdot r} \quad (\text{F2.2.2}) \quad \lambda = \text{Lateralweg aus der Mittelachse (Gesamtlateralweg} = 2 \times \lambda)$$

$$EL = NL \cdot 0.995 \quad (\text{F2.2.3}) \quad l = \text{Anschlusslänge}$$

$$SL = NL - 2 \cdot l \quad (\text{F2.2.4}) \quad NL = \text{Nennlänge}$$

$$SL_{\min} = 6 \cdot \lambda \quad (\text{F2.2.5}) \quad EL = \text{Einbaulänge}$$

Berechnungsbeispiel B.2.1

Ringwellschlauch aus Edelstahl, Typ ASS-25, DN25,
beiderseits Anschweissende aus Stahlrohr (l=83 mm)

$$r = 250 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda = 40 \cdot \text{mm}$$

$$l = 83 \cdot \text{mm}$$

$$NL = \left(\sqrt{20 \cdot r \cdot \lambda} + 2 \cdot l \right)$$

$$NL = 613.2 \cdot \text{mm}$$

$$EL = NL \cdot 0.995$$

$$EL = 610.1 \cdot \text{mm}$$



d.h. der Schlauch muss in Mittelstellung um ca. 3 mm.
verkürzt eingebaut werden.

Berechnung von Ringwellschlauchleitungen zum Einbau als 90° Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus einer Richtung

Bei kleiner Bewegungsfrequenz (z. B. Wärmedehnungen) für Schwingungen nicht geeignet!

$$NL = 0.035 \cdot r \cdot \alpha + \frac{\pi}{2} \cdot r + 2 \cdot l \quad (F2.2.6)$$

r = Nom. Biegeradius (ist aus Tab.1.1 entnehmen)

$$a = r + 2 \cdot r \cdot \sin \alpha + l \quad (F2.2.7)$$

s = Dehnungsaufnahme [mm]

$$b = r \cdot (1 + 0.035 \cdot \alpha - 2 \cdot \sin \alpha) + l \quad (F2.2.8)$$

l = Abschlusslänge [mm]

$$\alpha = \frac{s}{r} \quad (F2.2.9)$$

α = Biegewinkel (aus Tab. 1.2 auf S.10 entnehmen)

NL = Nennlänge

a = Einbauabstand

b = Einbauabstand

Berechnungsbeispiel B.2.2

Ringwellschlauch aus Edelstahl, Typ ASS-25, DN25, beiderseits Anschweissende aus Stahlrohr (l=58mm.)

$$r = 250 \cdot \text{mm}$$

$$s = 90 \cdot \text{mm}$$

$$l = 58 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha = \frac{s}{r}$$

$$\alpha = 0.36$$

0.36 entspricht 32°

$$\alpha = 32 \cdot \text{deg}$$

$$NL = 0.035 \cdot r \cdot \alpha + \frac{\pi}{2} \cdot r + 2 \cdot l$$

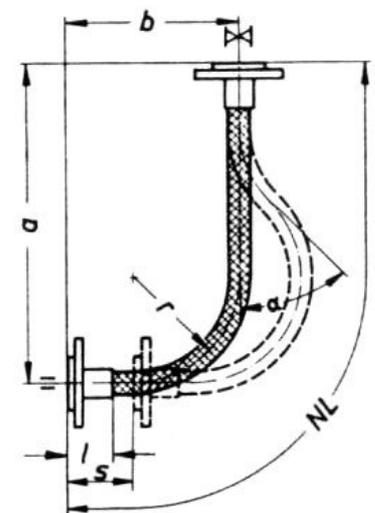
$$NL = 513.6 \cdot \text{mm}$$

$$a = r + 2 \cdot r \cdot \sin(\alpha) + l$$

$$a = 573 \cdot \text{mm}$$

$$b = r \cdot (1 + 0.035 \cdot \alpha - 2 \cdot \sin(\alpha)) + l$$

$$b = 47.9 \cdot \text{mm}$$



Berechnung von Ringwellschlauchleitungen zum Einbau als 90° Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus zwei Richtungen

Bei kleiner Bewegungsfrequenz (z. B. Wärmedehnungen). Für Schwingungen nicht geeignet!

