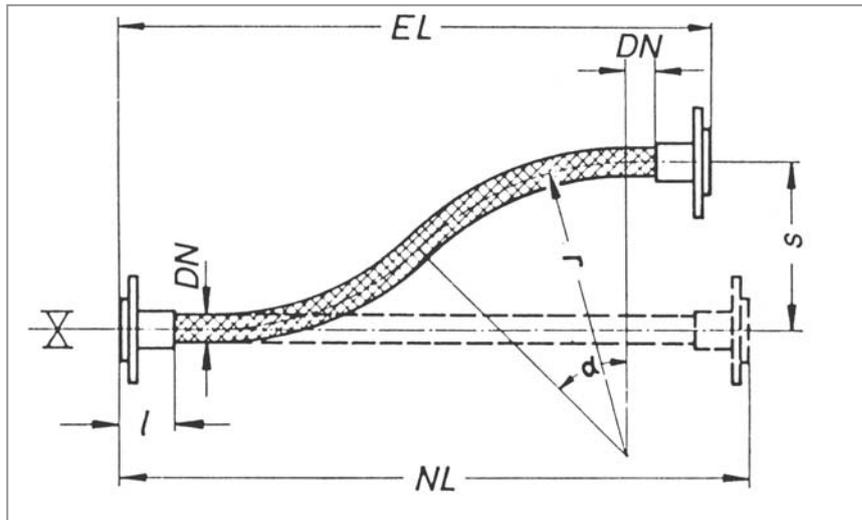


▶ Fallbeispiele

Statischer Ausgleich von Lateralversatz

Längenermittlung. Schlauchleitung S-förmig eingebaut, nur für statische Beanspruchung, nicht für Dehnungs- oder Schwingungsaufnahme.



s = Größe des Achsversatzes [mm]
 r = Biegeradius [mm]
(entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 α = Biegewinkel [°]
 l = Länge des Anschlusssteils [mm]
 DN = Schlauch-Nennweite [mm]
 EL = Einbaulänge [mm]
 NL = Nennlänge [mm]

- ▶ Der Biegewinkel α darf bei umflochtenen Schläuchen max. 45° nicht überschreiten:

$$\begin{aligned}NL &= [(r \cdot \pi \cdot \alpha)/90] + 2(l + DN) \\EL &= 2r \cdot \sin\alpha + 2(l + DN) \\s &= 2r(1 - \cos\alpha)\end{aligned}$$

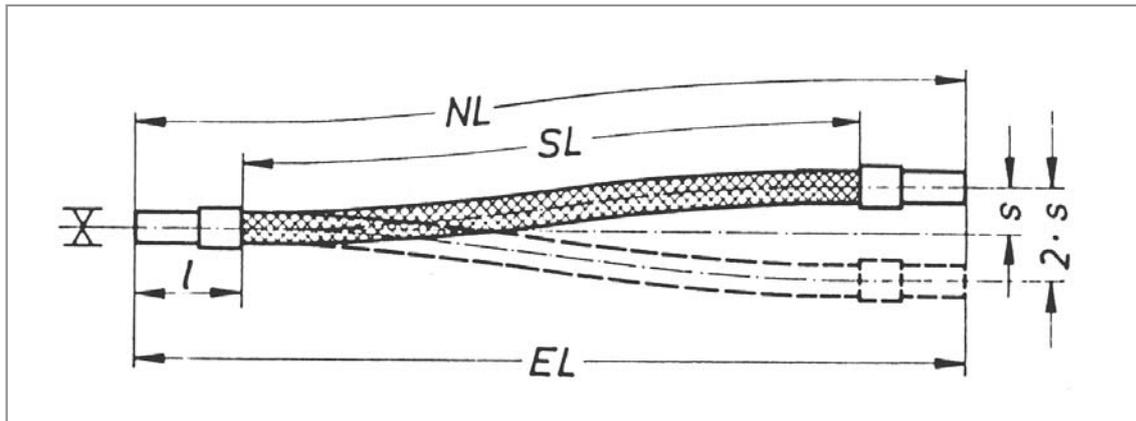
- ▶ Ist der errechnete Biegewinkel α größer als 45° , ist die Einbaulänge und Nennlänge nach folgenden Formeln zu berechnen:

$$\begin{aligned}EL &= 2,414s + 2(l + DN) \\NL &= 2,68s + 2(l + DN)\end{aligned}$$

