

METALLSCHLÄUCHE & METALLSCHLAUCHLEITUNGEN

Pröwig



Metallschläuche & Metallschlauchleitungen Inhalt

| | | |
|-----|---------------------------------------|-------|
| 1 | Metallschläuche Allgemein | Seite |
| 1.1 | Metallschläuche | 3 |
| 1.2 | Qualitätsanspruch | 4 |
| 1.3 | Auslegung, Normen und Richtlinien | 5 |
| | Technische Daten Übersicht | 6 |
| 2 | Meterware | |
| 2.1 | Edelstahlwellschlauch SB-0 / SB-1 | 7 |
| 2.2 | Edelstahlwellschlauch HFH-0 / HFH-3 | 8 |
| 3 | Armaturen | |
| 3.1 | Armaturen zu Metallschläuchen | 13 |
| 4 | Handhabung und Installation | |
| 4.1 | Korrekte Handhabung und Installation | 14 |
| 4.2 | Der korrekte Einbau in Bildern | 15 |
| 4.3 | Bestimmung der korrekten Nennlänge NL | 18 |
| 4.4 | Statischer Lastfall | 19 |
| 4.5 | Dynamischer Lastfall - Schwingungen | 20 |
| 4.6 | Dynamischer Lastfall - Dehnungen | 21 |
| 4.7 | Dynamischer Lastfall - Bewegungen | 24 |

Friedrich Pröwig Inh. Gerda Wiele Gesellschaft
 mbH & Co.KG
 Madamenweg 77
 38120 Braunschweig

Fon +49 531 28420 -56
 Fax +49 531 28420 -57
 E-Mail info@proewig.com
<http://www.proewig.com/>

1.1 Metallschläuche

Unter Verwendung hydraulisch oder mechanisch verformter Metallwellschläuche stellen wir Kunden- bzw. anwendungsbezogene Metallschlauchleitungen her. Unsere Produkte eignen sich zur Förderung von Flüssigkeiten und Gasen mit höchsten Drücken und Temperaturen, zum Absorbieren von Schwingungen, zum Aufnehmen von Dehnungen und Bewegungen, und sie sind äußerst resistent gegenüber Korrosion und Abrasion, selbst durch aggressivste Durchflussmedien.

Immer dann, wenn sich bewegende Bauteile miteinander verbinden, Schwingungen auftreten, ein Vakuum entsteht und eine Beständigkeit gegen eine Vielzahl von Medien bei hohen und sehr niedrigen Temperaturen gefordert sind, können Metallschlauchleitungen die Lösung darstellen.

In den vergangenen 50 Jahren haben Metallschlauchleitungen eine enorme qualitative Entwicklung erfahren.

Während beispielsweise im Jahr 1980 ein „Metallschlauch“ lediglich eine flexible Verbindung zwischen Punkt A und B darstellte, hat sich daraus eine „zertifizierte Metallschlauchleitung nach EN ISO 10380“ entwickelt. Diese verbindet zweifellos noch Punkt A mit Punkt B ist jedoch im Jahr 2016 ein umfassend ausgelegtes, transparent dokumentiertes und auf seine Leistungsfähigkeit hin geprüftes Druckgerät welches dem Anwender und dem Hersteller größtmögliche Sicherheit bescheinigt.

Auf den nachfolgenden Seiten möchten wir Ihnen Metallschlauchleitungen von F.Pröwig näherbringen.



1.2 Qualitätsanspruch

Die bestmögliche Grundlage für ein Produkt schafft die Friedrich Pröwig GmbH & Co.KG mit dem internen Qualitätssystem. Um uns kontinuierlich zu verbessern arbeiten wir ständig an unseren ganzheitlichen Geschäftsprozessen. Dabei steht Effektivität, Reaktionsgeschwindigkeit sowie Zuverlässigkeit im Mittelpunkt. Für das Qualitätsmanagement verfügen wir über die Zertifizierungen nach DIN EN ISO 9001: 2015

Darüber hinaus engagieren wir uns auch Energie und Material effizient und ressourcenschonend einzusetzen. Mit einem möglichst umweltverträglichen Produktionsablauf stehen wir für unsere Verantwortung gegenüber der heutigen und kommenden Generation ein. Unser Arbeitsschutz-Management sorgt für die Reduzierung von Unfällen am Arbeitsplatz und fördert das Verantwortungsbewusstsein unserer Mitarbeiter. Dadurch ist ein verantwortungsvolles Miteinander in allen Arbeitsbereichen gewährleistet.



Unsere Zulassungen:

- ISO 9001: 2015
- Schweißbetrieb nach AD 2000-Merkblatt HP 0 und DIN EN ISO 3834-2
- Schweißen von Schienenfahrzeugen nach DIN EN 15085-2
- System zur Übertragung der Kennzeichnung von Werkstoffen
- DGRL PED 2014/68/EU Modul A2
- EN 15085-2 Klassifikationsstufe CL2
- DVGW-zertifizierte Edelstahlwellschläuche nach DIN 3384



1.3 Auslegung, Normen und Richtlinien

Die Auslegung und der Einsatz von Metallschlauchleitungen wird durch mehrere Normen geregelt. Diese beziehen sich sowohl auf die Herstellung, als auch auf die Anwendung.