$$NL = 0.035 \cdot r \cdot (\alpha + \beta) + \frac{\pi}{2} \cdot r + 2 \cdot l \quad (\text{F2.2.10})$$

$$a = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin(\alpha) - 2 \cdot \sin(\beta) + 0.035 \cdot \beta) + l \quad (\text{F2.2.11})$$

$$b = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin(\beta) - 2 \cdot \sin(\alpha) + 0.035 \cdot \alpha) + l \quad (\text{F2.2.12})$$

$$\alpha = \frac{s_1}{r} \quad \beta = \frac{s_2}{r} \quad (\text{F2.2.13})$$

r = Nom. Biegeradius (aus Tab.1.1 entnehmen)

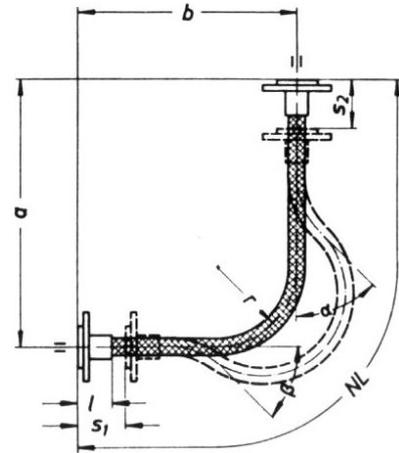
s_1 = Dehnungsaufnahme [mm]

s_2 = Dehnungsaufnahme [mm]

l = Anschlusslänge [mm]

α = Biegewinkelzahl (aus Tab. 1.2 entnehmen)

β = Biegewinkelzahl (aus Tab. 1.2 entnehmen)



Berechnungsbeispiel B.2.3

Ringwellschlauchleitung aus Edelstahl DN25, beiderseits Vorschweissbund und loser Flansch (l= 58 mm)

$$r = 250 \cdot \text{mm}$$

$$s_1 = 80 \cdot \text{mm}$$

$$s_2 = 50 \cdot \text{mm}$$

$$l = 58 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha = \frac{s_1}{r} \quad \beta = \frac{s_2}{r}$$

$$\alpha = 0.32 \quad \beta = 0.2$$

0.32 entspricht in Tab. 1.2 ca. 30°, 0.2 entspricht ca. 24°

$$NL = 0.035 \cdot r \cdot (\alpha + \beta) + \frac{\pi}{2} \cdot r + 2 \cdot l$$

$$NL = 516.9 \cdot \text{mm}$$

$$a = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin(\alpha) - 2 \cdot \sin(\beta) + 0.035 \cdot \beta) + l$$

$$b = r \cdot (1 + 2 \cdot \sin(\beta) - 2 \cdot \sin(\alpha) + 0.035 \cdot \alpha) + l$$

$$a = 358.3 \cdot \text{mm} \quad b = 265.9 \cdot \text{mm}$$

Biegewinkeltabelle [Tab. 1.2]

Zur Bestimmung des Biegewinkels für die Berechnung von 90°-Bogen für Dehnungsaufnahme.

Biegewinkel = s / r (s = Dehnungsaufnahme ; r = Nom. Biegeradius)

	0'	30'	60'
0°	0,0000	0,0001	0,0003
1°	0,0003	0,0007	0,0012
2°	0,0012	0,0020	0,0028
3°	0,0028	0,0039	0,0051
4°	0,0051	0,0063	0,0077
5°	0,0077	0,0095	0,0113
6°	0,0113	0,0134	0,0155
7°	0,0155	0,0179	0,0205
8°	0,0205	0,0232	0,0258
9°	0,0258	0,0290	0,0322
10°	0,0322	0,0354	0,0390
11°	0,0390	0,0428	0,0469
12°	0,0469	0,0510	0,0551
13°	0,0551	0,0596	0,0644
14°	0,0644	0,0690	0,0741
15°	0,0741	0,0793	0,0848
16°	0,0848	0,0902	0,0961
17°	0,0961	0,1020	0,1082
18°	0,1082	0,1144	0,1210
19°	0,1210	0,1278	0,1347

