

## 1. Auslegung, Berechnung & Einbauhinweise der Schläuche und Edelstahlwellrohre

### 1.1 Aufnahme von Hubbewegungen

Zur Aufnahme größerer Hubbewegungen werden Metallschlauchleitungen im 180° Bogen (Uförmig) 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 Bewegung 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.

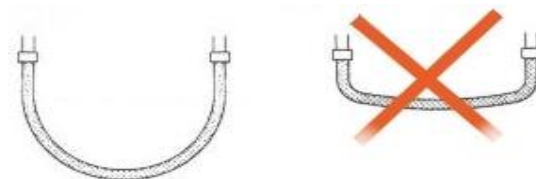
Um einen torsionsfreien Einbau zu gewährleisten, ist die Schlauchleitung an einer Seite zunächst nur lose zu befestigen. Danach die Hubbewegung 2 bis 3 mal leer durchfahren, damit sich die Schlauchleitung verwindungsfrei ausrichten kann und erst dann anziehen. Bei Verschraubungen ist dabei unbedingt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



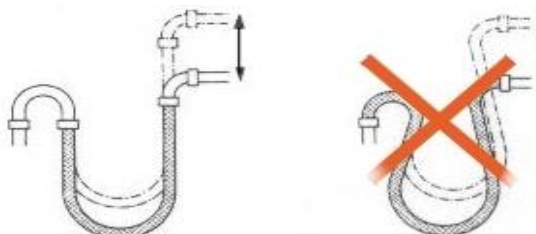
**Beispiel 1.1**

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.



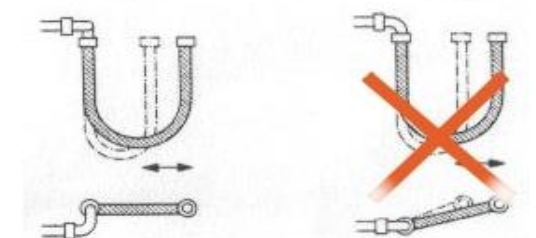
**Beispiel 1.2**

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



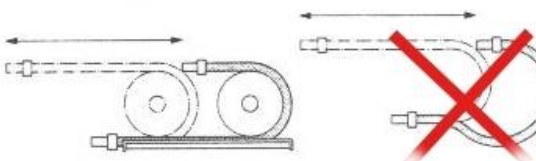
**Beispiel 1.3**

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



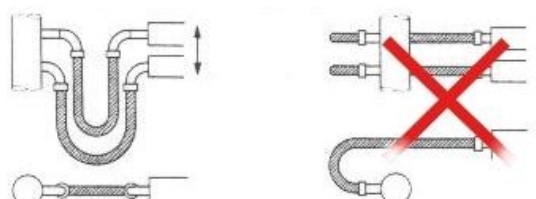
**Beispiel 1.4**

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.



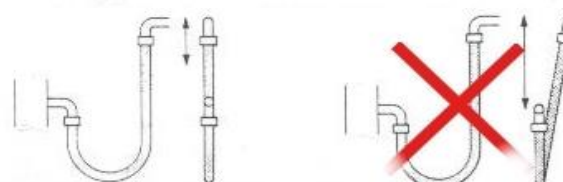
**Beispiel 1.6**

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.

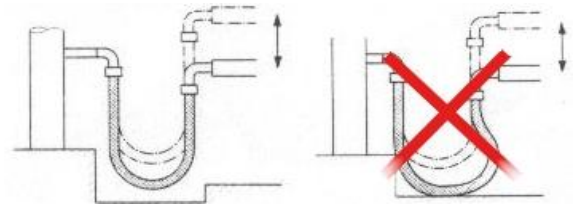


Tabelle für nominale Biegeradien [Tab. 1.1]

