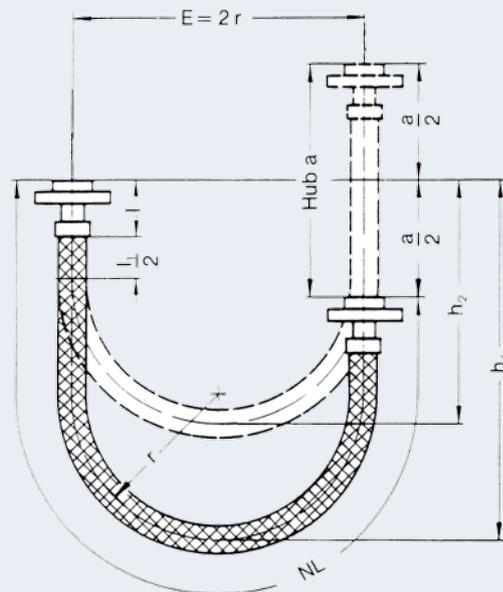


BEISPIELE LÄNGENBERECHNUNGEN

9.1 AUFNAHME VON HUBBEWEGUNGEN



9.1 Aufnahme von Hubbewegungen

Zur Aufnahme größerer Hubbewegungen werden Rattay-Edelstahl-Wellschläuche im 180°-Grad-Bogen eingebaut. Für die Berechnung der erforderlichen Schlauchlänge kann man wie folgt vorgehen:

9.1.1 Einbauschema

180°-Bogen senkrecht
Bewegung: senkrecht

| | | |
|----------------------|----|---|
| E | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | Einbauradius |
| l₁ | mm | 5 · DN Sicherheit für Montageausgleich |
| l | mm | Länge eines Abschlussteiles. Für die Berechnung von NL , h₁ und h₂ ist die Länge des längsten Abschlussteiles einzusetzen. |
| a | mm | gesamter Hubweg |
| h₁ | mm | maximale Höhe des 180°-Bogens |
| h₂ | mm | minimale Höhe des 180°-Bogens |

Beispiel 1

$$NL = r \cdot \varpi + \frac{a}{2} + 2l + l_1$$

$$h_1 = r + \frac{a}{2} + l + \frac{l_1}{2}$$

$$h_2 = r + l + \frac{l_1}{2}$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 40 Typ HR I/S, beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 114.

Betriebsdaten:

- Hub senkrecht **a** = 300 mm
- Einbauradius **r** = 400 mm (310 mm min.)

Berechnung:

$$l = 95 \text{ mm}$$

$$l_1 = 5 \cdot 40 = 200 \text{ mm}$$

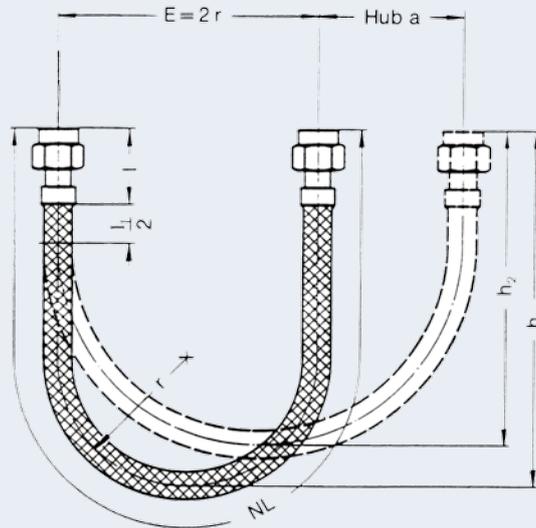
$$NL = 400 \cdot \varpi + \frac{300}{2} + 2 \cdot 95 + 200 = 1.796 \text{ mm}$$

(Bestell-Länge **NL** = 1.800 mm)

$$h_1 = 400 + \frac{300}{2} + 95 + \frac{200}{2} = 745 \text{ mm}$$

$$h_2 = 400 + 95 + \frac{200}{2} = 595 \text{ mm}$$

9.1 AUFNAHME VON HUBBEWEGUNGEN



2

9.1.2 Einbauschema

180°-Bogen senkrecht
Bewegung: waagrecht

Beispiel 2

$$NL = r \cdot \varpi + a + 1,57 + 2 l + l_1$$

$$h_1 = r + a \cdot 0,79 + l + \frac{l_1}{2}$$

$$h_2 = r + \frac{a}{2} + l + \frac{l_1}{2}$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 25 Typ HR I/S,
beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 107 c.