	0'	30'	60'
20°	0,1347	0,1418	0,1492
21°	0,1492	0,1567	0,1644
22°	0,1644	0,1723	0,1804
23°	0,1804	0,1886	0,1972
24°	0,1972	0,2059	0,2149
25°	0,2149	0,2239	0,2332
26°	0,2332	0,2427	0,2525
27°	0,2525	0,2624	0,2724
28°	0,2724	0,2829	0,2934
29°	0,2934	0,3042	0,3152
30°	0,3152	0,3263	0,3376
31°	0,3376	0,3492	0,3611
32°	0,3611	0,3731	0,3852
33°	0,3852	0,3977	0,4104
34°	0,4104	0,4232	0,4363
35°	0,4363	0,4495	0,4630
36°	0,4630	0,4767	0,4906
37°	0,4906	0,5048	0,5190
38°	0,5190	0,5337	0,5484
39°	0,5484	0,5634	0,5785

	0'	30'	60'
40°	0,5785	0,5940	0,6096
41°	0,6096	0,6255	0,6415
42°	0,6415	0,6578	0,6743
43°	0,6743	0,6910	0,7079
44°	0,7079	0,7251	0,7424
45°	0,7424	0,7599	0,7778
46°	0,7778	0,7957	0,8139
47°	0,8139	0,8323	0,8510
48°	0,8510	0,8699	0,8889
49°	0,8889	0,9082	0,9277
50°	0,9277	0,9474	0,9673
51°	0,9673	0,9874	1,0078
52°	1,0078	1,0284	1,0491
53°	1,0491	1,0701	1,0914
54°	1,0914	1,1128	1,1344
55°	1,1344	1,1563	1,1783
56°	1,1783	1,2006	1,2231
57°	1,2231	1,2457	1,2686
58°	1,2686	1,2918	1,3150
59°	1,3150	1,3386	1,3623

Der Biegewinkel darf 60° nicht überschreiten. (Bei Aufnahme von Dehnungen aus zwei Richtungen max. 45°). Ist der errechnete Wert grösser als 1.3623, muss der Biegewinkel mit einem entsprechend grösseren Biegeradius neu berechnet werden.

Berechnung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als 180°-Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus zwei Richtungen

$$NL = \pi \cdot r + \frac{\pi}{2} \cdot s_1 + \frac{s_2}{2} + 2 \cdot l \quad (F2.2.14)$$

$$h_1 = r + \frac{\pi}{4} \cdot s_1 + \frac{s_2}{2} + l \quad (F2.2.15)$$

$$h_2 = r + \frac{s_2}{2} + l \quad (F2.2.16)$$

r = Biegeradius

e = Einbauabstand (=2xr)

l = Anschlusslänge

h₁ = max. Höhe des 180° Bogens

h₂ = min. Höhe des 180° Bogens

s₁ = Hub

s₂ = Hub

NL = Nennlänge

Berechnungsbeispiel B.2.4

Ringwellschlauch aus Edelstahl, Typ ASS-25, DN25,
beiderseits mit losen Flanschen (l=33 mm.)

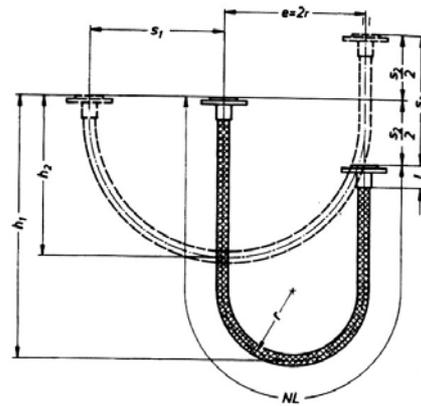
$$r = 250 \cdot \text{mm}$$

$$s = 125 \cdot \text{mm}$$

$$l = 33 \cdot \text{mm}$$

$$NL = \pi \cdot r + 1.57 \cdot s \cdot 1 + \frac{s^2}{2} + 2 \cdot l$$

$$NL = 1002 \cdot \text{mm}$$



Berechnung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als 180°-Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus zwei Richtungen

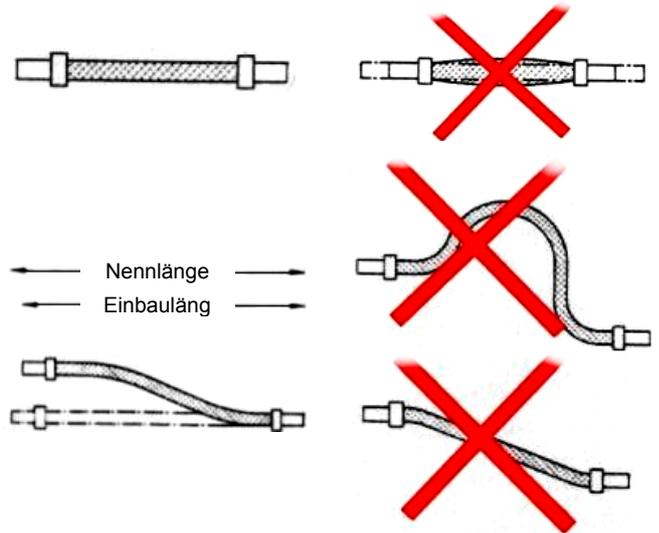
Gleich wie oben, jedoch für die Richtung in der keine Dehnung entsteht für Hub, Null setzen.