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

h<sub>1</sub> = max Bogenhöhe

h<sub>2</sub> = min Bogenhöhe

e = Einbauabstand

**Berechnungsbeispiel B.1.1**

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

r := 250·mm

s := 300·mm

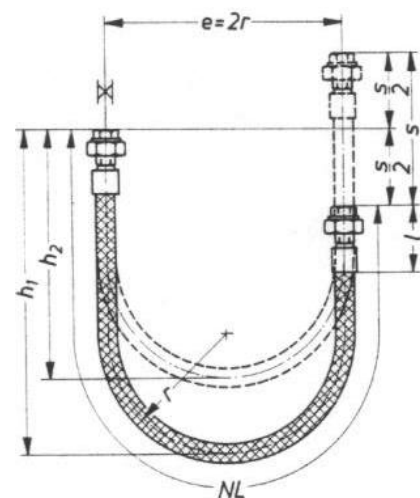
l := 88·mm

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

NL = 1326·mm

e := 2·r

e = 500·mm



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

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

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

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

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

**e = Einbauabstand**

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

**h<sub>1</sub> = max. Höhe des 180° Bogens**

**h<sub>2</sub> = 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)

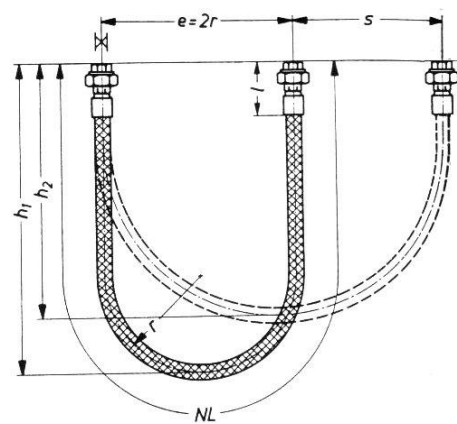
$$r := 250 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

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



**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)

h<sub>1</sub> = max. Höhe des 180° Bogens [mm.]

h<sub>2</sub> = 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

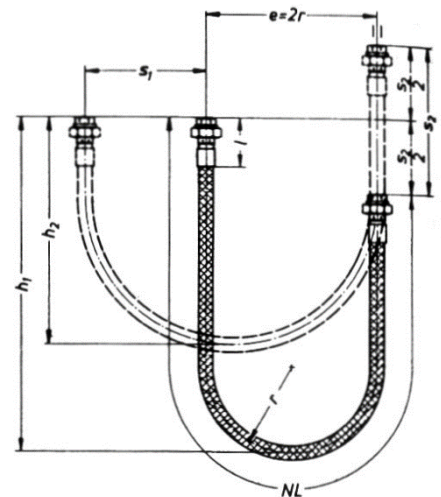
s<sub>1</sub> := 100 · mm

s<sub>2</sub> := 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.

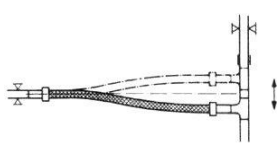

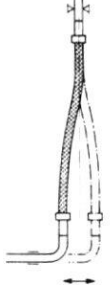
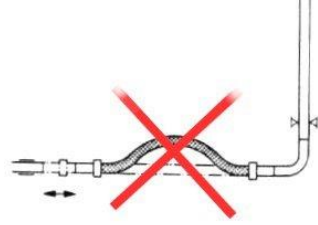
**im 90°Bogen eingebaute Metallschlauchleitungen**, können Wärmedehnungen aus 1 oder 2 Richtungen aufnehmen. Voraussetzung dafür ist neben der Wahl der richtigen Schlauchausführung ein fach und funktionsgerechter Einbau. Der Einbau erfolgt zweckmäßigerweise in natürlich im Rohrverlauf gegebenen 90°Abwinklungen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

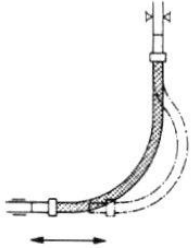
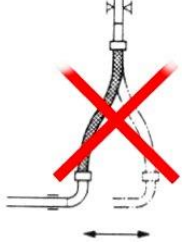
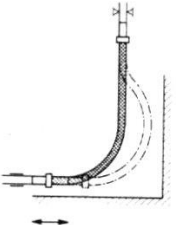
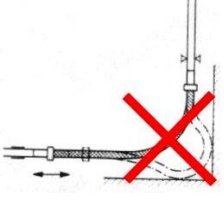
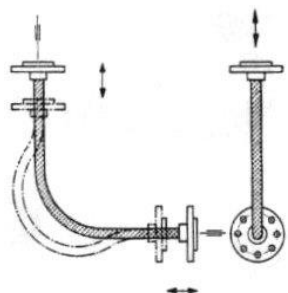