Betriebsdaten:

- Hub waagrecht **a** = 250 mm

Berechnung:

l = 85 mm siehe Maßtabelle Anschlusssteile

r = 205 mm siehe Schlauchtablelle

l₁ = 5 · 25 = 125 mm

NL = 205 · π + 250 · 1,57 + 85 + 125 = 1.331,2 mm

(Bestell-Länge **NL** = 1.400 mm)

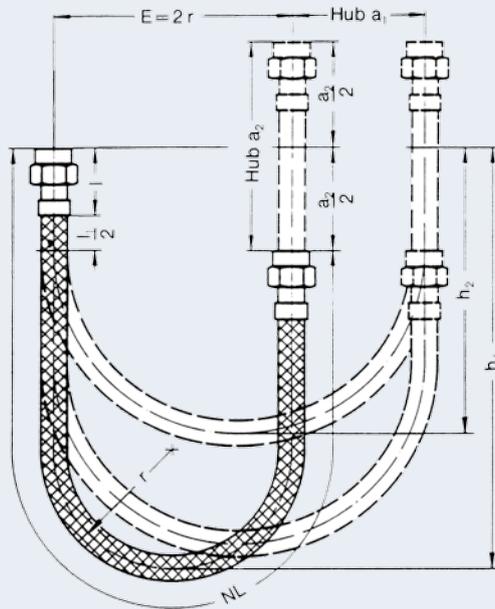
h₁ = 250 + 250 · 0,75 + 85 + $\frac{125}{2}$ = 550 mm

h₂ = 205 + $\frac{250}{2}$ + 85 + $\frac{125}{2}$ = 447,5 mm

| | | |
|----------------------|----|---|
| E | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | kleinster Biegeradius für häufige Bewegungen |
| l₁ | mm | 5 · DN Sicherheit für Montageausgleich |
| l | mm | Länge eines Abschlussteiles. Für die Berechnung von NL , h₁ und h₂ ist die Länge des längsten Abschlussteiles einzusetzen. |
| a | mm | gesamter Hubweg |
| h₁ | mm | maximale Höhe des 180°-Bogens |
| h₂ | mm | minimale Höhe des 180°-Bogens |
| DN | mm | Nennweite des Metallschlauches |

BEISPIELE LÄNGENBERECHNUNGEN

9.1 AUFNAHME VON HUBBEWEGUNGEN



9.1.3 Einbauschema

180°-Bogen senkrecht

Bewegung: waagrecht und senkrecht

Beispiel 3

$$NL = r \cdot \varpi + a_1 \cdot 1,57 + \frac{a_2}{2} + 2l + l_1$$

$$h_1 = r + a_1 \cdot 0,79 + \frac{a_2}{2} + l + \frac{l_1}{2}$$

$$h_2 = r + \frac{a_1}{2} + l + \frac{l_1}{2}$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 32 Typ HR I/S, einerseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 107 c, andererseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 107 b.

Betriebsdaten:

- Hub waagrecht $a_1 = 150$ mm
- Hub waagrecht $a_2 = 250$ mm

Berechnung:

$l = l_{max} = 95$ mm siehe Maßtabelle Anschlusssteile (für AS 51, AS 55 nur 84 mm lang)

$r = 260$ mm siehe Schlauchtabelle

$l_1 = 5 \cdot 32 = 160$ mm

$$NL = 260 \cdot \varpi + 150 \cdot 1,57 + \frac{250}{2} \cdot 2 \cdot 95 + 160 = 1.526,9 \text{ mm}$$

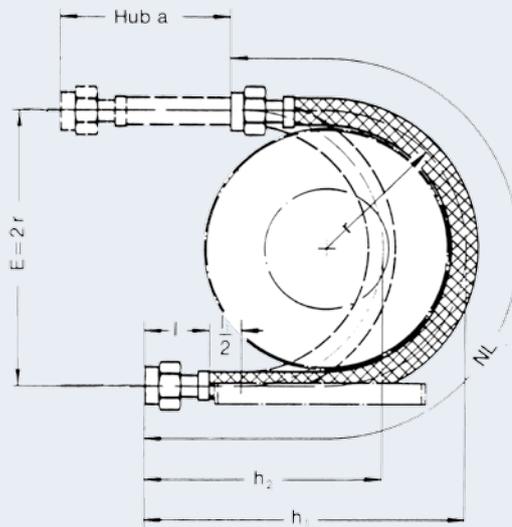
(Bestell-Länge $NL = 1.600$ mm)

$$h_1 = 260 + 150 \cdot 0,79 + \frac{250}{2} + 95 + \frac{160}{2} = 678,5 \text{ mm}$$

$$h_2 = 260 + \frac{150}{2} + 95 + \frac{160}{2} = 510 \text{ mm}$$

| | | |
|----------------------|----|---|
| E | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | kleinster Biegeradius für häufige Bewegungen |
| l₁ | mm | 5 · DN Sicherheit für Montageausgleich |
| l | mm | Länge eines Anschlusssteiles. Für die Berechnung von NL , h₁ und h₂ ist die Länge des längsten Anschlusssteiles einzusetzen. |
| a₁ | mm | gesamter Hubweg waagrecht |
| a₂ | mm | gesamter Hubweg senkrecht |
| h₁ | mm | maximale Höhe des 180°-Bogens |
| h₂ | mm | minimale Höhe des 180°-Bogens |

9.1 AUFNAHME VON HUBBEWEGUNGEN



9.1.4 Einbauschema

180°-Bogen waagrecht
Bewegung: waagrecht

Beim Einbau in waagerechter Lage sollte eine Unterstüztzung als Stützschaale oder Stützrolle für den Metallschlauch angebracht werden.