1.3 Ausgleich von parallelem Rohrleitungsversatz

Sollen im Einbauzustand noch zusätzliche Schwingungen oder kleine Bewegungen aufgenommen werden, so ist der Biegeradius und die Länge der Schlauchleitung entsprechend zu vergrößern bzw. eine andere Einbauform (90°-Bogen) zu wählen. In diesem Fall müssen die erforderlichen Angaben angefragt werden.

Beispiel 3.1

Schlauchleitung spannungsfrei einbauen.
 Axiale Stauchung ist nicht zulässig.
 Die Umflechtung hebt sich hierdurch vom Schlauch ab,
 und eine Druckbeständigkeit ist nicht mehr gewährleistet,



Beispiel 3.2

Schlauchleitung durch richtige Längenfestlegung mit
 ausreichend neutralen Schlauchenden einbauen.
 Ein Überbiegen oder Strecken ist nicht zulässig.
 Bestimmung der Nennlänge und Einbaulänge nach der
 Formel für einmalige Lateralbiegung.

Berechnung und Einbau von Metallschlauchleitungen für einmalige Lateralbiegung.

Schlauchleitung S-förmig eingebaut zum Ausgleich von parallelen Rohrleitungsversetzungen.
Nur für statische Beanspruchung. Nicht für Dehnungs- oder Schwingungsaufnahme.

$$NL = \frac{r \cdot \pi \cdot \alpha}{90} + 2 \cdot (l + z) \quad (F2.3.1)$$

$$EL = 2 \cdot r \cdot \sin(\alpha) + 2 \cdot (l + z) \quad (F2.3.2)$$

$$a = 2 \cdot r \cdot (1 - \cos(\alpha)) \quad (F2.3.3)$$

Falls $\alpha > 45^\circ$, dann gilt:

$$NL = 2.680 \cdot a + 2 \cdot (l + z) \quad (F2.3.4)$$

$$EL = 2.414 \cdot a + 2 \cdot (l + z) \quad (F2.3.5)$$

a = Grösse des Achsversatzes

r = Min. Biegeradius (aus Tab. 1.1 entnehmen)

α = Biegewinkel

l = Anschlusslänge

z = neutrales Schlauchende mit Aussendurchmesser D_1

EL = Einbaulänge

NL = Nennlänge

Der Biegewinkel α darf bei umflochtenen Schläuchen 45° nicht überschreiten.
 (Bei nicht umflochtenen Schläuchen in Sonderfällen bis max. 60° möglich.)

Berechnungsbeispiel B. 3.1

Ringwellschlauch aus Edelstahl, Typ ASS-25, DN25,
 beiderseits mit losen Flanschen ($l=69\text{mm}$).

$$r = 120 \cdot \text{mm}$$

$$a = 30 \cdot \text{mm}$$

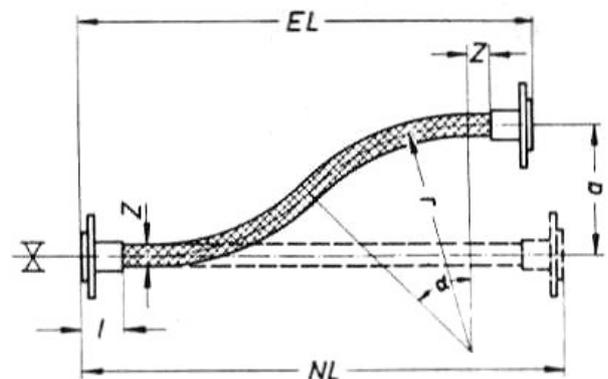
$$l = 69 \cdot \text{mm}$$

$$z = 35 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{2 \cdot r - a}{2 \cdot r}\right)$$