Die wichtigsten allgemeinen Regelwerke für Metallschläuche sind die Druckgeräte Richtlinie 2014/68/EU (DGRL) mit der dazugehörigen Produktnorm DIN EN 14585-1 „Gewellte Metallschlauchleitungen für Druckerzeugnisse“ sowie die DIN EN ISO 10380 „Gewellte Metallschläuche und Metallschlauchleitungen“. Hierzu werden nachfolgend einige Erläuterungen gegeben:

Druckgeräterichtlinien und **DIN EN 14585-1**

Die DGRL gilt für Lieferungen innerhalb des bzw. in den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR). Die Richtlinie hat Gesetzesrang und ist für Anwender und Hersteller bindend. Sie regelt die Herstellung und das in Verkehr bringen von Druckbehältern mit einem max. zulässigen Betriebsdruck $PS > 0,5$ bar. Metallschläuche fallen nach der Terminologie der Richtlinie in die Druckgeräteart „Rohrleitungen“.

Das wesentliche Element der Druckgeräterichtlinie ist die Einteilung der Druckbehälter entsprechend ihrem Gefährdungspotential in unterschiedlichen Kategorien. Das Gefährdungspotential von Metallschläuchen wird dabei bestimmt durch die Nennweite, den maximal zulässigen Betriebs- oder Auslegungsdruck PS , die Gefährlichkeit des Mediums, den Aggregat-Zustand (Flüssigkeit/ gasförmig) und den Dampfdruck des Mediums.

Für Metallschlauchleitungen typisch sind die Kategorien I und II, eher selten die Kategorie III. Schlauchleitungen der Kategorie I – III erhalten eine „CE“-Kennzeichnung. In Abhängigkeit der Kategorie hat der Schlauchhersteller eine Konformitätsbewertung durchzuführen.

Die DGRL beschreibt nur die grundlegenden Anforderungen an Druckbehälter. Die Präzisierung der Vorgaben für bestimmte Bauteile erfolgt in den jeweiligen Fach- oder Produktnormen. Für Metallschläuche ist das die DIN EN 14585-1. Sie beschreibt Klassifizierung, Werkstoffe, Auslegung, Herstellung, Abnahme und Dokumentation für Metallschlauchleitungen. Insbesondere hinsichtlich der Baumusterprüfung verweist die DIN EN 14585-1 auf die DIN EN ISO 10380.

DIN EN ISO 10380

Die DIN EN ISO 10380 gewellte Metallschläuche und Metallschlauchleitungen“ ist die wichtigste internationale Norm für Metallschläuche. Sie wurde 2013 letztmalig aktualisiert und legt Mindestanforderungen für die Auslegung, Herstellung und Prüfung von gewellten Metallschläuchen und Metallschlauchleitungen für allgemeine Anwendungen fest. Im Sinne der DGRL hat die DIN EN ISO 10380 den Charakter einer unterstützenden Norm.

TECHNISCHE INFORMATION

Die in den technischen Informationen enthaltenen Beschreibungen, Tabellen und Berechnungsformeln sind lediglich beispielhaft und nicht bindend. Nach Angabe der erforderlichen Parameter durch den Besteller erfolgt die technische Auslegung durch unsere Fachabteilung. Soweit Normen angegeben sind, sind diese lediglich auszugsweise wiedergegeben. Verbindlich ist jeweils die neueste Ausgabe der genannten Norm.

METALLSCHLÄUCHE & METALLSCHLAUCHLEITUNGEN

ÜBERSICHT

| | | |
|-----|-------------------------------------|---|
| 2 | Meterware | |
| 2.1 | Edelstahlwellschlauch SB-0 / SB-1 | 7 |
| 2.2 | Edelstahlwellschlauch HFH-0 / HFH-3 | 8 |

2.1 SB: Welschlauch, Parallelwellung

Typ 1-10: gewellte Metallschläuche von hoher Flexibilität mit mittlerer Lebensdauer;

Ausführung: SB-0 Welschlauch ohne Umflechtung
SB-1 Welschlauch mit einer Umflechtung

Werkstoff: Welschlauch 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 nach DIN EN ISO 10380: 2012
Umflechtung 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 nach DIN EN ISO 10380: 2012