Beispiel 4

$$NL = r \cdot \varpi + \frac{a}{2} \cdot 2l + l_1$$

$$h_1 = r + \frac{a}{2} + l + \frac{l_1}{2}$$

$$h_2 = r + l + \frac{l_1}{2}$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 40 Typ HR I/S,
beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 107 c.

Betriebsdaten:

- Hub waagrecht $a = 200$ mm
- Biegeradius $r = 350$ mm (310 mm min.)

Berechnung:

$l = 98$ mm siehe Maßtabelle Anschlusssteile

$l_1 = 5 \cdot 40 = 200$ mm

$NL = 350 \cdot \varpi + \frac{200}{2} + 2 \cdot 98 + 200 = 1.595$ mm

(Bestell-Länge $NL = 1.600$ mm)

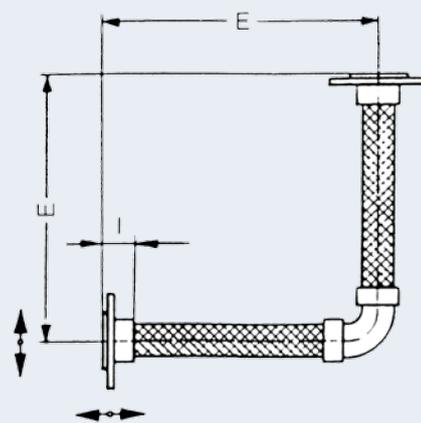
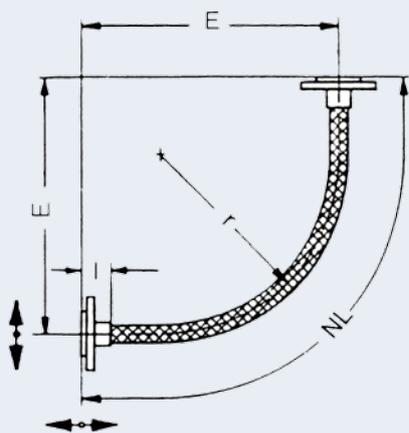
$h_1 = 350 + \frac{200}{2} + 98 + \frac{200}{2} = 648$ mm

$h_2 = 350 + 98 + \frac{200}{2} = 548$ mm

| | | |
|----------------------|----|---|
| E | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | Einbauradius |
| l₁ | mm | 5 · DN Sicherheit für Montageausgleich |
| l | mm | Länge eines Abschlussteiles. Für die Berechnung von NL , h₁ und h₂ ist die Länge des längsten Abschlussteiles einzusetzen. |
| a | mm | gesamter Hubweg |
| h₁ | mm | maximale Höhe des 180°-Bogens |
| h₂ | mm | minimale Höhe des 180°-Bogens |

BEISPIELE LÄNGENBERECHNUNGEN

9.2 AUFNAHME VON SCHWINGUNGEN



9.2 Aufnahme von Schwingungen

Schwingungen innerhalb von Maschinen und Aggregaten führen bei fest verlegten Rohrleitungen rasch zum Bruch. Durch Einsatz entsprechend ausgelegter Rattay-Edelstahl-Wellschläuche oder Rattay-Edelstahl-Kompensatoren können diese Probleme vermieden werden. Im Wesentlichen gibt es zwei Lösungsvarianten.

9.2.1 Einbau im 90-Grad-Bogen

Mindesteinbauabstand **E** gegeben durch Mindestbiegeradius

Die Nennlänge und Schenkellänge eines fest verlegten 90°-Bogens für Schwingungsaufnahme wird nach folgenden Formeln berechnet: **siehe Beispiel 5**

| | | |
|-----------|----|------------------------------------|
| E | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | Einbauradius |
| l | mm | Länge eines Abschlussteiles. |

Beispiel 5

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

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

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 20 Typ HR I/S, beiderseits Losflansch, Abb.114