$$\cos(\alpha) = 0.875$$

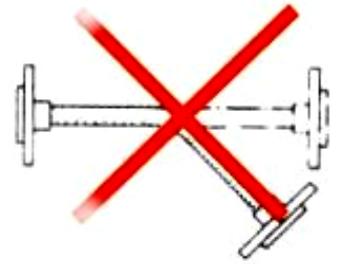
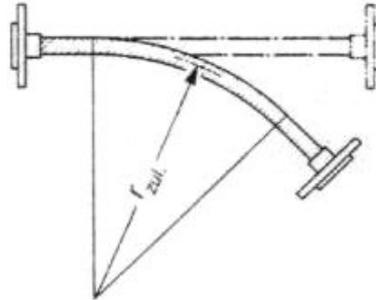
α



1.4 Aufnahme von Angularbewegungen

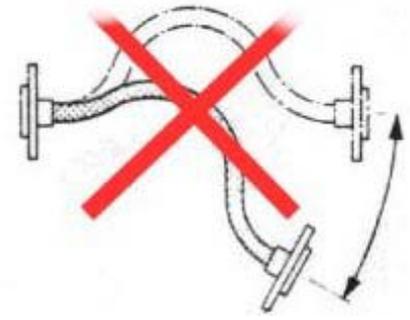
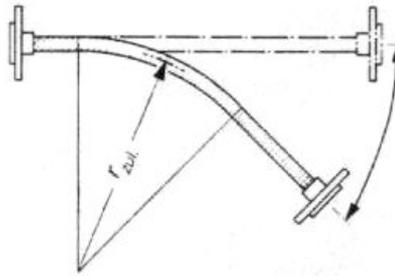
Beispiel 4.1

Für angulare Bewegungsaufnahme Schlauchleitung mit ausreichend neutralen Schlauchenden einbauen. Erforderlichen Biegeradius berücksichtigen. Die Berechnung der Nennlänge und Einbauabstände erfolgt nach den Formeln F2.4.1, 2 und 3.



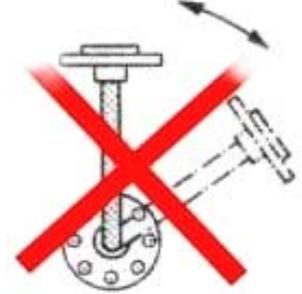
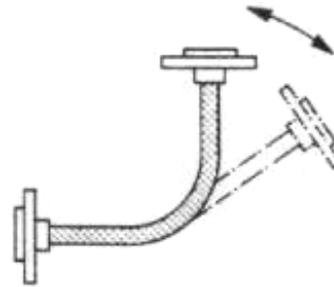
Beispiel 4.2

Durch Verlängerung der neutralen Schlauchenden kann die Winkelbewegung entsprechend vergrößert werden. Die gleichzeitige Verlängerung der Nenn- bzw. Einbaulänge ist dabei zu berücksichtigen. Die Lage des Drehpunktes ist zu beachten. Ein Überbiegen der Schlauchleitung ist nicht zulässig.



Beispiel 4.3

Angularbewegung und Schlauchbogen müssen in einer Ebene liegen. Schädliche Torsionsspannungen werden dadurch vermieden.



Berechnung von Metallschlauchleitungen für angular Bewegungen.

Schlauchbogen und Bewegungsrichtung müssen in einer Ebene liegen.

$$NL = \frac{r \cdot \pi \cdot \alpha}{180} + 2 \cdot (l + z) \quad (F2.4.1)$$

$$EL = r \cdot \sin(\alpha) + (l + z) \cdot (1 + \cos(\alpha)) \quad (F2.4.2)$$

$$a = r \cdot (1 - \cos(\alpha)) + (l + z) \cdot \sin(\alpha) \quad (F2.4.3)$$

α = Biegewinkel

r = Biegeradius, aus Tab.1.1 entnehmen

l = Anschlusslänge

z = Längenzugabe für neutrale Schlauchenden

a = Abstand der Abwinklung

EL= Einbaulänge

NL= Nennlänge

Tabelle für Längenzugabe z [Tab. 1.3]