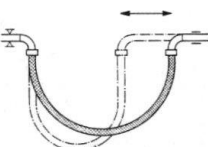
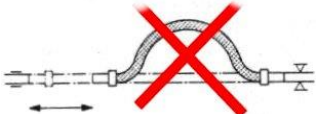
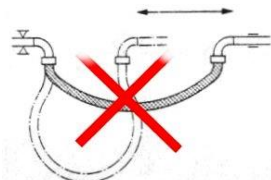
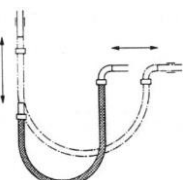
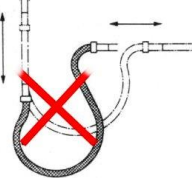
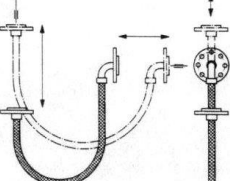

Die genaue Berechnung von Einbauabständen, Nennlängen und Dehnungsaufnahme kann mit Hilfe der Berechnungsformeln (F2.2.1 bis F2.2.5) durchgeführt werden.

**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°BogenEinbau 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.

<p><b>Beispiel 2.1</b> 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.</p>		
<p><b>Beispiel 2.2</b> Lateraleinbau ist nur zur Aufnahme kleiner Dehnungen zulässig. Ein Strecken oder Stauchen der Schlauchleitung ist nicht zulässig.</p>		





<p><b>Beispiel 2.3</b> Zur Aufnahme größerer Dehnungen Schlauchleitung im 90° Bogen einbauen. Lateraleinbau nicht mehr zulässig.</p>		
<p><b>Beispiel 2.4</b> 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.</p>		
<p><b>Beispiel 2.5</b> Zur Aufnahme von Wärmedehnungen aus 2 Richtungen 90°-BogenEinbau 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.</p>		
<p><b>Beispiel 2.6</b> Zur Aufnahme großer axialer Dehnungen in langen geraden Rohrstrecken Schlauchleitung im 180°Bogen einbauen. Ein axiales Strecken oder Zusammendrücken der Schlauchleitung ist nicht zulässig.</p>		
<p><b>Beispiel 2.7</b> 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.</p>		
<p><b>Beispiel 2.8</b> 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.</p>		
<p><b>Beispiel 2.9</b> Dehnungsrichtung und Schlauchbogen müssen in einer Ebene liegen. Seitliche Abbiegungen sind durch geeignete Rohrführungen zu verhindern. Schädliche Torsionsspannungen werden dadurch verhindert.</p>		



### **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!

$$NL = \sqrt{20 \cdot r \cdot \lambda} + 2 \cdot l \quad (F2.2.1)$$

(F2.2.1)

r = nominaler Biegeradius (aus Tab. 1.1 zu entnehmen)

$$\lambda = \frac{SL^2}{20 \cdot r} \quad (F2.2.2)$$

(F2.2.2)

□ = Lateralweg aus der Mittelachse (Gesamtlateralweg = 2 x □)

l = Anschlusslänge

$$EL = NL \cdot 0.995 \quad (F2.2.3)$$

(F2.2.3)

NL = Nennlänge

$$SL = NL - 2 \cdot l \quad (F2.2.4)$$

(F2.2.4)

EL = Einbaulänge

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

(F2.2.5)

SL = Schlauchlänge

#### **Berechnungsbeispiel B.2.1**

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

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

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

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

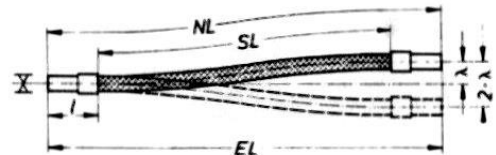
$$NL := \left( \sqrt{20 \cdot r \cdot \lambda} + 2 \cdot l \right)$$

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

$$EL := NL \cdot 0.995$$

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

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!

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

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

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

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

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

s = Dehnungsaufnahme [mm]

l = Abschlusslänge [mm]

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

NL = Nennlänge

a = Einbauabstand

b = Einbauabstand

### 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!

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

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

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

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

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

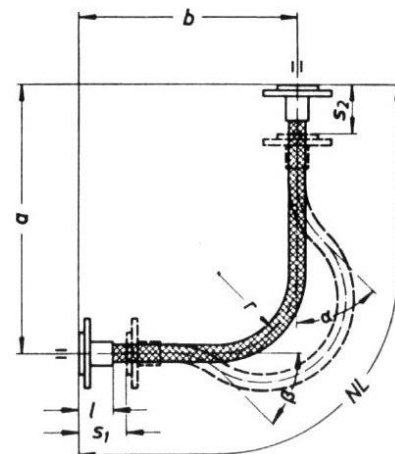
s<sub>1</sub> = Dehnungsaufnahme [mm]