Berechnung:

$$l = 43 \text{ mm}$$

$$r = 360 \text{ mm } (= r \text{ min}) \text{ siehe Schlauchtabelle}$$

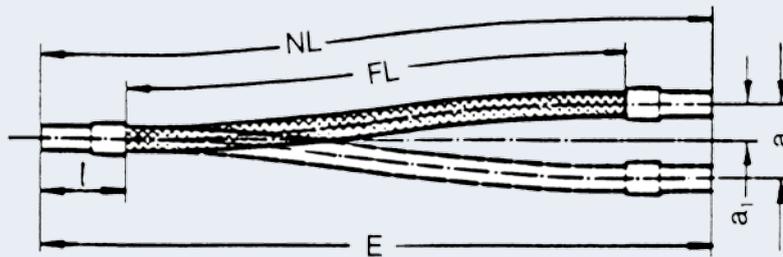
$$NL = 2,3 \cdot 360 + 2 \cdot 43 = 914 \text{ mm}$$

$$E = 1,365 \cdot 360 + 43 = 534,4 \text{ mm}$$

9.2.2 Einbau im 90-Grad-Winkel

Die Schenkellängen **E** sind von den Einbauverhältnissen und von den auftretenden Schwingungen abhängig.

9.3 AUFNAHME VON WÄRMEDEHNUNGEN



Schlauchleitung möglichst mit Versatz a_1 so einbauen, dass bei Dehnungsaufnahme die Achse durchwandert wird und somit die Gesamtdehnung auf $\pm a_1$ verteilt ist.

Bei Einbau in Achsrichtung Schlauchleitung in Mittelstellung in entspannter leicht durchhängender Lage so einbauen, dass sie in Ausschlagstellung noch keine unzulässige Zugbeanspruchung erfährt. Einbau in Einbauabstand E .

9.3 Aufnahme von Wärmedehnungen

Edelstahl-Wellschläuche haben in Längsrichtung eine geringe Elastizität. Eine Längenverminderung von max. 0,6% ist möglich, ohne die Druckbeständigkeit des Schlauches in Frage zu stellen. Eine weitere Stauchung ist deshalb unzulässig. Zum Ausgleich von Wärmedehnungen bieten sich folgende Konstruktionen an.

9.3.1 Einbauschema

gerade bzw. mit Versatz

Bewegung: lateral (nicht für Schwingungen!)

Einbauabstand $E \approx NL \cdot 0,994$
minimale Schlauchlänge $FL_{min} = 8 \cdot a_1$

| | | |
|----------------------|----|--|
| E | mm | Einbauabstand in Achsrichtung |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| FL | mm | freibewegliche Schlauchlänge |
| r | mm | kleinster Biegeradius für häufige Bewegungen |
| l | mm | Länge eines Anschlussstückes |
| a | mm | Gesamt-Lateralweg = $2 \cdot a_1$ |
| a₁ | mm | Lateralweg aus der Mittelachse (max. 100 mm) |

Beispiel 7

$$NL = \sqrt{20 r \cdot a_1 + 2 l}$$

$$a_1 = \frac{FL^2}{20 r}$$

$$FL = NL - 2 l$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 20 Typ HR I/S, beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 101.

Bewegungsdaten:

- Bewegungsaufnahme $a = 60$ mm

Berechnung:

$$a_1 = \frac{a}{2} = 30 \text{ mm}$$

$$r = 170 \text{ mm siehe Schlauchtabelle}$$

$$l = 79 \text{ mm siehe Maßtabelle Anschlussstücke}$$

$$NL = \sqrt{20 \cdot 170 \cdot 30 + 2 \cdot 79} = 477 \text{ mm}$$

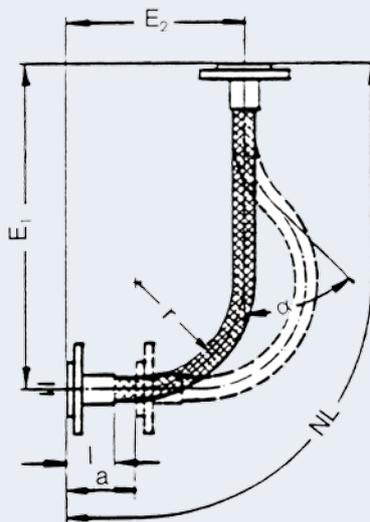
$$FL = 477 - 2 \cdot 79 = 319 \text{ mm}$$

$$E = 477 \cdot 0,994 = 474 \text{ mm}$$

d.h. bei Einbau in Achslage (Mittellage) muss 3 mm verkürzt eingebaut werden

BEISPIELE LÄNGENBERECHNUNGEN

9.3 AUFNAHME VON WÄRMEDEHNUNGEN



8

9.3.2 Einbauschema

90°-Bogen

Bewegung aus einer Richtung (nicht für Schwingungen!)

$\alpha = \frac{a}{r}$ Wert aus Biegewinkeltabelle (Anhang)

Der Biegewinkel darf max. 60° nicht überschreiten.

Beispiel 8

$$NL = 0,035 r \alpha + 1,57 r + 2 l$$

$$E_1 = r + r (0,035 \alpha - 2 \sin \alpha) + l$$

$$E_2 = r + 2 r \cdot \sin \alpha + l$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 25 Typ HR I/S,
beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 114.