| Abmessungen | | Blechedicke (mm) | Schlauch | | | | | | | Geflecht | | | | Schlauch + Geflecht | | | | | |
|-------------|-----|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------|---|--|---------|-------------|-------------------|-------------------|---------|------------------------------------|---|--|-------------------|------|--------------------|
| | | | Innen- durch- messer (mm) | Außen- durch- messer (mm) | Anzahl der wellen (je m) | Wellenhöhe (mm) | Betriebsdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Berstdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Gewicht | Drahtstärke | Anzahl- drähte | Anzahl- Spulen | Gewicht | Außen- durch- messer (mm) | Betriebsdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Berstdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Biegeradius | | Gewicht je m/kg |
| Zoll | mm | d1 | d2 | | | bar | bar | je m/kg | | | | je m/kg | d3 | | | statisch (mm) | dynamisch (mm) | | |
| 1/4" | 6 | 0,15 | 6,3 | 9,6 | 490 | 2,04 | 20 | 100 | 0,07 | 0,3 | 4 | 24 | 0,075 | 11 | 120 | 480 | 25 | 110 | 0,22 |
| 5/16" | 8 | 0,15 | 8,5 | 12,1 | 440 | 2,27 | 16 | 64 | 0,09 | 0,3 | 5 | 24 | 0,09 | 14,8 | 112 | 448 | 32 | 130 | 0,27 |
| 3/8" | 10 | 0,15 | 10 | 14,1 | 390 | 2,56 | 6 | 24 | 0,1 | 0,3 | 6 | 24 | 0,12 | 16,9 | 97 | 388 | 38 | 150 | 0,34 |
| 1/2" | 12 | 0,15 | 12,1 | 16,7 | 330 | 3,03 | 6 | 24 | 0,11 | 0,3 | 7 | 24 | 0,14 | 20,0 | 75 | 300 | 45 | 165 | 0,39 |
| 5/8" | 16 | 0,18 | 16,6 | 21,9 | 275 | 3,64 | 6 | 24 | 0,185 | 0,3 | 7 | 36 | 0,19 | 24,7 | 60 | 240 | 58 | 195 | 0,57 |
| 3/4" | 20 | 0,18 | 20,2 | 26,7 | 270 | 3,70 | 6 | 24 | 0,27 | 0,3 | 9 | 36 | 0,255 | 29,6 | 62 | 248 | 70 | 225 | 0,78 |
| 1" | 25 | 0,2 | 25,3 | 32,3 | 270 | 3,70 | 2,5 | 10 | 0,36 | 0,3 | 9 | 36 | 0,26 | 35 | 43 | 172 | 85 | 260 | 0,88 |
| 1.1/4" | 32 | 0,22 | 33,6 | 41,2 | 272 | 3,68 | 2,5 | 10 | 0,54 | 0,4 | 8 | 48 | 0,504 | 44,6 | 46 | 184 | 105 | 300 | 1,55 |
| 1.1/2" | 40 | 0,25 | 40 | 49,5 | 200 | 5,00 | 2,5 | 10 | 0,7 | 0,4 | 9 | 48 | 0,58 | 52,7 | 42 | 168 | 130 | 340 | 1,87 |
| 2" | 50 | 0,25 | 50,4 | 60,7 | 200 | 5,00 | 0,50 | 2 | 0,88 | 0,4 | 10 | 48 | 0,63 | 63,8 | 32 | 128 | 160 | 390 | 2,15 |
| 2.1/2" | 65 | 0,3 | 62,8 | 76,3 | 130 | 7,69 | 0,50 | 2 | 1,21 | 0,5 | 7 | 72 | 0,99 | 80,9 | 35 | 140 | 200 | 460 | 3,20 |
| 3" | 80 | 0,35 | 78,7 | 94,5 | 120 | 8,33 | 2,5 | 10 | 1,89 | 0,5 | 8 | 72 | 1,12 | 99 | 25 | 100 | 240 | 660 | 4,14 |
| 4" | 100 | 0,4 | 97,8 | 114,2 | 115 | 8,70 | 2,5 | 10 | 2,6 | 0,5 | 10 | 72 | 1,4 | 118,7 | 25 | 100 | 290 | 750 | 5,41 |
| 5" | 125 | 0,37 | 130 | 155 | 72 | 13,89 | 0,50 | 2 | 2,8 | 0,6 | 10 | 72 | 2,32 | 159,9 | 14 | 56 | 350 | 1000 | 7,46 |
| 6" | 150 | 0,37 | 154,5 | 180 | 70 | 14,29 | 0,50 | 2 | 3,45 | 0,6 | 11 | 72 | 2,83 | 184,9 | 10 | 40 | 400 | 1250 | 9,14 |
| 8" | 200 | 0,4 | 204,5 | 233 | 65 | 15,38 | - | - | 5,1 | 0,67 | 9 | 96 | 4,45 | 238,4 | 8 | 32 | 520 | 1600 | 14,04 |
| 10" | 250 | 0,5 | 254 | 282 | 64 | 15,63 | - | - | 7,5 | 0,7 | 12 | 96 | 6,8 | 287,4 | 7,5 | 30 | 620 | 2000 | 21,17 |

2.2 HFH: Wellenschlauch, Parallelwellung

Typ 1-10: gewellte Metallschläuche von hoher Flexibilität mit mittlerer Lebensdauer;

Ausführung: HFH-0 Wellenschlauch ohne Umflechtung
 HFH-3 Wellenschlauch mit drei Umflechtung

Werkstoff: Wellenschlauch 1.4404 X2CrNiMo17-12-2 nach DIN EN ISO 10380: 2012
 Umflechtung 1.4044 X2CrNiMo17-12-2 nach DIN EN ISO 10380: 2012

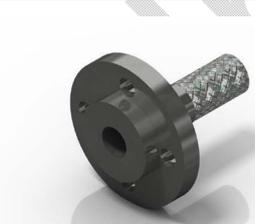
| Abmessungen | | Schlauch | | | | | | | | Geflecht | | | | Schlauch + Geflecht | | | | | |
|-------------|----|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------|-------------|------------------------|---------------|---------|--------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---------------|----------------|-----------------|
| | | Blechdicke (mm) | Innen-durch-messer (mm) | Außen-durch-messer (mm) | Anzahl der wellen (je m) | Wellenbreite (mm) | Betriebsdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Berstdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Gewicht | Drahtstärke | Anzahl-drähte je Spule | Anzahl-Spulen | Gewicht | Außen- durch-messer (mm) | Betriebsdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Berstdruck bei 20°C nach ISO 10380 | Biegeradius | | Gewicht je m/kg |
| Zoll | mm | t1 | d1 | d2 | | a | bar | bar | je m/kg | d4 | b | | je m/kg | d3 | | | statisch (mm) | dynamisch (mm) | |
| 5/16" | 8 | 0,25 | 7,6 | 12,2 | 540 | 1,85 | 27 | 108 | 0,19 | 0,4 | 4 | 24 | 0,15 | 21,56 | 480 | 1440 | 25 | 110 | 0,64 |
| 3/8" | 10 | 0,25 | 10 | 14,2 | 520 | 2,56 | 25 | 100 | 0,22 | 0,4 | 6 | 24 | 0,2,3 | 22,6 | 400 | 1200 | 38 | 150 | 0,84 |
| 1/2" | 12 | 0,03 | 12,1 | 16,7 | 500 | 3,03 | 20 | 100 | 0,30 | 0,4 | 7 | 24 | 0,03 | 23,6 | 250 | 1000 | 45 | 165 | 0,9 |