s<sub>2</sub> = 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°

$$\alpha := 30 \cdot \text{deg} \quad \beta := 24 \cdot \text{deg}$$

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

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

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

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

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

### 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'	30'	60'			0'	30'	60'
0°	0,0000	0,0001	0,0003		20°	0,1347	0,1418	0,1492		40°	0,5785	0,5940	0,6096
1°	0,0003	0,0007	0,0012		21°	0,1492	0,1567	0,1644		41°	0,6096	0,6255	0,6415
2°	0,0012	0,0020	0,0028		22°	0,1644	0,1723	0,1804		42°	0,6415	0,6578	0,6743
3°	0,0028	0,0039	0,0051		23°	0,1804	0,1886	0,1972		43°	0,6743	0,6910	0,7079
4°	0,0051	0,0063	0,0077		24°	0,1972	0,2059	0,2149		44°	0,7079	0,7251	0,7424
5°	0,0077	0,0095	0,0113		25°	0,2149	0,2239	0,2332		45°	0,7424	0,7599	0,7778
6°	0,0113	0,0134	0,0155		26°	0,2332	0,2427	0,2525		46°	0,7778	0,7957	0,8139
7°	0,0155	0,0179	0,0205		27°	0,2525	0,2624	0,2724		47°	0,8139	0,8323	0,8510
8°	0,0205	0,0232	0,0258		28°	0,2724	0,2829	0,2934		48°	0,8510	0,8699	0,8889
9°	0,0258	0,0290	0,0322		29°	0,2934	0,3042	0,3152		49°	0,8889	0,9082	0,9277
10°	0,0322	0,0354	0,0390		30°	0,3152	0,3263	0,3376		50°	0,9277	0,9474	0,9673
11°	0,0390	0,0428	0,0469		31°	0,3376	0,3492	0,3611		51°	0,9673	0,9874	1,0078
12°	0,0469	0,0510	0,0551		32°	0,3611	0,3731	0,3852		52°	1,0078	1,0284	1,0491
13°	0,0551	0,0596	0,0644		33°	0,3852	0,3977	0,4104		53°	1,0491	1,0701	1,0914
14°	0,0644	0,0690	0,0741		34°	0,4104	0,4232	0,4363		54°	1,0914	1,1128	1,1344
15°	0,0741	0,0793	0,0848		35°	0,4363	0,4495	0,4630		55°	1,1344	1,1563	1,1783
16°	0,0848	0,0902	0,0961		36°	0,4630	0,4767	0,4906		56°	1,1783	1,2006	1,2231
17°	0,0961	0,1020	0,1082		37°	0,4906	0,5048	0,5190		57°	1,2231	1,2457	1,2686
18°	0,1082	0,1144	0,1210		38°	0,5190	0,5337	0,5484		58°	1,2686	1,2918	1,3150
19°	0,1210	0,1278	0,1347		39°	0,5484	0,5634	0,5785		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