DN	10 - 12	16-20-25	32-40	50
Längen - zugabe z	25	50	75	100

Berechnungsbeispiel B. 4.1

Ringwellschlauch aus Edelstahl, Typ ASS-25, DN25, beiderseits mit losen Flanschenden (l=58 mm)

$$r = 250 \cdot \text{mm}$$

$$\alpha = 40$$

$$l = 58 \cdot \text{mm}$$

$$z = 50 \cdot \text{mm}$$

$$NL = \frac{r \cdot \pi \cdot \alpha}{180} + 2 \cdot (l + z)$$

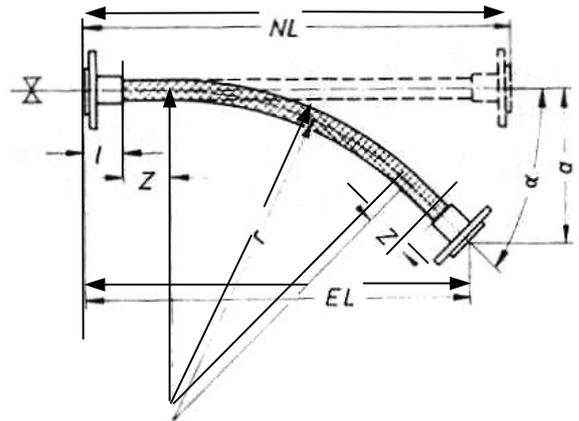
$$NL = 390.5 \cdot \text{mm}$$

$$EL = r \cdot \sin(\alpha) + (l + z) \cdot (1 + \cos(\alpha))$$

$$EL = 222.2 \cdot \text{mm}$$

$$a' = r \cdot (1 - \cos(\alpha)) + (l + z) \cdot \sin(\alpha)$$

$$a = 127.9^\circ \text{mm}$$



1.5 Aufnahme von Schwingungen

Schwingungen, Vibrationen und daraus entstehender Lärm sind nicht nur lästig, sie ermüden auch in hohem Maße die ihnen unterworfenen Materialien. Bei fest verlegten Rohrleitungen innerhalb von Maschinen und Aggregaten, welchen Schwingungen ausgesetzt sind, kann es daher rasch zu Brüchen und Ausfällen kommen. Damit sind Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit einer Anlage gefährdet.

Als schwingungs- und körperschalldämmende Elemente haben sich Ringwellschläuche und Kompensatoren sehr gut bewährt. Voraussetzung ist jedoch, dass sie hinsichtlich Betriebsdruck, Temperatur, Schwingungsgröße und Richtung in funktionsgerechter Weise ausgelegt und eingebaut werden.

Die ASS Ringwellrohre können als 90°-Bogen sowie als durch Verwendung eines starren Ellbogens als 90°-Winkel montiert werden.

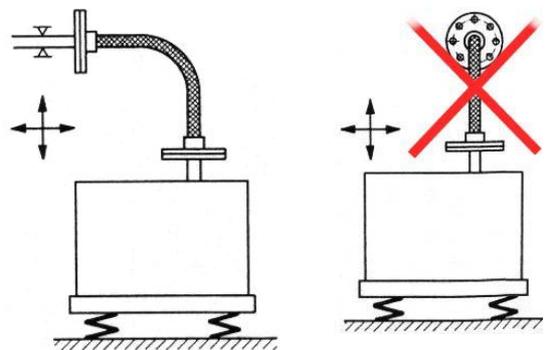
- Im 90°-Bogen fest verlegte Ringwellschlauchleitungen ASS sind zur Aufnahme von Schwingungen in zwei oder drei Ebenen, zum spannungsfreien Anschluss an Pumpen, Kompressoren, Motoren usw. besonders geeignet. Die Berechnung der Nenn- und Schenkellängen erfolgt nach den Formeln in den folgenden Seiten.
- Falls Anschlüsse in der 90° Anordnung zu nahe aneinander liegen ist die Anwendung von einem 90° Ellbogen zu empfehlen, da ein zu kleiner Bogenradius die Einsatzzeit des Wellrohrs wesentlich verkürzen würde. Anwendung hauptsächlich in der Kältetechnik, innerhalb von Kühlaggregaten, Klimageräten, Kälteanlagen usw.
- Für grössere Nennweiten empfehlen wir Kompensatoren zur Aufnahme von axial und lateral auftretender Schwingungen. Da jedoch einer der Festpunkte vom Aggregat gebildet wird, ist zu prüfen, ob dessen Anschlussstutzen zur Aufnahme dieser Kräfte geeignet ist, bzw. ob die Standfestigkeit des oft elastisch gelagerten Aggregats ausreicht.