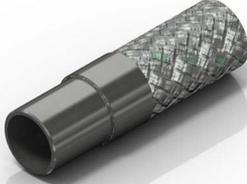
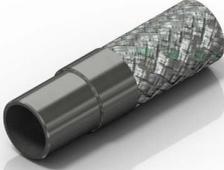
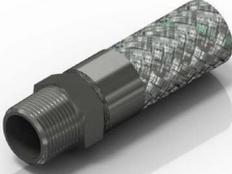
3.1 Armaturen für SB-Metallschläuche

Eine Metallschlauchleitung wird immer in ein System eingebaut; die Schnittstelle für die Einbindung in dieses System bilden die Armaturen. Sie sind, genau wie die gesamte Leitung den Betriebsbedingungen (Druck, Temperatur, Korrosion, etc.) ausgesetzt. Das richtige Design der Armaturen ist entscheidend für Dichtheit und Sicherheit der Verbindung der Leitung mit dem System.

Standard für Armaturen soll die hauptsächlichen und täglichen Bedürfnisse unserer Kunden zu einem hohen Grad abdecken. Selbstverständlich sind wir in der Lage nahezu jede mögliche Armaturenkonfiguration auszulegen und herzustellen.

Die Anschlüsse sind lieferbar in Stahl, rostfreiem Stahl oder anderen Werkstoffen. Feste oder lose Flansche mit Bund nach EN-DIN-ASA-BS usw. Sämtliche Anschlüsse werden nach dem WIG Verfahren mit den Schläuchen verschweißt. Sonderausführungen ebenfalls lieferbar. Wenn nicht anders erwähnt, gilt die DIN-Norm EN 10806 (Rohrleitungen – Anschlusssteile für gewellte Metallschläuche).

| | | | |
|------------------------|---|-------------------|---|
| <p>Typ 119/148</p> |  | <p>DN10-DN300</p> | <p>Drehbare Flanschverbindung Losflansch mit Vorschweissbordel nach EN1092-1:2013</p> <p>Werkstoffe: Losflansch: Edelstahl, C-Stahl Vorschweissbordel: Edelstahl</p> |
| <p>Typ 108/149</p> |  | <p>DN10-DN300</p> | <p>Drehbare Flanschverbindung Losflansch mit Rohrstützen und glattem bzw. Vorschweißbund nach EN1092-1:2013</p> <p>Werkstoffe: Losflansch: C-Stahl oder Edelstahl Rohrstützen: Edelstahl Glatter Bund: Edelstahl</p> |
| <p>Typ 105</p> |  | <p>DN10-DN300</p> | <p>Festflanschverbindung Vorschweissflansch nach EN1092-1:2013</p> <p>Werkstoffe: C-Stahl oder Edelstahl</p> |

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|---|
| <p>Typ 122</p> |  | <p>DN6-DN100</p> | <p>Muffe (festes Innengewinde) Innengewinde Rp nach EN10226-1:2004 Im Anschlussgewinde dichtend</p> <p>Werkstoffe: Edelstahl, Stahl</p> |
| <p>Typ 104</p> |  | <p>DN6-DN250</p> | <p>Anschweissende Hergestellt aus nahtlosem (nach EN10216 - 1:2013) oder geschweisstem (nach EN10217- 1:2014) Rohr</p> <p>Werkstoffe: Edelstahl, unlegierter Stahl</p> |
| <p>Typ 115</p> |  | <p>DN6 – DN40</p> | <p>Präzisionsrohrstutzen Hergestellt aus nahtlosem Edelstahlrohr nach EN 10305-1:2010, passend zu Schneidring-Verschraubungen nach DIN 3861/Reihe L</p> <p>Material: Edelstahl</p> |
| <p>Typ 102</p> |  | <p>DN 10-DN 100</p> | <p>6kt-Nippel (festes Aussengewinde) Aussengewinde R nach EN10226-1:2004 Im Anschlussgewinde dichtend</p> <p>Werkstoffe: Edelstahl, C-Stahl</p> |

4. korrekte Handhabung und Installation

Eingangskontrolle und Sichtprüfung

Die Metallschlauchleitungen sollten vor der Montage auf äusserliche, sichtbare Beschädigungen (z.B. Transportschäden) geprüft werden. Beschädigte Leitungen dürfen nicht eingebaut werden.

Lagerung

Metallschlauchleitungen sollten vor der Einlagerung entleert, gereinigt, getrocknet und anschliessend spannungsfrei und gerade liegend eingelagert werden. Werden die Leitungen trotzdem in gerolltem Zustand gelagert, darf dabei der minimale dynamische Biegeradius nicht unterschritten werden. Am besten werden die Enden der Leitung, z.B. mittels Kappen oder Stopfen verschlossen. Der geeignete Lagerort ist kühl, trocken, staubarm, von starken Wärmequellen abgeschirmt und schützt die Leitungen vor Fremd- oder Flugrost und der Einwirkung von Chloriden. Eine Lagerung im Freien, in der Nähe von Salzwasser (z.B. in Küstennähe), sollte vermieden werden, ansonsten sollten die Leitungen vor Witterungseinflüssen geschützt sein.