h<sub>1</sub> = max. Höhe des 180° Bogens

h<sub>2</sub> = min. Höhe des 180° Bogens

s<sub>1</sub> = Hub

s<sub>2</sub> = Hub

NL= Nennlänge



### Berechnungsbeispiel B.2.4

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

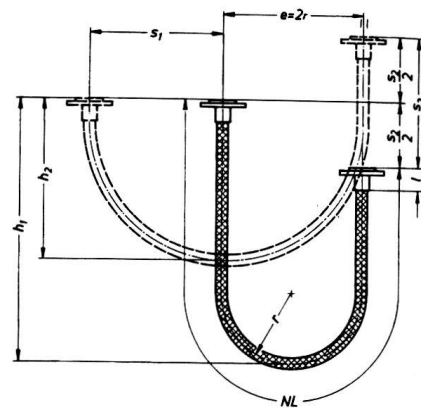
$$r := 250 \cdot \text{mm}$$

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

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

$$NL := \pi \cdot r + 1.57 \cdot s_1 + \frac{s_2}{2} + 2 \cdot l$$

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



### 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.

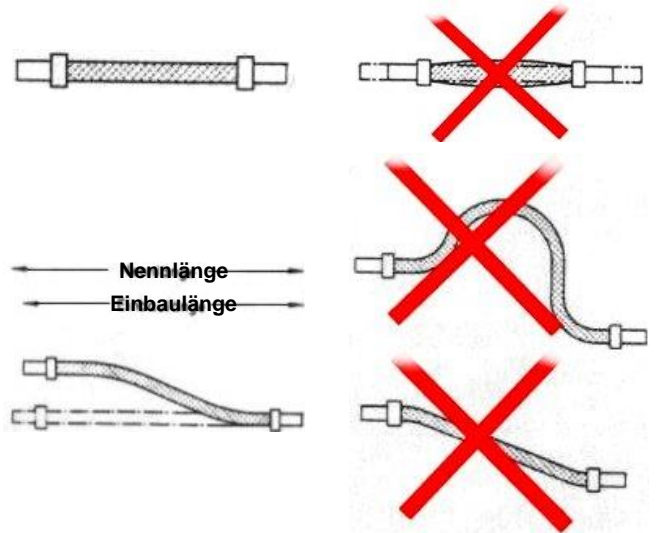


### 1.3 Ausgleich von parallelem Rohrleitungsversatz

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 Sförmig 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)

$\alpha$  = Biegewinkel

l = Anschlusslänge

z = neutrales Schlauchende mit Aussendurchmesser  $D_1$

EL = Einbaulänge

NL = Nennlänge

Der Biegewinkel  $\alpha$  darf bei umflochtenen Schläuchen  $45^\circ$  nicht überschreiten.  
(Bei nicht umflochtenen Schläuchen in Sonderfällen bis max.  $60^\circ$  möglich.)



### Berechnungsbeispiel B. 3.1

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

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

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

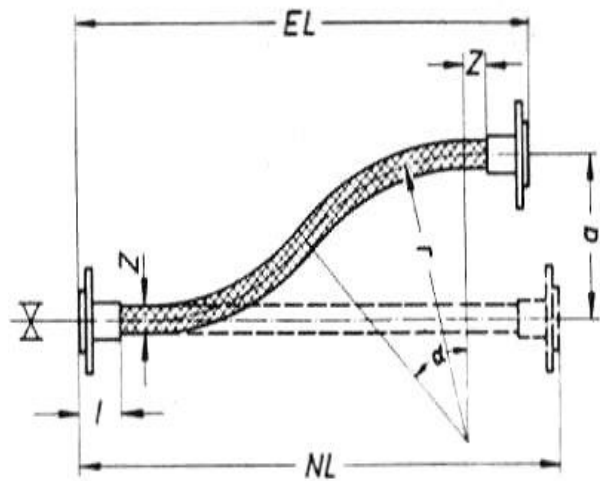
$$l := 69 \cdot \text{mm}$$

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

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

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

$$\alpha = 29^\circ \text{deg}$$



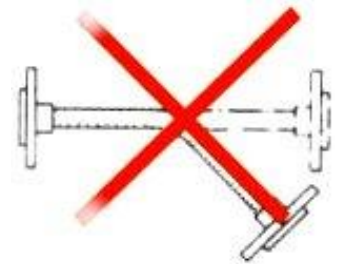
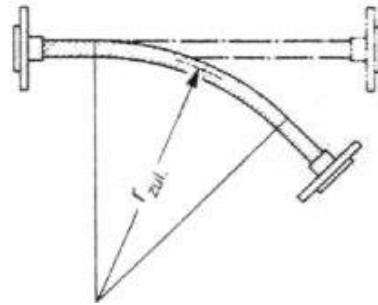


## 1.4 Aufnahme von Angularbewegungen

### Beispiel 4.1

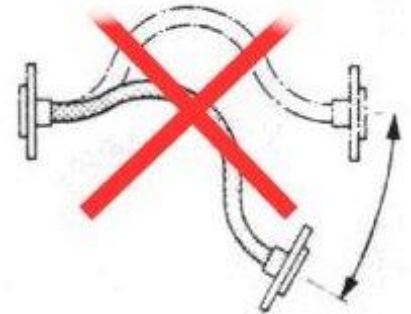
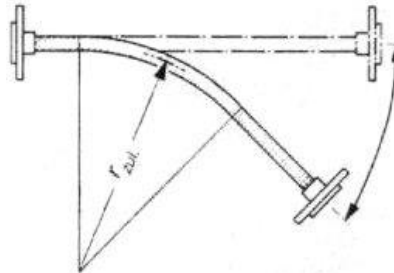
Für angular Bewegungsaufnahme Schlauchleitung mit ausreichend neutralen Schlauchenden einbauen. Erforderlichen Biegeradius berücksichtigen.

