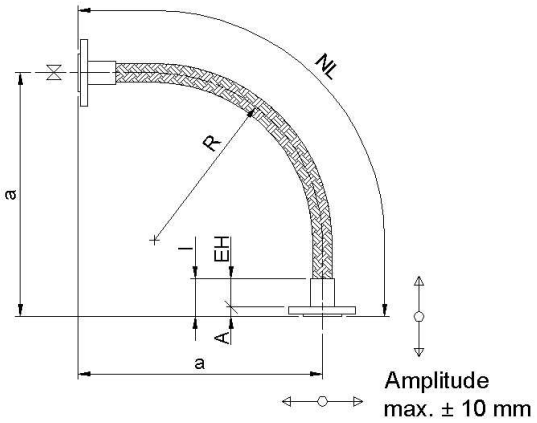


BOA Montageanleitung
Metallschläuche und Metallschlauchleitungen

Einflussgrössen auf die Lebensdauer

Es ist sehr schwierig Metallschlauchleitungen auf Lebensdauer oder auf ein mögliches Verhalten exakt zu berechnen. Die Geometrien und die Einflussgrössen sind zu komplex und zu ungenau um eine mathematisch genaue Analyse durchführen zu können. Die Lebensdauer hängt primär von den Betriebsbedingungen und daraus abgeleitet von einer optimalen Einbaulage und von einer einwandfreien Montage ab. In den meisten Fällen in denen eine Verbindung mit Metallschlauchleitungen den Ansprüchen nicht genügt, liegt eine nicht optimale Einbaulage oder eine nicht korrekte Montage vor. Die folgenden vier Massnahmen beeinflussen die Lebensdauer entscheidend positiv:

- **Möglichst spannungsfreier Einbau**
- **Bestimmen der optimalen Nennlänge der Schlauchleitung**
- **Vermeiden von Torsion**
- **Einhalten der empfohlenen minimalen Biegeradien für den Einbau**

Spannungsfreier Einbau

Häufig lassen sich durch einfache Massnahmen im vor- oder nachgeschalteten Leitungssystem, z.B. durch den Einbau eines Rohrbogens, die Eigenspannungen beim Einbau massiv reduzieren.

Optimale Nennlänge

Die optimale Nennlänge der Schlauchleitung verhindert ein Überbiegen oder ein Knicken, auch bei einer dynamischen Beanspruchung. Werden die vorgeschriebenen Biegeradien nicht unterschritten, lässt sich relativ einfach eine Mindestlebensdauer bestimmen.

Torsion verhindern

Um Torsion zu verhindern sollte unbedingt mindestens eine Seite der Metallschlauchleitung drehbar (z.B. mit einem Losflansch oder mit einer Verschraubung) ausgelegt sein. Ausserdem benötigt man beim Festziehen von Gewinden entsprechende Schlüsselflächen um zu verhindern, dass die Torsion auf den Schlauch übertragen wird. Ausserdem sollten für den dynamischen Fall die Schlauchachse und die Bewegungsrichtung in einer Ebene liegen, dann entsteht keine Torsion.

Beanspruchung genau analysieren

Treten aussergewöhnliche Beanspruchungen wie grössere Bewegungen, Druckschwankungen etc. auf, müssen diese (rechnerisch) entsprechend berücksichtigt werden. Je genauer das Problem erfasst werden kann, umso eher ist eine rechnerisch vernünftige Auslegung möglich.

Fortsetzung nächste Seite

Anwendungs- und Einbaumöglichkeiten

Die Anwendungs- und Einbaumöglichkeiten für Metallschlauchleitungen sind fast unbegrenzt. Bei besonders schwierigen Einbauverhältnissen empfehlen wir unseren Kunden dringendst, der Anfrage eine Skizze oder eine Zeichnung beizulegen. Aufgrund unserer immensen Erfahrung auf diesem Spezialgebiet sind wir in der Lage, auch bei schwierigsten Aufgabenstellungen für unsere Kunden Lösungen zu finden.