Einbau

Beim Einbau von Metallschlauchleitungen muss darauf geachtet werden, dass die Leitung in der Nulllage möglichst geringe Eigenspannungen erfährt; Torsionsspannungen müssen unbedingt vermieden werden. Die Leitungen müssen berührungsfrei montiert sein und dürfen im dynamischen Lastfall in Ihrer Bewegung nicht eingeschränkt werden.

Wie kann Torsion vermieden werden?

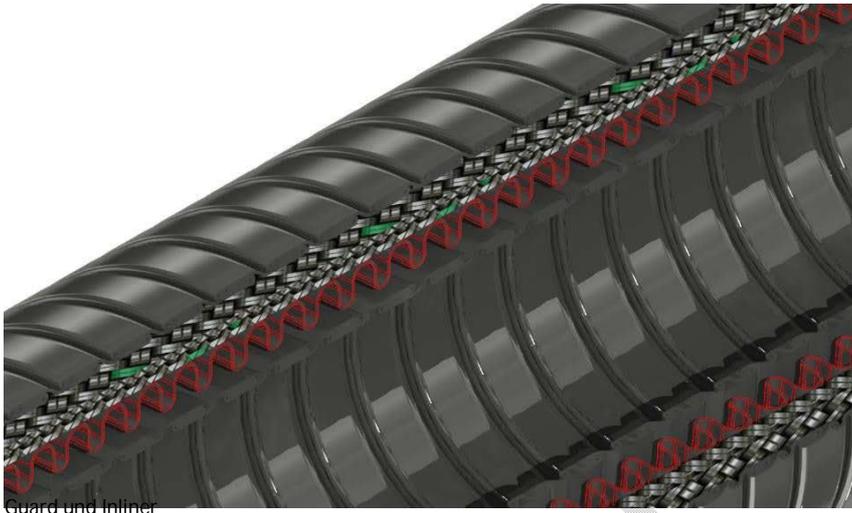
Um Torsion zu vermeiden muss die Anschlusskonfiguration auf mindestens einer Seite der Metallschlauchleitung drehbar ausgelegt sein (z.B. Losflansch oder Verschraubung). Beim Festziehen von Gewinden darf die Torsion nicht auf den Schlauch übertragen werden; dies kann durch Schlüsselflächen verhindert werden. Ausserdem müssen für den dynamischen Lastfall die Schlauchachse und die Bewegungsrichtung in einer Ebene liegen, dann entsteht keine Torsion.

Wie können Eigenspannungen beim Einbau minimiert werden?

Durch einfache Massnahmen, zum Beispiel durch die Verwendung von Rohrbögen oder Gelenken, im der Leitung vor- oder nachgeschalteten Leitungssystem, kann fast immer ein nahezu spannungsloser Einbau in der Nulllage erreicht werden.

Schutz vor äusseren Einflüssen

Metallschlauchleitungen sollten während des Betriebes vor äusseren mechanischen Beschädigungen und vor in der Nähe auszuführenden Schweißarbeiten (Spritzer) geschützt werden. Wird die Leitung häufig über den Boden gezogen, sollte sie durch einen Aussenschutzschlauch (Guard) oder durch eine Drahtspirale zusätzlich geschützt werden.



Guard und Inliner

Betrieb

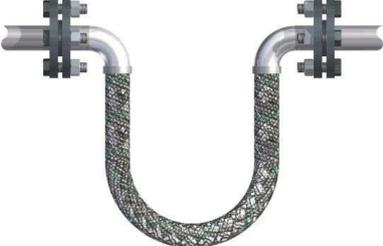
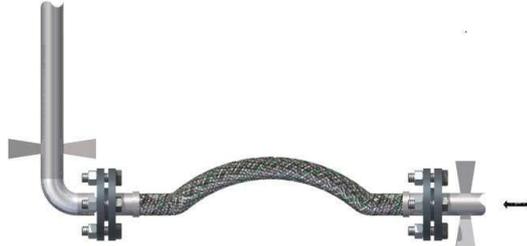
Die vereinbarten, maximalen Werte für Betriebsdruck PS, Betriebstemperatur TS und Bewegungen dürfen während des Betriebes nicht überschritten werden. Wird eine Leitung aus- und wieder eingebaut, empfehlen wir vor Wiederinbetriebnahme eine Druckprüfung durchzuführen. Der Prüfdruck PT darf dabei den Wert $PT = 1.43 \cdot PS$ (bei Raumtemperatur) oder $1.25 \cdot CT$ des Betriebsdruckes, je nachdem welches Ergebnis grösser ist, nicht übersteigen.