Aufnahme von Dehnungen

► Beispiel 1

Längenermittlung für Metallschlauchleitungen mit lateraler Dehnungsaufnahme. Schlauchleitung rechtwinklig zur Bewegungsrichtung anordnen. Laterale Bewegungsaufnahme bis max. 100mm zulässig. Nicht für Schwingungen!



$2 \cdot s$ = Gesamt-Lateralweg [mm]
 s = Lateralweg aus der Mittelachse [mm]
 r = Biegeradius [mm]
(entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 l = Länge des Anschlusssteils [mm]
(die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
 SL = frei bewegliche Schlauchlänge [mm]
 EL = Einbaulänge [mm]
 NL = Nennlänge [mm]

EL = Einbaulänge
 SL = Schlauchlänge
 SL_{\min} = minimale Schlauchlänge

$$NL = \sqrt{20 \cdot r \cdot s} + 2l$$

$$s = \frac{SL^2}{20r}$$

$$EL = 0,995NL$$

$$SL = NL - 2l$$

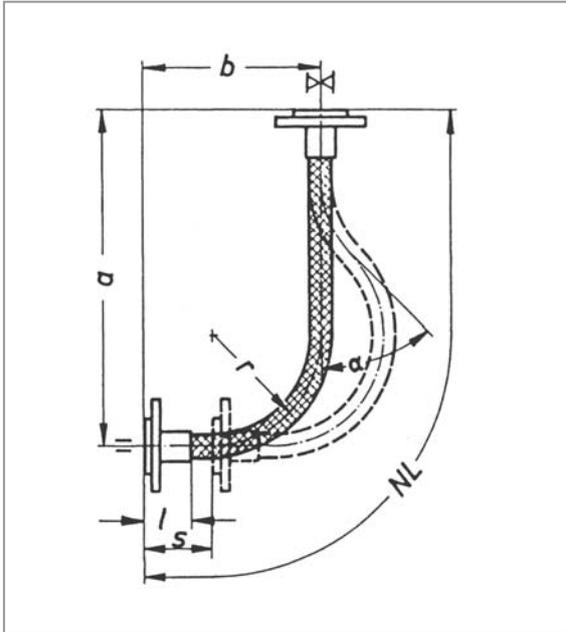
$$SL_{\min} = 6s$$

- Die Schlauchleitung so einbauen, dass in Endstellung keine Zugspannung auftritt.

▷ Beispiel 2

Längenermittlung für Metallschlauchleitungen zum Einbau als 90°-Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus einer Richtung.

Nicht geeignet für Schwingungen!



s = Dehnungsaufnahme [mm]
 a = Einbauabstand [mm]
 b = Einbauabstand [mm]
 r = Biegeradius [mm] (entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 l = Länge des Anschlusssteils [mm] (die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
 α = Biegewinkel [°]
 NL = Nennlänge [mm]