Biegeradien

Jeder Schlauchtyp hat als technische Eigenschaft zwei Nominal-Biegeradien: Den *Statischen Biegeradius* $R_{statisch}$ (für statische Anwendungen) und den *Dynamischen Biegeradius* $R_{dynamisch}$ (für dynamische Anwendungen). Diese dürfen, abhängig von der Applikation, nicht (oder nur nach Rücksprache mit unserer Abteilung Produktetechnik) unterschritten werden!

Zur Bestimmung der Biegeradien wurde die ISO-Norm 10380 für Metallschläuche als Grundlage genommen. Diese Norm bildet gleichzeitig die Grundlage für unsere Typenprüfungen. Für die Berechnung der Nennlänge der Schlauchleitung muss für alle dynamischen Problemstellungen, also auch für Wärmedehnungen, immer der dynamische Biegeradius in die Formel eingesetzt werden.

Berechnung der Länge der Anschlusszone

Länge der starren Anschlusszone l

$$l = EH + A$$

In den Gleichungen erscheint das Mass l. Dieses Mass l (mm) beschreibt die starre Anschlusszone schlauchseitig. l wird berechnet aus der Länge der Endhülse EH sowie der Länge A der Armatur.

Länge der Endhülse EH

Die Endhülse schützt die Schweisszone vor Überbeanspruchung. Die Länge EH (mm) für die Berechnung der Nennlänge kann der nachfolgenden Tabelle entnommen werden.

NW	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200	250	300
EH	16	16	20	20	24	24	28	28	34	34	42	42	54	54	30	30	40	40	50	50

Länge der Armatur A

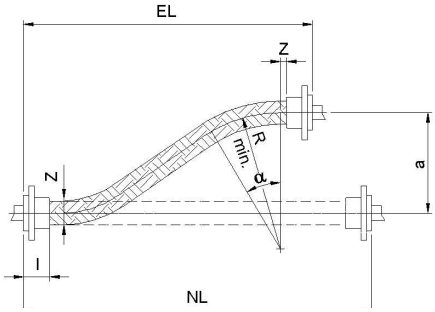
Die hervorstehende Länge der Armatur A (mm) kann den Armaturtabellen entnommen werden.

Regeln zur Berechnung von Schlauchlängen

Gerade Metallschlauchleitung für parallelen Einbauversatz, statisch

(Versatz quer zur Schlauchebene nicht zulässig)

Einbauart: gerade Schlauchleitung
Anwendung: seitlicher Einbauversatz einmalige Lateralbiegung (nicht für sich wiederholende Bewgungsaufnahme!)



Biegewinkel prüfen

$$\cos \alpha = 1 - a / (2 \cdot R_{statisch})$$

$\cos \alpha$ darf nicht ≤ 0.5 sein, ansonsten muss der Radius $R > R_{statisch}$ gewählt werden.

Nennlänge

$$NL = 0.035 \cdot R_{statisch} \cdot \alpha + 2 \cdot (Z + l)$$

Einbaulänge

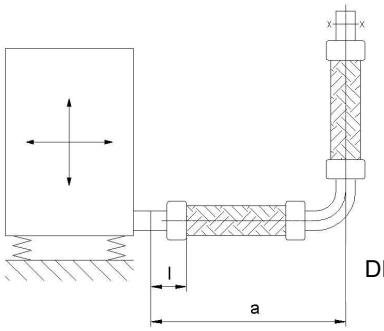
$$EL = 2 \cdot R_{statisch} \cdot \sin \alpha + 2 \cdot (Z + l)$$

a	Achsversatz	(mm)
α	Biegewinkel	(°)
$R_{statisch}$	Statischer Biegeradius	(mm)
Z	Aussendurchmesser des Schlauches:	(mm)
l	Armaturlänge inkl. EH	(mm)
NL	Nennlänge	(mm)
EL	Einbaulänge	(mm)