Bewegungsdaten:

- Bewegungsaufnahme $a = 60$ mm

Berechnung:

$r = 205$ mm siehe Schlauchtabelle

$l = 85$ mm

$\alpha = \frac{60}{205} = 0,293 \hat{=} 27^\circ$ siehe Biegewinkeltabelle (Anhang)

$NL = 0,035 \cdot 205 \cdot 27 + 1,57 \cdot 205 + 2 \cdot 85 = 685,7$ mm

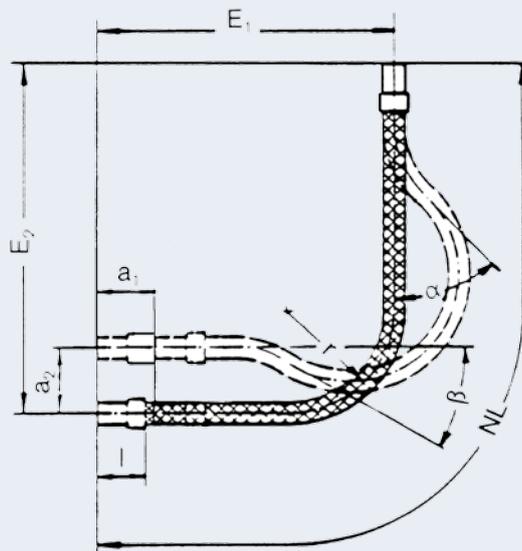
(Bestell-Länge $NL = 700$ mm)

$E_1 = 205 + 205 (0,035 \cdot 27 - 2 \cdot \sin 27^\circ) + 85 = 297,6$ mm

$E_2 = 205 + 2 \cdot 205 \cdot \sin 27^\circ + 85 = 476,1$ mm

| | | |
|----------|----|------------------------------------|
| E_1 | mm | Einbauabstand |
| E_2 | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | kleinster Biegeradius |
| l | mm | Länge eines Anschlusssteiles |
| a | mm | Dehnungsaufnahme |
| α | ↯° | Biegewinkel |

9.3 AUFNAHME VON WÄRMEDEHNUNGEN



9

9.3.3 Einbauschema

90°-Bogen

Bewegung aus zwei Richtungen (nicht für Schwingungen!)

Beispiel 9

$$NL = 0,035 r \cdot \alpha + 0,035 r \cdot \beta + 1,57 r + 2 l$$

$$E_1 = r + 2 r \cdot \sin \beta + r (0,035 \alpha - 2 \sin \alpha) + l$$

$$E_2 = r + 2 r \cdot \sin \alpha + r (0,035 \beta - 2 \sin \beta) + l$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 32 Typ HR I/S, beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 101.

Bewegungsdaten:

- axial $a_1 = 66$ mm
- lateral $a_2 = 25$ mm

Berechnung:

$r = 260$ mm siehe Schlauchtabelle

$l = 96$ mm siehe Maßtabelle Anschlussteile

$$\alpha = \frac{66}{260} = 0,253 \hat{=} 28^\circ \text{ siehe Biegewinkeltabelle (Anhang)}$$

$$\beta = \frac{25}{260} = 0,0916 \hat{=} 18^\circ \text{ siehe Biegewinkeltabelle (Anhang)}$$

$$NL = 0,035 \cdot 260 \cdot 28 + 0,035 \cdot 260 \cdot 18 + 1,57 \cdot 260 + 2 \cdot 96 = 1.018,8 \text{ mm}$$

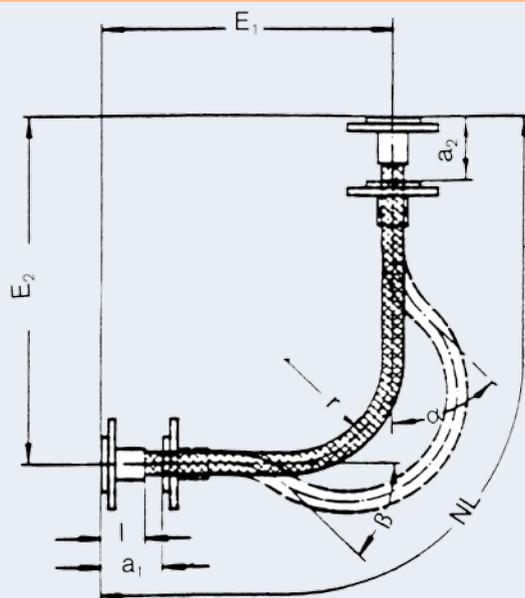
$$E_1 = 260 + 2 \cdot 260 \cdot \sin 18^\circ + 260 (0,035 \cdot 28 - 2 \cdot \sin 28^\circ) + 96 = 527,4 \text{ mm}$$

$$E_2 = 260 + 2 \cdot 260 \cdot \sin 28^\circ + 260 (0,035 \cdot 18 - 2 \cdot \sin 18^\circ) + 96 = 603,2 \text{ mm}$$