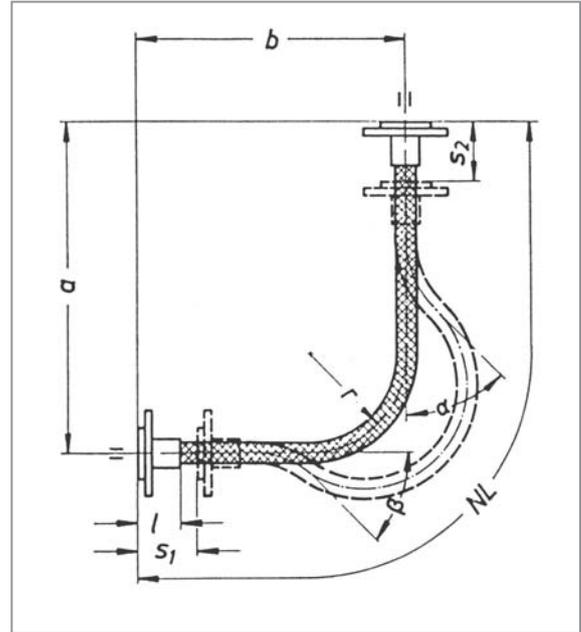
$$\begin{aligned}
 NL &= 0,035r \cdot \alpha + 1,57r + 2l \\
 a &= r + (2r \cdot \sin\alpha) + l \\
 b &= r + r(0,035\alpha - 2\sin\alpha) + l \\
 f_{\alpha} &= s/r \\
 \alpha &< 60^{\circ}
 \end{aligned}$$

f_{α} - Werte entnehmen Sie bitte der Biegewinkeltabelle auf Seite 4.24

▷ Beispiel 3

Längenermittlung für Metallschlauchleitungen zum Einbau als 90°-Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus 2 Richtungen.

Nicht geeignet für Schwingungen!



s_1 = Dehnungsaufnahme [mm]
 s_2 = Dehnungsaufnahme [mm]
 a = Einbauabstand [mm]
 b = Einbauabstand [mm]
 r = Biegeradius [mm] (entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 l = Länge des Anschlusssteils [mm] (die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
 α = Biegewinkel [°]
 β = Biegewinkel [°]
 NL = Nennlänge [mm]

$$\begin{aligned}
 NL &= 0,035r \cdot (\alpha + \beta) + 1,57r + 2l \\
 a &= r + 2r \cdot \sin\alpha + r(0,035\beta - 2\sin\beta) + l \\
 b &= r + 2r \cdot \sin\beta + r(0,035\alpha - 2\sin\alpha) + l \\
 f_{\alpha} &= s_1/r \\
 f_{\beta} &= s_2/r \\
 \alpha &< 45^{\circ} \\
 \beta &< 45^{\circ}
 \end{aligned}$$

f_{α} , f_{β} - Werte entnehmen Sie bitte der Biegewinkeltabelle auf Seite 4.24

Biegeiwinkeltabelle für 90°-Anordnung zur Bestimmung des Biegeiwinkels.