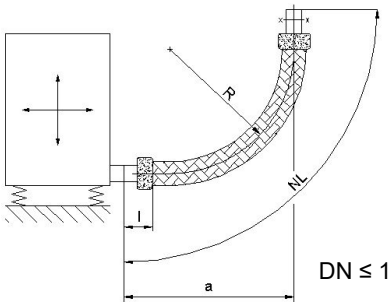
Fortsetzung nächste Seite

90°-Bogen zur Aufnahme von Schwingungen

Einbauart: 90° Schlauchbogen oder 90° -dog-leg
Anwendung: einmalige Biegung
allseitige Schwingungen für kleine Amplitude und hohe Frequenz



DN ≥ 125 mm



DN ≤ 100 mm

a	Einbaumass	(mm)
$R_{dynamisch}$	Dynamischer Biegeradius	(mm)
l	Armaturlänge inkl. EH	(mm)
NL	Nennlänge	(mm)
DN	Nennweite	(mm)

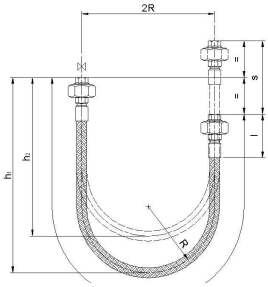
$$NL = 2.3 \cdot R_{dynamisch} + 2 \cdot l$$ **Nennlänge**

$$a = 1.365 \cdot R_{dynamisch} + l$$ **Einbaumass**

U-Bogen für vertikale Bewegung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: vertikaler 180°-Bogen
Anwendung: vertikale Hubbewegung mit grosser Amplitude und niedriger Hubfrequenz



s	Hub	(mm)
$R_{dynamisch}$	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN	Nennweite	(mm)
l	Armaturlänge inkl. EH	(mm)
NL	Nennlänge	(mm)
h_{1max}	Max. Höhe des 180°-Bogens	(mm)
h_{2min}	Min. Höhe des 180°-Bogens	(mm)

$$NL = 4 \cdot R_{dynamisch} + 0.5 \cdot s + 2 \cdot l$$ **Nennlänge**

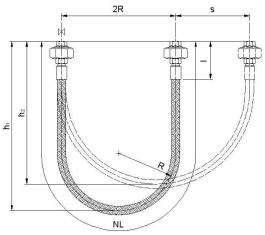
$$h_{1max} = 1.43 \cdot R_{dynamisch} + 0.5 \cdot s + l$$ **Maximale Höhe**

$$h_{2min} = 1.43 \cdot R_{dynamisch} + l$$ **Minimale Höhe**

U-Bogen für laterale Bewegung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: vertikaler 180°-Bogen
Anwendung: horizontale Hubbewegung mit grosser Amplitude und niedriger Hubfrequenz



s	Hub	(mm)
$R_{dynamisch}$	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN	Nennweite	(mm)
l	Armaturlänge inkl. EH	(mm)
NL	Nennlänge	(mm)
h_{1max}	Max. Höhe des 180°-Bogens	(mm)
h_{2min}	Min. Höhe des 180°-Bogens	(mm)