Lateral-Kompensatoren sind besonders für höhere Drücke und große Nennweiten geeignet. Sie werden eingesetzt, wenn Axial-Kompensatoren aufgrund der höheren Drücke nicht mehr in Betracht kommen und Metallschläuche von der Dimension her ausscheiden.

Sollte ein Axial- oder Lateral-Kompensator eingesetzt werden, so verweisen wir auf das Merkblatt Kompensatoren.

Beispiel 5.1

Schlauchleitung möglichst nahe am Schwingungsaggregat anbauen. Schlauchleitung verdrehungsfrei anschließen. Die Hauptbewegungsrichtung der Schwingungen und der Schlauchbogen müssen in einer Ebene liegen. Schädliche Torsionsbeanspruchung wird dadurch vermieden. An der weiterführenden Rohrleitung muss ein Festpunkt vorgesehen werden. Schlauchleitung darf nicht mit dem Rohrgewicht belastet werden.

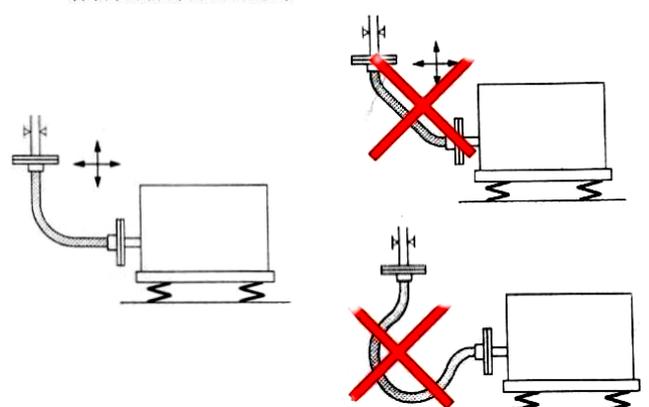


Beispiel 5.2

Schlauchleitung als 90° Bogen mit zulässigem Biegeradius und ausreichend neutralen Schlauchleitungsenden einbauen.

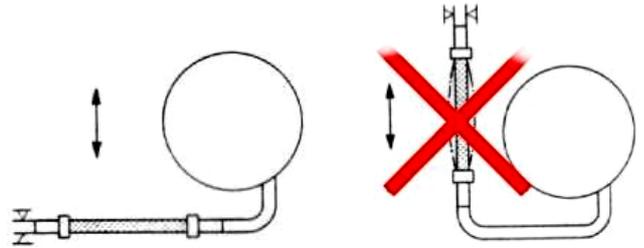
Die Bestimmung der Nennlänge und der Schenkellänge nach Formeln F.2.5.1 und 2.

Überbiegen und Strecken des Schlauchbogens nicht zulässig.

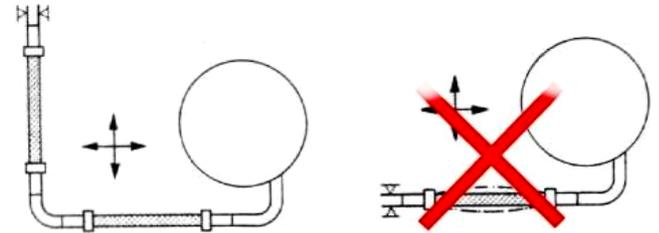


Beispiel 5.3

Schlauchleitung rechtwinklig zur Schwingungsrichtung einbauen.

**Beispiel 5.4**

Zur Aufnahme von zwei- oder dreidimensionalen Schwingungen Schlauchleitungen als 90°-Winkelleitung einbauen.
Axial auftretende Schwingungen werden von Schläuchen nicht aufgenommen.

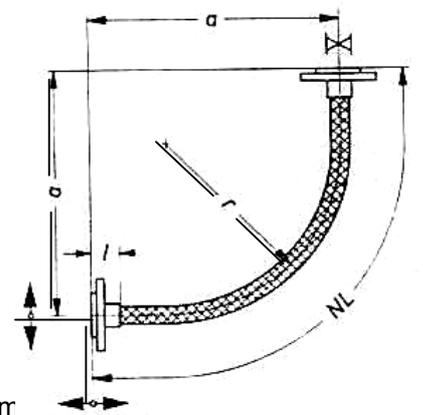


Berechnung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als 90° Bogen für Schwingungsaufnahme