- E_1 mm Einbauabstand
- E_2 mm Einbauabstand
- NL mm gesamte Länge des Metallschlauches
- r mm kleinster Biegeradius
- l mm Länge eines Anschlussstückes
- a_1 mm Dehnungsaufnahme axial
- a_2 mm Dehnungsaufnahme lateral
- α \sphericalangle° Biegewinkel = $+\frac{a_1}{r}$
- β \sphericalangle° Biegewinkel = $+\frac{a_2}{r}$

BEISPIELE LÄNGENBERECHNUNGEN

9.3 AUFNAHME VON WÄRMEDEHNUNGEN



10

9.3.4 Einbauschema

90°-Bogen

Bewegung aus zwei Richtungen (nicht für Schwingungen!)

Beispiel 10

$$NL = 0,035 r \cdot \alpha + 0,035 r \cdot \beta + 1,57 r + 2 l$$

$$E_1 = r + 2 r \cdot \sin \beta + r (0,035 \alpha - 2 \sin \alpha) + l$$

$$E_2 = r + 2 r \cdot \sin \alpha + r (0,035 \beta - 2 \sin \beta) + l$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 40 Typ HR I/S,
beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 114

Bewegungsdaten:

- Dehnungsaufnahme $a_1 = 78$ mm waagrecht
- Dehnungsaufnahme $a_2 = 23$ mm senkrecht

Berechnung:

$r = 310$ mm siehe Schlauchtabelle

$l = 95$ mm

$\alpha = \frac{78}{310} = 0,252 \hat{=} 28^\circ$ siehe Biegewinkeltabelle (Anhang)

$\beta = \frac{23}{310} = 0,0742 \hat{=} 16^\circ$ siehe Biegewinkeltabelle (Anhang)

$NL = 0,035 \cdot 310 \cdot 28 + 0,035 \cdot 310 \cdot 16 + 1,57 \cdot 310 + 2 \cdot 95 = 1.154,1$ mm

$E_1 = 310 + 2 \cdot 310 \cdot \sin 16^\circ + 310 (0,035 \cdot 28 - 2 \cdot \sin 28^\circ) + 95 = 588,6$ mm

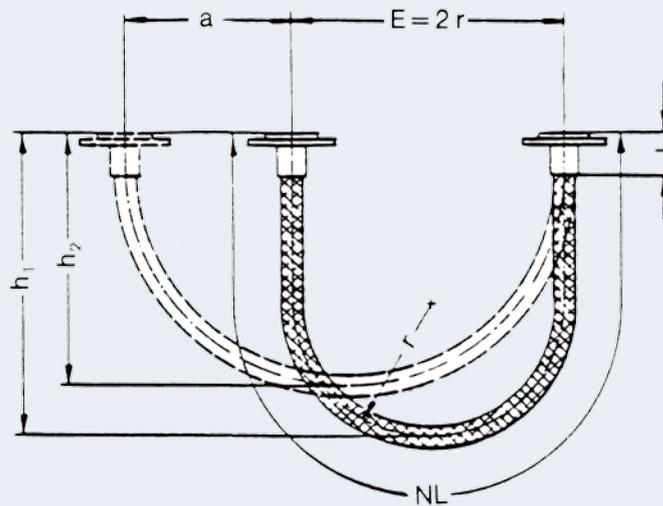
$E_2 = 310 + 2 \cdot 310 \cdot \sin 28^\circ + 310 (0,035 \cdot 16 - 2 \cdot \sin 16^\circ) + 95 = 698,9$ mm

| | | |
|-------|----|------------------------------------|
| E_1 | mm | Einbauabstand |
| E_2 | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | kleinster Biegeradius |
| l | mm | Länge eines Anschlussstückes |
| a_1 | mm | Dehnungsaufnahme waagrecht |
| a_2 | mm | Dehnungsaufnahme senkrecht |

α $\hat{=}^\circ$ Biegewinkel = $+\frac{a_1}{r}$

β $\hat{=}^\circ$ Biegewinkel = $+\frac{a_2}{r}$

9.3 AUFNAHME VON WÄRMEDEHNUNGEN



9.3.5 Einbauschema

180°-Bogen

Bewegung aus einer Richtung

Beispiel 11

$$NL = r \cdot \varpi + 1,57 a + 2 l$$

$$h_1 = r + 0,785 a + l$$

$$h_2 = r + \frac{a}{2} + l$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 40 Typ HR I/S, beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 114.