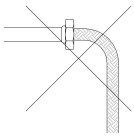
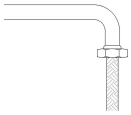
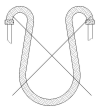
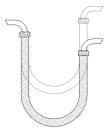
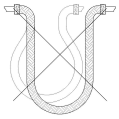
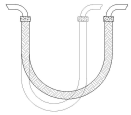
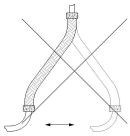
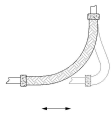
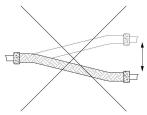
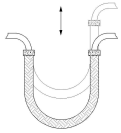
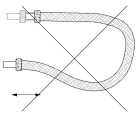
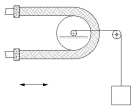
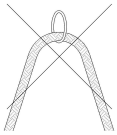
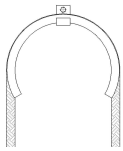
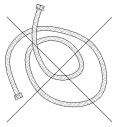
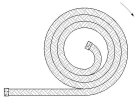
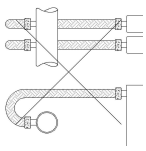
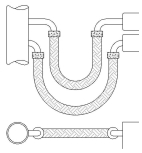
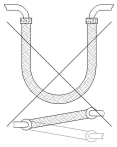
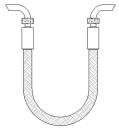
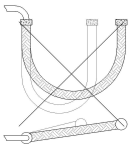
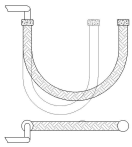
$$NL = 4 \cdot R_{dynamisch} + 1.57 \cdot s + 2 \cdot l$$ **Nennlänge**

$$h_{1max} = 1.43 \cdot R_{dynamisch} + 0.785 \cdot s + l$$ **Maximale Höhe**

$$h_{2min} = 1.43 \cdot R_{dynamisch} + 0.5 \cdot s + l$$ **Minimale Höhe**

Fortsetzung nächste Seite

Die nachstehenden Abbildungen veranschaulichen einige in der Praxis häufig vorkommende unrichtige Verwendungsarten von Metallschlauchleitungen und Beispiele, wie diese behoben werden können.

Falsch:		**Richtig:**	
Fig.1 Zu starke Biegebeanspruchung unmittelbar hinter dem Anschluss.		Durch Verwendung eines starren Rohrbogens fällt der Schlauch gerade nach unten.	
Fig.2 Zu starke Biegebeanspruchung unmittelbar an den Anschlussstellen.		Korrekte Montage nur mit Rohrbogen.	
Fig.3 Zu starke Biegebeanspruchung unmittelbar an den Anschlussstellen.		Korrekte Montage nur mit Rohrbogen.	
Fig. 4 Wechselnde Biegebeanspruchungen sind sehr schädlich. Zu starke Abbiegung direkt an den Anschlüssen.		Bei grossen lateralen Bewegungen Einbau im 90°-Bogen vorsehen.	
Fig.5 Wechselnde Biegebeanspruchung und zu starke Abbiegung unmittelbar an den Anschlüssen.		Keine wechselnde Bewegung und keine zu starke Biegebeanspruchung durch Einsatz starrer Rohrbogen	
Fig.6 Schädliche wechselnde Bewegung und Torsionsbeanspruchung.		Durch Verwendung einer mitlaufenden Rolle sind Wechselbewegung und Torsion aufgehoben.	
Fig.7 Gefahr des Abknickens durch zu starke Biegebeanspruchung.		Durch die Verwendung eines Sattels oder einer Rolle wird ein Abknicken und damit die Unterschreitung des Mindestbiegeradius vermieden.	
Fig.8 Ein gerollter Schlauch soll nie durch Ziehen an einem Ende gerade gelegt werden, weil er dadurch auf Torsion beansprucht wird.		Geradelegen des Schlauches durch Abrollen des Schlauchringes.	
Fig.9 Beanspruchung auf Torsion und zu starke Abbiegung direkt hinter dem linken Anschluss.		Keine Torsion und günstige Biegebeanspruchung durch Verwendung starrer Rohrbogen.	
Fig.10 Torsionsbeanspruchung.		Dort, wo sich die Torsion nicht vermeiden lässt, sind drehbare Kupplungen zu verwenden, welche Torsion aufnehmen. Dadurch wird der Schlauch nur auf Biegung beansprucht.	
Fig.11 Torsionsbeanspruchung, da die beiden Anschlüsse sich nicht in der gleichen Flucht befinden.		Keine Torsionsbeanspruchung durch Verwendung eines starren Doppelrohrbogens.	

Änderungen vorbehalten
15-05