(für kleine Amplitude und hohe Frequenz)

$$NL = 2.3 \cdot r + 2 \cdot l \quad (F2.5.1)$$

$$a = 1.365 \cdot r + l \quad (F2.5.2)$$



Zulässige Amplitude: im Dauerbetrieb ± 1 mm, beim Ein-/Ausschalten max. 10mm

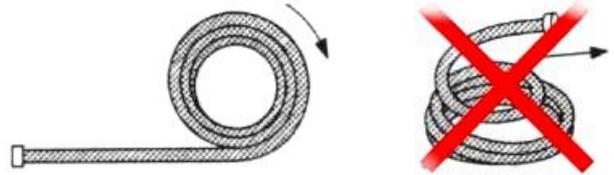
Hilfstabelle für Einbaulänge von Schwingungsbelasteten Wellrohren [Tab. 1.4]

DN	10	12	16	20	25	32	40	50
r	80	92	111	149	170	205	239	281
a	160	175	200	253	287	350	401	464
l_{max}	50	50	50	50	55	70	75	80
NL	284	312	355	443	501	612	700	806

1.6 Handhabung und Montage

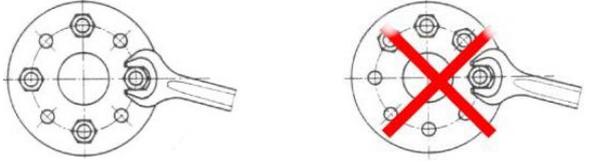
Beispiel 6.1

Schlauchleitung durch Abrollen des Schlauchringes gerade legen.
Durch ziehen an einem Ende des Schlauchringes wird der zulässige Mindestbiegeradius des Schlauches unterschritten und unzulässig auf Torsion beansprucht.



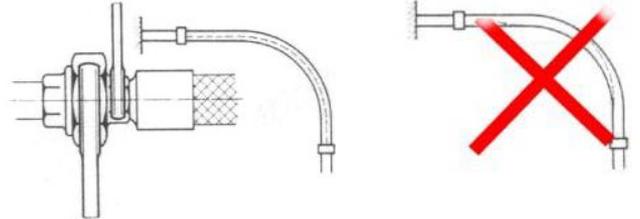
Beispiel 6.2

Gegenflansche gleichmässig über Kreuz anziehen.
Schraubenlöcher müssen genau fluchten.
An einem Ende lose Flansche verwenden.



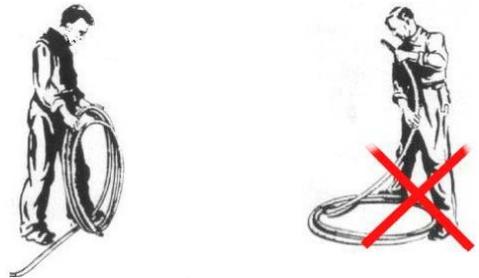
Beispiel 6.3

Schlauchleitung verdrehungsfrei anschliessen. Bei drehbaren Gewindeanschlüssen zweiten Schlüssel zum Gegenhalten verwenden.



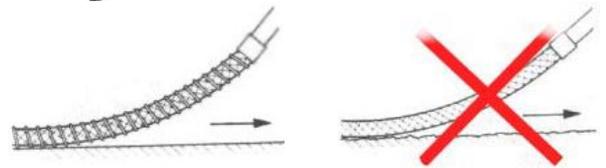
Beispiel 6.4

Bei Metallschläuchen muss besonders darauf geachtet werden, dass der Schlauch nicht durch falsche Handhabung beschädigt und dadurch undicht wird.
Ein aufgerollter Schlauch soll z.B. beim Auslegen nicht gezogen sondern abgerollt werden.



Beispiel 6.5

Lassen sich äussere mechanische Beanspruchungen z.B. häufiges Ziehen auf dem Boden nicht vermeiden, ist die Schlauchleitung je nach Grad der Beanspruchung entweder durch eine äussere Spirale oder durch einen Schutzschlauch vor Beschädigungen zu schützen.



Beispiel 6.6

Zu starke Biegebeanspruchung durch Verwendung einer dem zulässigen Biegeradius entsprechende Rolle vermeiden.



Beispiel 6.7

Auch bei manuellem Gebrauch Schlauchenden durch Verwendung von starren Rohrbogen vor unzulässigen Biegebeanspruchungen schützen.