Die Berechnung der Nennlänge und Einbauabstände erfolgt nach den Formeln F2.4.1, 2 und 3.



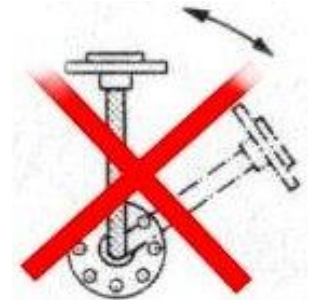
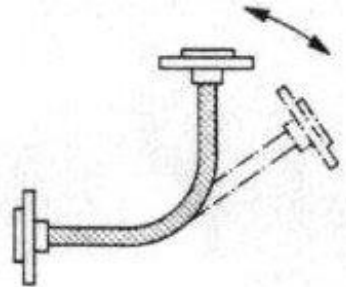
### Beispiel 4.2

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.

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

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

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

$\alpha$  = 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)

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

$$\alpha = 40$$

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

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

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

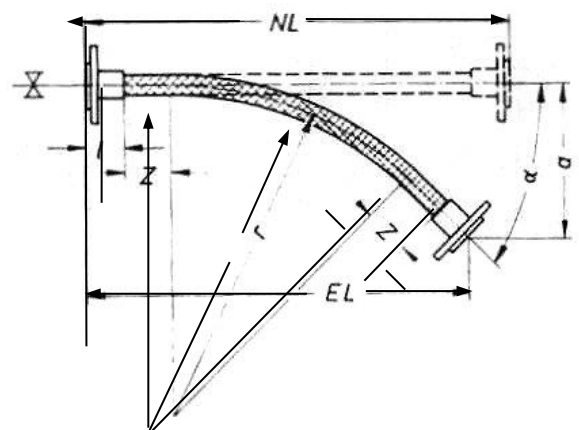
$$NL = 390.5 \text{ mm}$$

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

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

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

$$a = 127.9 \cdot \text{mm}$$



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

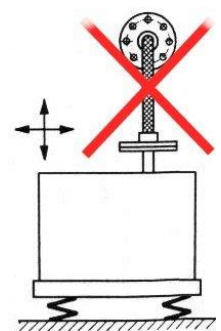
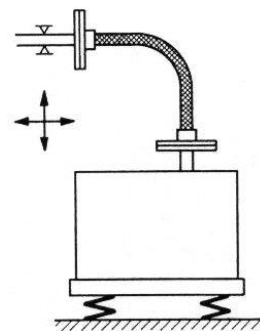
- Im 90°Bogen fest verlegte Ringwellschlauchleitungen ASS sind zur Aufnahme von Schwingungen in zwei oder drei Ebenen, zum spannungsfreien Anschluss an Pumpen, Kompressoren, Motoren usw. besonders geeignet. Die Berechnung der Nenn- und Schenkellängen erfolgt nach den Formeln in den folgenden Seiten.
- 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 Wellrohres 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.

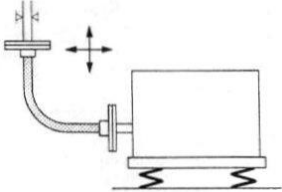
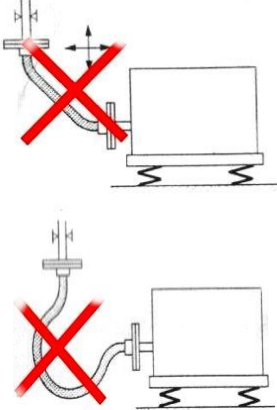
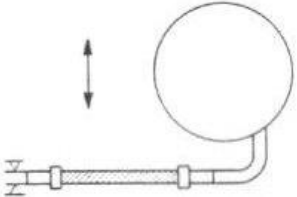
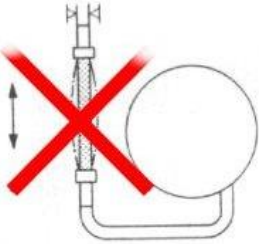
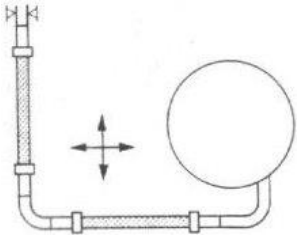
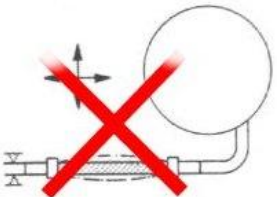
LateralKompensatoren sind besonders für höhere Drücke und große Nennweiten geeignet. Sie werden eingesetzt, wenn AxialKompensatoren aufgrund der höheren Drücke nicht mehr in Betracht kommen und Metallschläuche von der Dimension her ausscheiden.