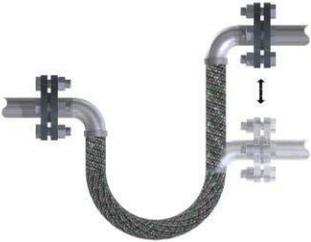
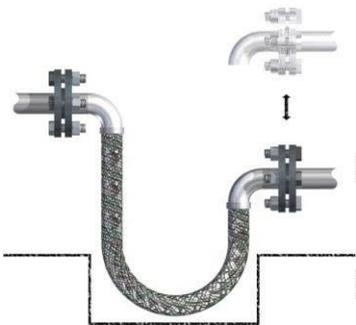
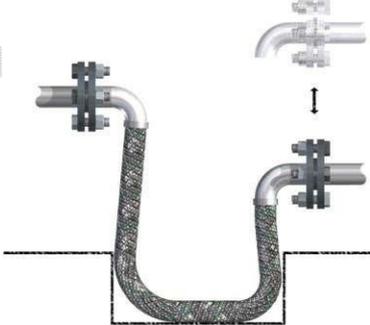
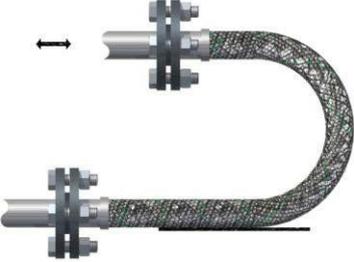
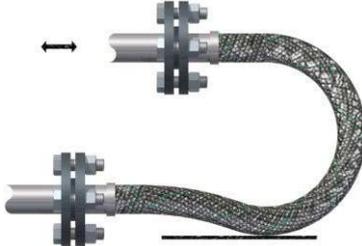
Wartung und Inspektion

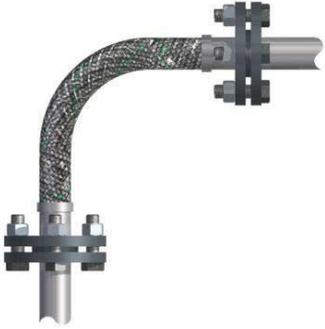
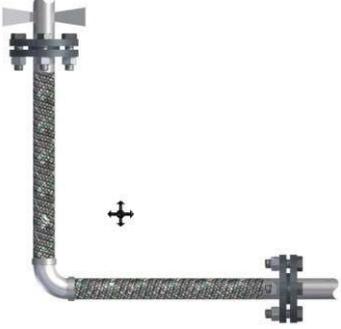
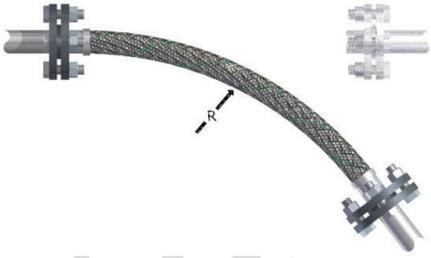
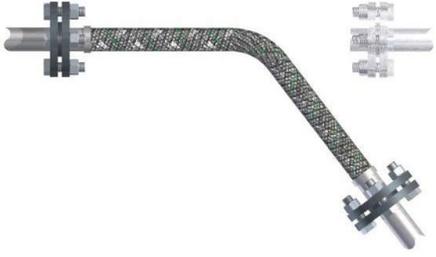
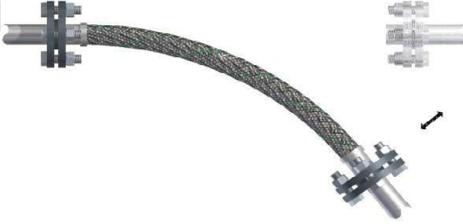
Bei einwandfreier Auslegung und korrekt ausgeführter Montage sind Metallschlauchleitungen nahezu wartungsfrei, die Leitung erreicht in der Regel ohne weiteres die Lebensdauer des Systems, jedoch mindestens die vereinbarten Anforderungen und die Anforderungen der ISO10380: 2012. Wir empfehlen, die Schlauchleitungen im Rahmen der normalen Wartungszyklen der Anlage auf äussere Beschädigungen (Umflechtung, Knickung, Korrosion, auffällige Deformationen, etc.) zu überprüfen.

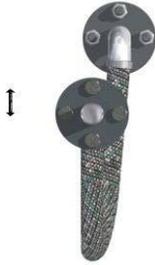
4.1 Der korrekte Einbau in Bildern

Die nachstehenden Abbildungen zeigen Installations-Beispiele aus der Praxis:

| Richtig | Falsch |
|--|--|
|  <p data-bbox="287 795 654 862">Dynamischer Biegeradius eingehalten Korrekte Nennlänge</p> |  <p data-bbox="877 795 1340 840">Überbiegenvermeiden Zu kurze Nennlänge</p> |
|  <p data-bbox="287 1243 686 1321">Anbindung mit Rohrbögenvorsehen Kleine Eigenspannungen</p> |  <p data-bbox="877 1243 1372 1288">Knicken vermeiden Grosse Eigenspannungen</p> |
|  <p data-bbox="287 1825 766 1870">Für axiale Bewegungen U-Bogenvorsehen</p> |  <p data-bbox="877 1825 1212 1870">Axiale Bewegungenvermeiden</p> |

| Richtig | Falsch |
|---|---|
|  <p data-bbox="180 667 678 696">Bewegung und Schlauchachse in einer Ebene</p> |  <p data-bbox="799 667 1185 696">Hier entsteht bei Bewegung Torsion</p> |
|  <p data-bbox="180 1032 683 1061">Bei grösseren Bewegungen U-Bogenvorsehen</p> |  <p data-bbox="794 1032 1265 1061">Für grosse Lateral-bewegungen ungeeignet</p> |
|  <p data-bbox="236 1525 595 1554">Genügend Einbauraum vorsehen</p> |  <p data-bbox="863 1525 1102 1554">Kollisionen vermeiden</p> |
|  <p data-bbox="145 1899 675 1928">Bei horizontaler Anordnung Abstützung vorsehen</p> |  <p data-bbox="879 1899 1114 1928">Abknicken vermeiden</p> |