0° – 30°				30° – 60°			
Biegeiwinkel α, β	Winkelfaktor f_α, f_β			Biegeiwinkel α, β	Winkelfaktor f_α, f_β		
	Grad\min.	0°	30°		60°	Grad\min.	0°
0	0,0000	0,0001	0,0003	30	0,3151	0,3263	0,3377
1	0,0003	0,0007	0,0012	31	0,3377	0,3493	0,3611
2	0,0012	0,0019	0,0028	32	0,3611	0,3731	0,3853
3	0,0028	0,0038	0,0050	33	0,3853	0,3977	0,4104
4	0,0050	0,0063	0,0078	34	0,4104	0,4232	0,4363
5	0,0078	0,0095	0,0113	35	0,4363	0,4495	0,4630
6	0,0113	0,0133	0,0155	36	0,4630	0,4767	0,4906
7	0,0155	0,0179	0,0204	37	0,4906	0,5048	0,5191
8	0,0204	0,0231	0,0259	38	0,5191	0,5337	0,5484
9	0,0259	0,0289	0,0322	39	0,5484	0,5634	0,5786
10	0,0322	0,0355	0,0391	40	0,5786	0,5940	0,6096
11	0,0391	0,0428	0,0468	41	0,6096	0,6255	0,6415
12	0,0468	0,0509	0,0551	42	0,6415	0,6578	0,6743
13	0,0551	0,0596	0,0643	43	0,6743	0,6910	0,7079
14	0,0643	0,0690	0,0741	44	0,7079	0,7250	0,7424
15	0,0741	0,0793	0,0847	45	0,7424	0,7599	0,7777
16	0,0847	0,0903	0,0961	46	0,7777	0,7957	0,8139
17	0,0961	0,1020	0,1082	47	0,8139	0,8323	0,8510
18	0,1082	0,1145	0,1211	48	0,8510	0,8698	0,8889
19	0,1211	0,1278	0,1347	49	0,8889	0,9082	0,9277
20	0,1347	0,1418	0,1491	50	0,9277	0,9474	0,9673
21	0,1491	0,1567	0,1644	51	0,9673	0,9874	1,0078
22	0,1644	0,1723	0,1804	52	1,0078	1,0284	1,0491
23	0,1804	0,1887	0,1972	53	1,0491	1,0701	1,0914
24	0,1972	0,2059	0,2148	54	1,0914	1,1128	1,1344
25	0,2148	0,2239	0,2332	55	1,1344	1,1563	1,1783
26	0,2332	0,2428	0,2525	56	1,1783	1,2006	1,2230
27	0,2525	0,2624	0,2725	57	1,2230	1,2457	1,2686
28	0,2725	0,2829	0,2934	58	1,2686	1,2918	1,3150
29	0,2934	0,3042	0,3151	59	1,3150	1,3386	1,3623

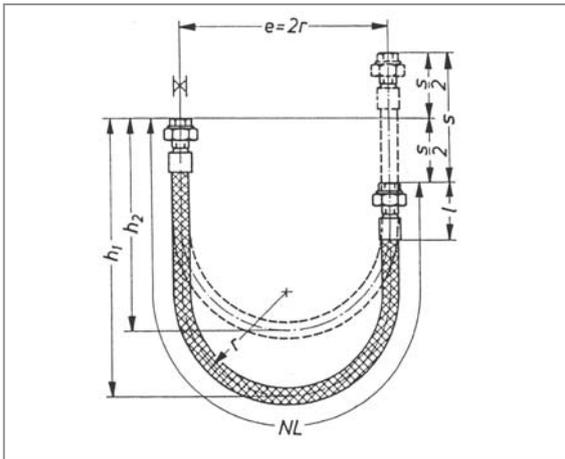
Der Biegeiwinkel darf 60° nicht überschreiten. Ist der errechnete Wert s/r größer als 1,3623, muss der Biegeiwinkel mit größerem Biegeradius r neu ermittelt werden.

f_α, f_β = Winkelfaktor
 r = Biegeradius [mm]
 (entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 s = Dehnungsaufnahme [mm]
 α = Biegeiwinkel [°]
 β = Biegeiwinkel [°]

Aufnahme von Bewegungen

▶ Beispiel 1

Längenermittlung für Metallschlauchleitungen zum Einbau als 180°-Bogen. Hub vertikal.



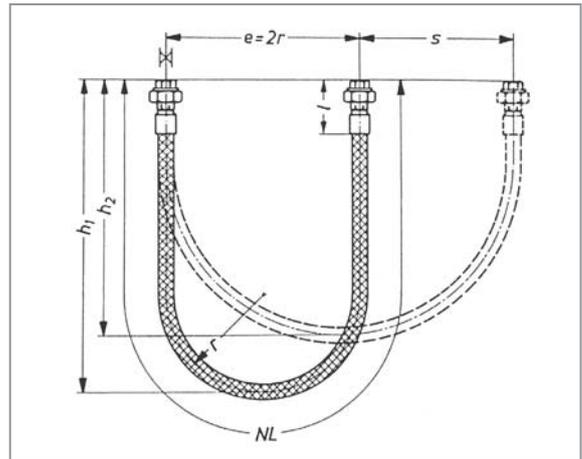
r = Biegeradius [mm] (entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 e = Einbauabstand [mm]
 l = Länge des Anschlusssteils [mm] (die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
 h_1 = max. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 h_2 = min. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 s = Hub [mm]
 NL = Nennlänge [mm]

$$\begin{aligned} NL &= 4r + s/2 + 2l \\ h_1 &= 1,43r + s/2 + l \\ h_2 &= 1,43r + l \end{aligned}$$