Bewegungsdaten:

- Hub $a = 150$ mm

Berechnung:

$r = 205$ mm siehe Schlauchtabelle

$l = 85$ mm

$$NL = 205 \cdot \varpi + 1,57 \cdot 150 + 2 \cdot 85 = 1.049,2 \text{ mm}$$

(Bestell-Länge $NL = 1.100$ mm)

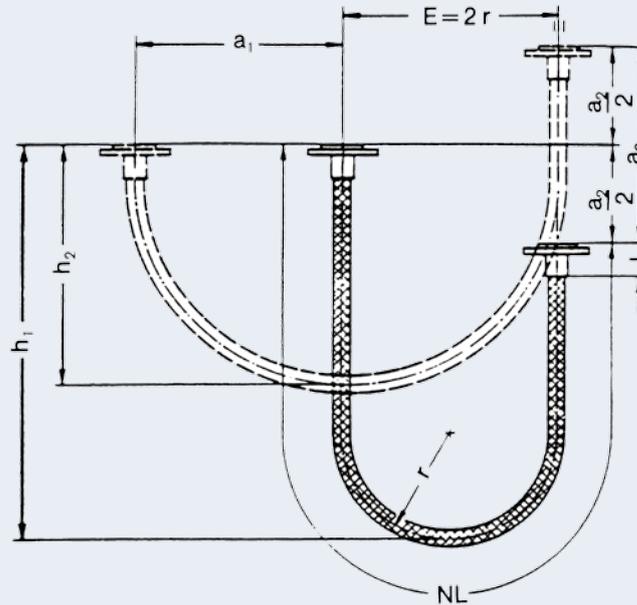
$$h_1 = 205 + 0,785 \cdot 150 + 85 = 407,8 \text{ mm}$$

$$h_2 = 205 + \frac{150}{2} + 85 = 365 \text{ mm}$$

| | | |
|----------------------|----|------------------------------------|
| E | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | kleinster Biegeradius |
| l | mm | Länge eines Anschlussstückes |
| a | mm | Hub |
| h₁ | mm | max. Höhe des 180°-Bogens |
| h₂ | mm | min. Höhe des 180°-Bogens |

BEISPIELE LÄNGENBERECHNUNGEN

9.3 AUFNAHME VON WÄRMEDEHNUNGEN



12

9.3.6 Einbauschema

180°-Bogen

Bewegung aus zwei Richtungen

Beispiel 12

$$NL = r \cdot \varpi + 1,57 a_1 + \frac{a_2}{2} + 2 l$$

$$h_1 = r + 0,785 a_1 + \frac{a_2}{2} + l$$

$$h_2 = r + a_1 + \frac{a_1 - a_2}{2} + l$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 40 Typ HR I/S, beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 114.

Bewegungsdaten:

- Hub a_1 = 210 mm waagrecht
- Hub a_2 = 175 mm senkrecht

Berechnung:

$$l = 89 \text{ mm}$$

$$r = 310 \text{ mm siehe Schlauchtabelle}$$

$$NL = 310 \cdot \varpi + 1,57 \cdot 210 + \frac{175}{2} \cdot 2 \cdot 89 = 1.568,6 \text{ mm}$$

(Bestell-Länge NL = 1.600 mm)

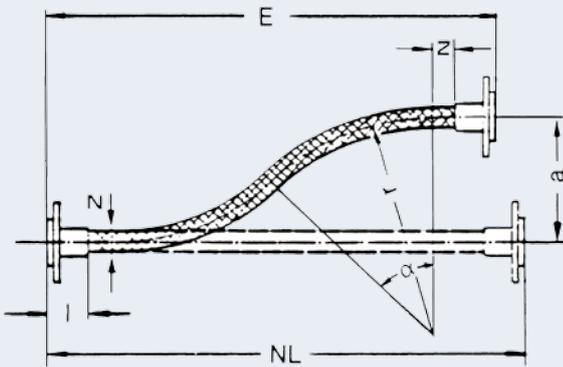
$$h_1 = 310 + 0,785 \cdot 210 + \frac{175}{2} + 89 = 651,4 \text{ mm}$$

$$h_2 = 310 + \frac{210 - 175}{2} + 89 = 416,5 \text{ mm}$$

| | | |
|----------------------|----|------------------------------------|
| E | mm | Einbauabstand |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | kleinster Biegeradius |
| l | mm | Länge eines Anschlussstückes |
| a₁ | mm | gesamter Hubweg waagrecht |
| a₂ | mm | gesamter Hubweg senkrecht |
| h₁ | mm | maximale Höhe des 180°-Bogens |
| h₂ | mm | minimale Höhe des 180°-Bogens |

9.4 AUSGLEICH VON PARALLELEM ROHRLEITUNGSVERSATZ

13



9.4 Ausgleich von parallelem Rohrleitungsversatz

Ein s-förmiger Einbau unter einmaliger Biegung des Metall-Schlauches ist möglich für statischen Belastungsfall. Es ist dabei darauf zu achten, dass der Biegewinkel keinesfalls größer als 45 Grad ist. Wo möglich, sollte der Biegeradius durch größere Schlauchlänge verkleinert werden. Im Gegensatz zu Punkt 9.3 sind jedoch hier, aufgrund geringerer Baulängen und größeren Lateralversatzes, keine lateralen Bewegungen über die Mittelachse hinweg zulässig (zu starke Stauchung)!