| Richtig | Falsch |
|--|--|
|  <p>Bei Schlauchbogen Biegeradius beachten Korrekte Nennlänge</p> |  <p>Nennlänge zu lang Nennlänge zu kurz Überbiegen oder Knicken vermeiden</p> |
|  <p>„Dog Leg“ Konstruktion für axiale und laterale Bewegungen und Schwingungen</p> |  <p>Nicht geeignete Anordnung für gleichzeitige, axiale und laterale Schwingungen</p> |
|  <p>Minimaler dynamischer Biegeradius eingehalten Korrekte NL</p> |  <p>Dynamischer Biegeradius viel zu klein</p> |
|  <p>Bewegungsrichtung beachten</p> |  <p>Hier entsteht bei Bewegung Torsion</p> |

| Richtig | Falsch |
|---|---|
|  <p data-bbox="197 663 702 696">Varianten für Aufnahme von Axialbewegungen</p> |  <p data-bbox="995 663 1197 696">Torsion vermeiden</p> |
|  <p data-bbox="197 949 625 983">Aussenschutz beim Ziehen über Boden</p> |  <p data-bbox="852 958 1257 992">Umflechtung kann beschädigt werden</p> |
|  <p data-bbox="197 1335 644 1391">Bei engen Radien Rohrbogen verwenden Eigenspannungen vermeiden</p> |  <p data-bbox="845 1335 1343 1368">Überbiegen und Eigenspannungen vermeiden</p> |
|  <p data-bbox="197 1720 689 1783">Beim Festziehen von Verschraubungen keine Torsion übertragen</p> | |

4.2 Bestimmung der korrekten Nennlänge NL

Die Nennlänge einer Metallschlauchleitung hängt ab vom einzuhaltenden, minimalen Biegeradius des Schlauches, von der Einbaulage und vom Lastfall (statisch, dynamisch, Dehnungen, Bewegungen, Schwingungen, etc). Entscheidend ist dabei, den Lastfall genau zu erkennen. Nachfolgend sind die Berechnungen zu den meisten, möglichen Lastfällen aufgeführt.

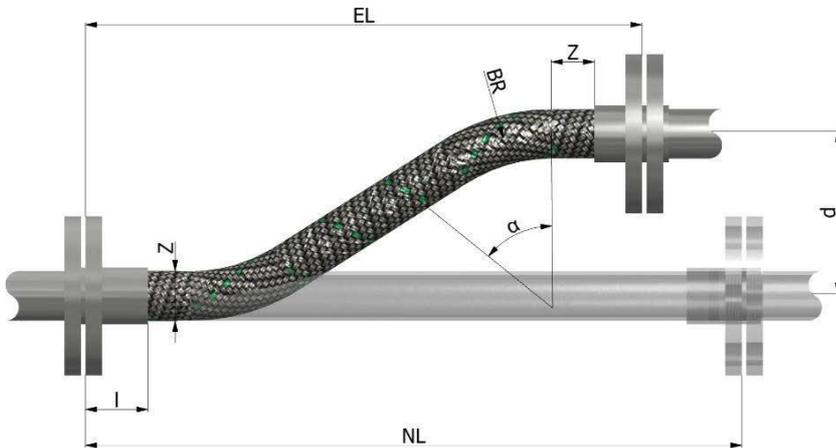
Abkürzungsverzeichnis für die nachfolgenden Berechnungen:

| | | |
|---|----------------------------------|------|
| DN: | Nennweite | (mm) |
| NL: | Nennlänge | (mm) |
| EL: | Einbaulänge | (mm) |
| a: | Einbaumaß 1 | (mm) |
| b: | Einbaumaß 2 | (mm) |
| c: | Schenkellänge | (mm) |
| d: | Achsversatz | (mm) |
| e: | Längenzugabe für Schlauchenden | (mm) |
| f: | Abstand der Abwinklung | (mm) |
| h₁: | Maximale Höhe des 180°-Bogens | (mm) |
| h₂: | Minimale Höhe des 180°-Bogens | (mm) |
| s, s₁, s₂: | Hub / Dehnung | (mm) |
| α: | Biegewinkel | (°) |
| β: | Biegewinkel | (°) |
| BR: | Biegeradius | (mm) |
| BR_{dyn}: | Dynamischer Biegeradius | (mm) |
| BR_{stat}: | Statischer Biegeradius | (mm) |
| Z: | Aussendurchmesser des Schlauches | (mm) |
| I: | Länge der Schlaucharmatur | (mm) |

4.3 Statischer Lastfall

Ausgleich von parallelem Rohrleitungsversatz

Einbauart: gerade Schlauchleitung



Lastfall: seitlicher Einbauversatz, einmalige Lateralbiegung

$$\cos \alpha = 1 - d / (2 * BR_{\text{stat}})$$

cos α darf nicht ≤ 0.5 sein, ansonsten muss der Radius $BR > BR_{\text{stat}}$ gewählt werden.

$$NL = 0.035 * BR_{\text{stat}} * \alpha + 2 * (Z + l)$$

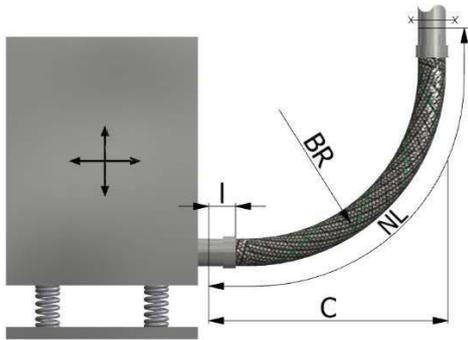
$$EL = 2 * BR_{\text{stat}} * \sin \alpha + 2 * (Z + l)$$