- ▶ Die gewählten Biegeradien sind mit einem Lebensdauerfaktor f_{si} zwischen 1,5 und 4 je nach Betriebsbedingungen und gewünschter Lebensdauer zu multiplizieren.

▶ Beispiel 2

Längenermittlung für Metallschlauchleitungen zum Einbau als 180°-Bogen. Hub horizontal.



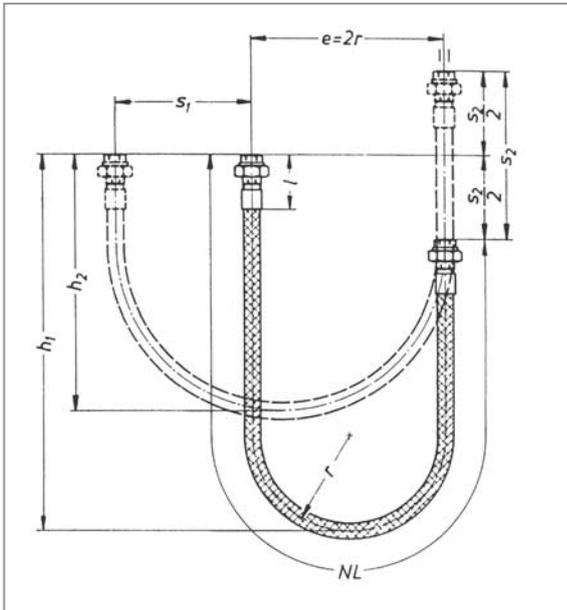
r = Biegeradius [mm] (entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 e = Einbauabstand [mm]
 l = Länge des Anschlusssteils [mm] (die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
 h_1 = max. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 h_2 = min. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 s = Hub [mm]
 NL = Nennlänge [mm]

$$\begin{aligned} NL &= 4r + 1,57s + 2l \\ h_1 &= 1,43r + 0,785s + l \\ h_2 &= 1,43r + s/2 + l \end{aligned}$$

- ▶ Die gewählten Biegeradien sind mit einem Lebensdauerfaktor f_{si} zwischen 1,5 und 4 je nach Betriebsbedingungen und gewünschter Lebensdauer zu multiplizieren.

▶ Beispiel 3

Längenermittlung für Metallschlauchleitungen zum Einbau als 180°-Bogen. Hub vertikal und horizontal (beide Schenkel je eine Bewegungsrichtung).



r = Biegeradius [mm] (entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 l = Länge des Anschlusssteils [mm] (die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
 h_1 = max. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 h_2 = min. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 s_1 = Hub horizontal [mm]
 s_2 = Hub vertikal [mm]
 NL = Nennlänge [mm]