Sollte ein Axial oder LateralKompensator 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.



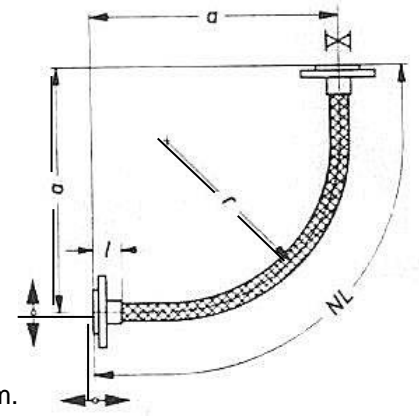
<p><b>Beispiel 5.2</b> Schlauchleitung als 90° Bogen mit zulässigem Biegeradius und ausreichend neutralen Schlauchleitungsenden einbauen. Die Bestimmung der Nennlänge und der Schenkellänge nach Formeln F.2.5.1 und 2. Überbiegen und Strecken des Schlauchbogens nicht zulässig.</p>		
<p><b>Beispiel 5.3</b> Schlauchleitung rechtwinklig zur Schwingungsrichtung einbauen.</p>		
<p><b>Beispiel 5.4</b> Zur Aufnahme von zwei- oder dreidimensionalen Schwingungen Schlauchleitungen als 90°-Winkelleitung einbauen. Axial auftretende Schwingungen werden von Schläuchen nicht aufgenommen.</p>		



**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  $\pm 1$  mm, beim Ein-/Ausschalten max.10mm.

Hilfstabelle für Einbaulänge von Schwingungbelasteten Wellrohren [Tab. 1.4]

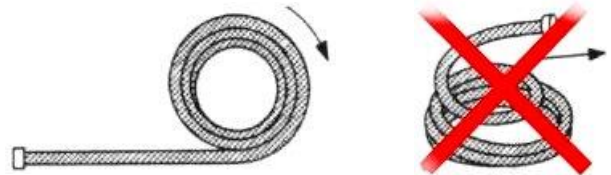
DN	10	12	16	20	25	32	40	50
r	80	92	111	149	170	205	239	281
a	160	175	200	253	287	350	401	464
$l_{\max}$	50	50	50	50	55	70	75	80
NL	284	312	355	443	501	612	700	806



## 1.6 Handhabung und Montage

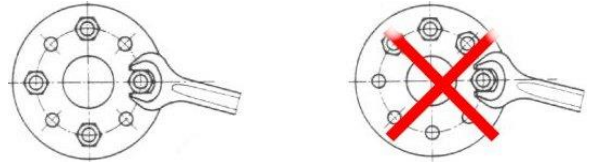
### Beispiel 6.1

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



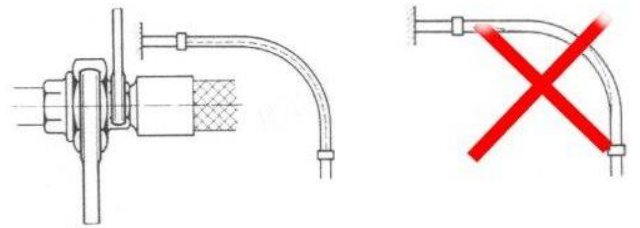
### Beispiel 6.2

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



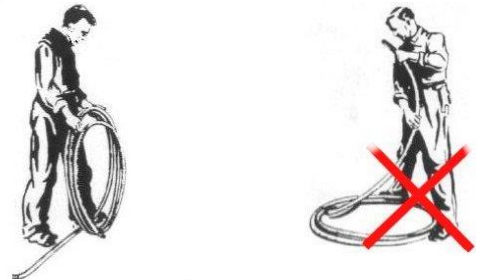
### Beispiel 6.3

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



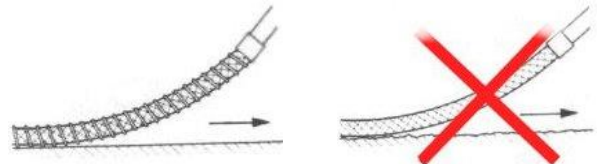
### Beispiel 6.4

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.