9.4 Einbauschema

S-förmig

- E** mm Einbaulänge
- NL** mm gesamte Länge des Metallschlauches
- r** mm kleinster Biegeradius
- l** mm Länge eines Anschlussstückes
- a** mm Größe des Achsversatzes
- z** mm neutrales Schlauchende
≈ Außendurchmesser des gewählten Schlauches
- α** \sphericalangle Biegewinkel

Beispiel 13

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

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

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

$$a = 2 r (1 - \cos \alpha)$$

$$\cos \alpha = + \frac{2 r - a}{2 r}$$

Bei Biegewinkeln α größer als 45°, ist die Einbaulänge und Nennlänge nach folgenden Formeln zu berechnen:

$$NL = 2,680 a + 2 (l + z)$$

$$E = 2,414 a + 2 (l + z)$$

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 40 Typ HR I/S, beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 114.

Betriebsdaten:

- Achsversatz **a** = 50 mm

Berechnung:

z = 50 mm siehe Schlauchtabelle

r = 310 mm siehe Schlauchtabelle

l = 95 mm

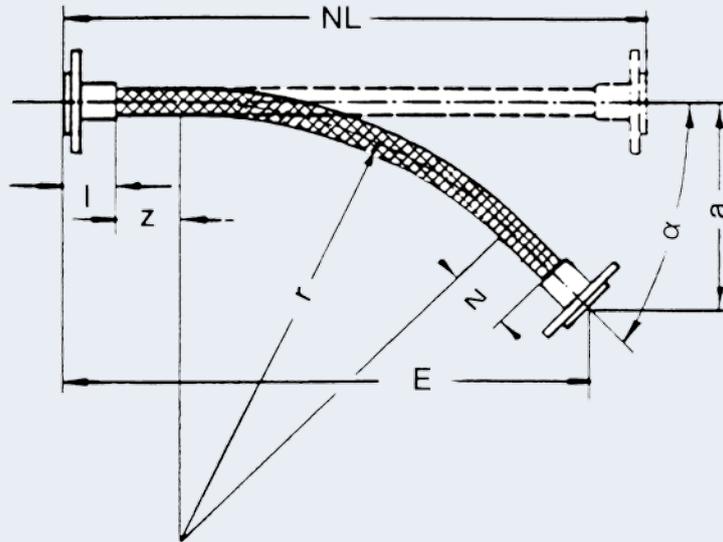
$$\cos \alpha = \frac{2 \cdot 310 - 50}{2 \cdot 310} = 0,919 \hat{=} 23^\circ$$

$$NL = \frac{310 \cdot \pi \cdot 23}{90} + 2 (95 + 50) = 831 \text{ mm}$$

$$E = 2 \cdot 310 \sin 23^\circ + 2 (95 + 50) = 532 \text{ mm}$$

BEISPIELE LÄNGENBERECHNUNGEN

9.5 AUFNAHME VON ANGULARBEWEGUNGEN



9.5 Einbauschema

Bogen

Maße in mm

| Nennweitenbereich DN | bis 12 | 16-25 | 32-40 | 50-100 | 125-150 | 200-300 |
|----------------------|--------|-------|-------|--------|---------|---------|
| Längenzugabe | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 |

Beispiel 14

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

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

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

Beispiel:

Rattay-Edelstahl-Wellschlauch DN 50 Typ HR I/S, beiderseits Verschraubung aus Edelstahl, Abb. 114.

Betriebsdaten:

- $\alpha = 48^\circ$

Berechnung:

$$l = 111 \text{ mm}$$

$$r = 310 \text{ mm siehe Schlauchtabelle}$$

$$z = 100 \text{ mm siehe Tabelle}$$

$$a = 360(1 - \cos 48^\circ) + (111 + 100) \sin 48^\circ = 276 \text{ mm}$$

$$NL = \frac{360 \cdot \varnothing \cdot 48}{180} + 2(111 + 100) = 723 \text{ mm}$$

(Bestell-Länge $NL = 730 \text{ mm}$)

$$E = 310 \cdot \sin 48^\circ + (111 + 100) \cdot (1 + \cos 48^\circ) = 620 \text{ mm}$$

| | | |
|----------------------------|----|--|
| E | mm | Einbaulänge |
| NL | mm | gesamte Länge des Metallschlauches |
| r | mm | kleinster Biegeradius |
| l | mm | Länge eines Anschlussstückes |
| a | mm | Abstand der Abwinkelung |
| z | mm | Längenzugabe für neutrale Schlauchenden (siehe Tabelle) |
| α | ↖° | Biegewinkel |