$$NL = 4r + 1,57s_1 + s_2/2 + 2l$$

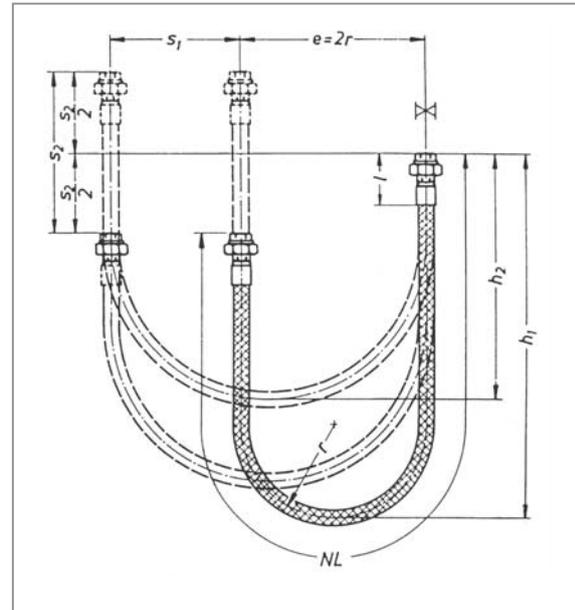
$$h_1 = 1,43r + 0,785s_1 + s_2/2 + l$$

$$h_2 = 1,43r + s_1/2 + l$$

- ▶ Die gewählten Biegeradien sind mit einem Lebensdauerfaktor f_{si} zwischen 1,5 und 4 je nach Betriebsbedingungen und gewünschter Lebensdauer zu multiplizieren.

▶ Beispiel 4

Berechnung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als 180°-Bogen zur Aufnahme von Bewegungen aus zwei Richtungen für große Amplitude und kleine Frequenz. Hub vertikal und horizontal (ein Schenkel fest, ein Schenkel in beiden Richtungen bewegt).



r = Biegeradius [mm] (entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
 l = Länge des Anschlusssteils [mm] (die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
 h_1 = max. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 h_2 = min. Höhe des 180°-Bogens [mm]
 s_1 = Hub horizontal [mm]
 s_2 = Hub vertikal [mm]
 NL = Nennlänge [mm]

$$NL = 4r + 1,57s_1 + s_2/2 + 2l$$

$$h_1 = 1,43r + 0,785s_1 + s_2/2 + l$$

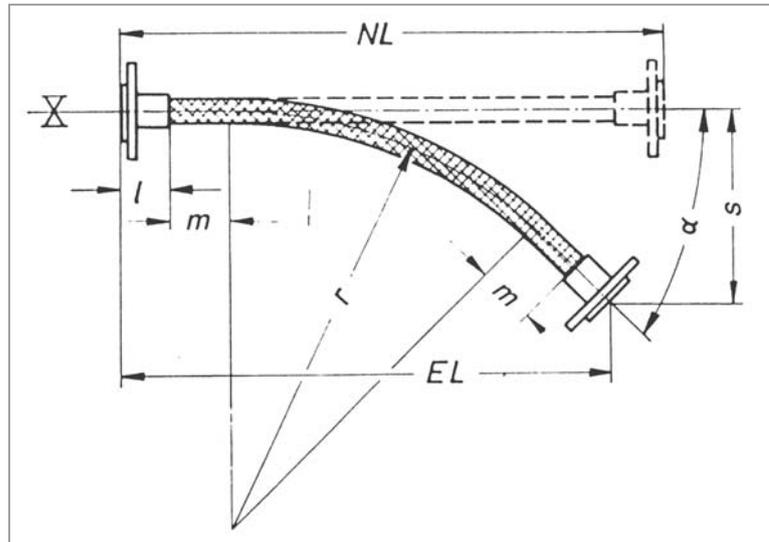
$$h_2 = 1,43r + s_1/2 + l$$

- ▶ Die gewählten Biegeradien sind mit einem Lebensdauerfaktor f_{si} zwischen 1,5 und 4 je nach Betriebsbedingungen und gewünschter Lebensdauer zu multiplizieren.

▷ Beispiel 5

Längenermittlung für Metallschlauchleitungen zur angularen Bewegungsaufnahme. Der Schlauchbogen muss in der Bewegungsebene liegen.

Nicht geeignet für Schwingungen!



- α = bend angle in $^{\circ}$
- r = Biegeradius [mm]
(entnehmen Sie die Werte aus den Tabellen auf Seite 4.4)
- l = Länge des Anschlussteils [mm]
(die Werte sind den Tabellen Anschlusssteile zu entnehmen)
- m = Längenzugabe [mm]
(Werte aus folgenden Tabelle einsetzen)
- s = Abstand der Abwinklung [mm]
- EL = Einbaulänge [mm]
- NL = Nennlänge [mm]

$$NL = [(r \cdot \pi \cdot \alpha) / 180] + 2(l + m)$$

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

$$s = r(1 - \cos \alpha) + (l + m) \sin \alpha$$

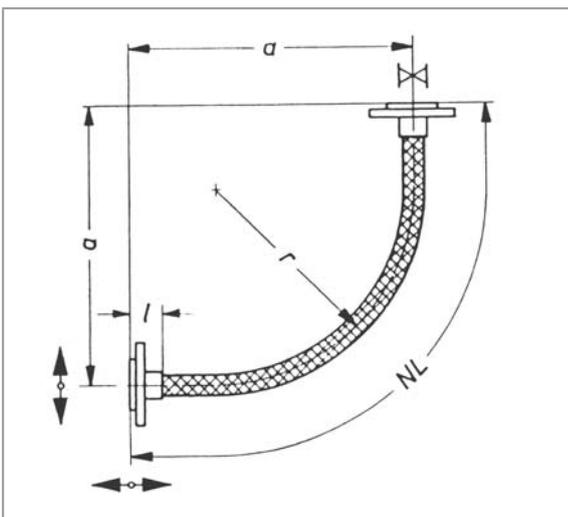
Nennweitenbereich [mm]	≥ 10	13 – 25	32 – 40	50 – 65	80 – 100	125 – 150	200 – 300
Längenzugabe 'm' [mm]	20	40	60	80	120	160	250

Aufnahme von Schwingungen

▷ Beispiel 1

Längenermittlung von Metallschlauchleitungen zum Einbau als 90°-Bogen zur Schwingungsaufnahme.

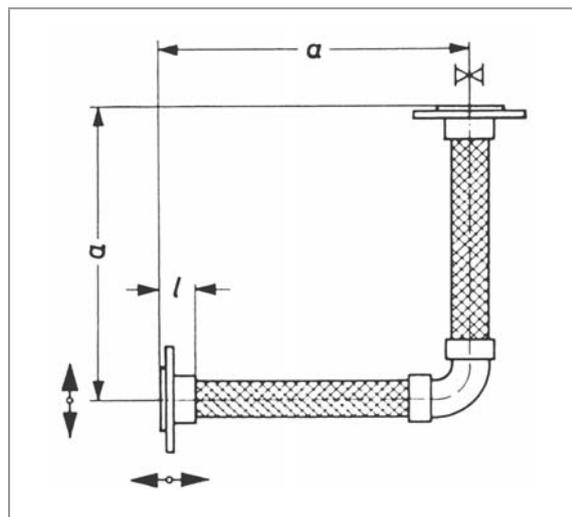
▷ Einbauform 1 (DN15-100), 90°-Bogen



$$NL = 2,3r + 2l$$

$$a = 1,365r + l$$

▷ Einbauform 2 (DN125-300), 90°-Winkel



Zulässige Amplitude im Dauerbetrieb:
± 1 mm in Normalfall
max. ± 10 mm beim An- / Abstellen

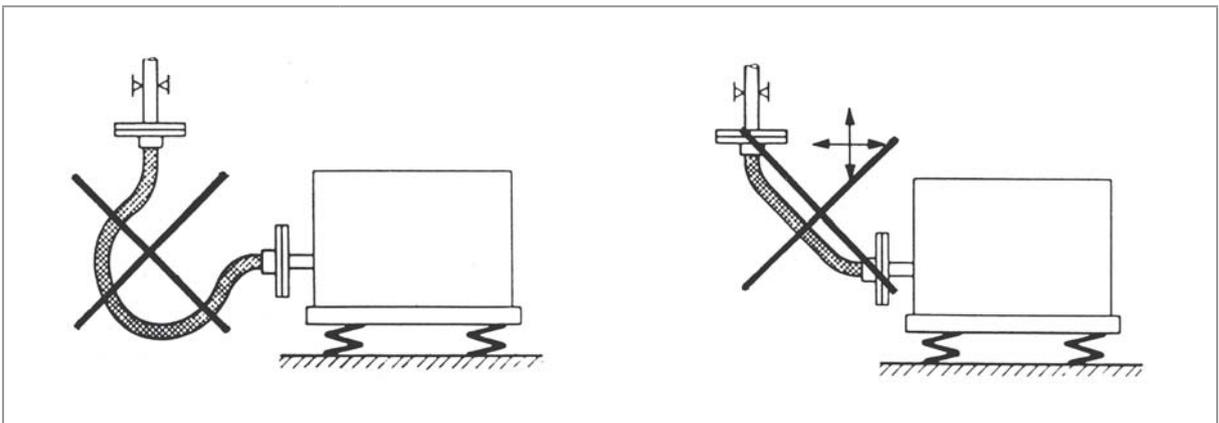
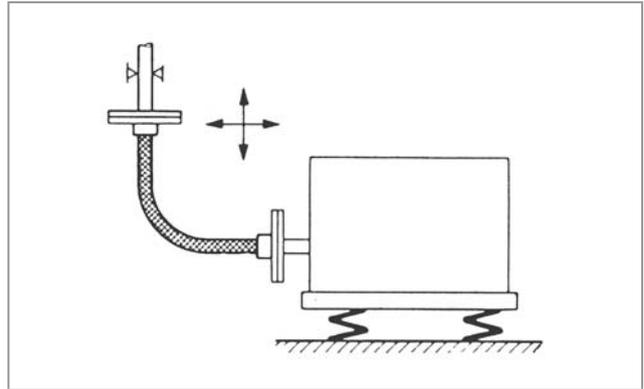
Hinweis: Bogen und Winkel nie stehend, sondern stets hängend anordnen, wie im Beispiel gezeigt.

Typ SE111	Einbauform 1 90°-Bogen										Einbauform 2 90°-Winkel				
DN	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	
r	110	150	170	200	240	280	300	350	400	-	-	-	-	-	
a	200	255	285	340	400	460	490	575	635	700	800	950	1100	1300	
l _{max}	50	50	55	70	75	80	80	95	95	120	130	140	150	160	
NL	350	450	500	600	700	800	850	1000	1100	-	-	-	-	-	

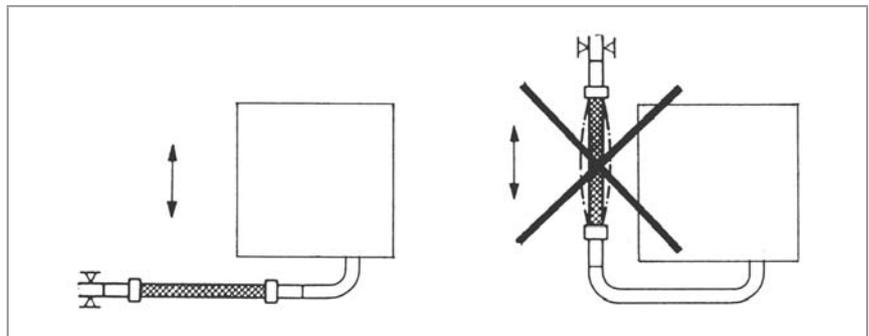
Maße in mm.

▷ Beispiel 2

- ▶ 90°-Bogen mit zulässigem Biegeradius und ausreichender Schlauchlänge einbauen. Überbiegen und Strecken des Schlauchbogens ist nicht zulässig!



- ▶ Schlauch rechtwinklig zur Schwingungsrichtung einbauen.



- ▶ Zur Aufnahme von zwei- oder dreidimensionalen Schwingungen Schlauchleitung als 90°-Winkleitung einbauen. Axiale Schwingungen werden von Schläuchen nicht ohne Schaden aufgenommen.