4.4 Dynamischer Lastfall - Schwingungen

Aufnahme von Schwingungen

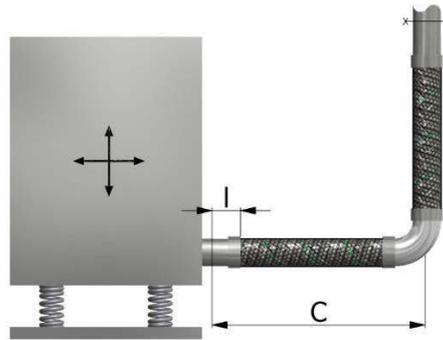
Einbauart: 90° Schlauchbogen Winkel Konstruktion

Lastfall: Aufnahme von Schwingungen in alle Richtungen, kleine Amplitude, hohe Frequenz



DN ≤ 100mm

Rohrbogen



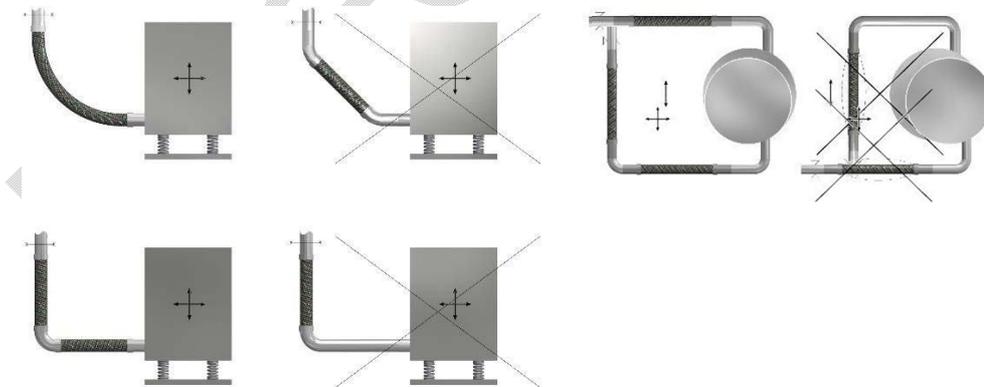
DN ≥ 125mm

Winkel-Schlauch-Konstruktion

$$NL = 2.3 * BR_{dyn} + 2 * l$$

$$c = 1.365 * BR_{dyn} + l$$

Die Winkel Schlauch-Konstruktion hat gegenüber dem 90°-Bogen den großen Vorteil, dass während des Einbaus keine Eigenspannungen auftreten. Bei Nennweiten von DN > 100 werden die Eigenspannungen bei der Variante mit dem 90°-Bogen ohnehin so groß, dass dann unbedingt eine Alternativ-Konstruktion vorgesehen werden sollte.

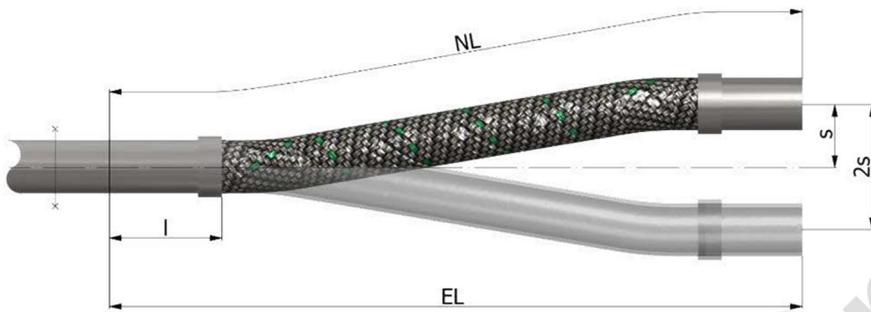


4.5 Dynamischer Lastfall - Dehnungen

Aufnahme von Dehnungen

Lastfall: Sehr langsame Bewegungen, kleine Amplitude, sehr niedrige Frequenz

4.5.1 Gerade Leitung, laterale Dehnung



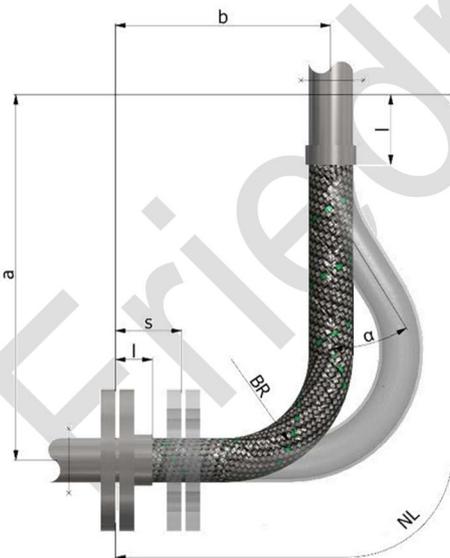
$$NL = 4.5 * (BR_{dyn} * s)^{1/2} + 2 * (DN + l)$$

$$s = (NL - 2 * l)^2 / (20 * BR_{dyn})$$

$$EL \cong NL * (1 - 0.15 * s / NL)$$

Minimale Nennlänge $NL_{min} = 7 * s + 2 * l$

4.5.2 Einbau im 90°-Bogen, Dehnungsaufnahme in 1 Richtung



$$\cos \alpha = 1 - s / (2 * BR_{dyn})$$

Der Winkel α darf 60° nicht überschreiten

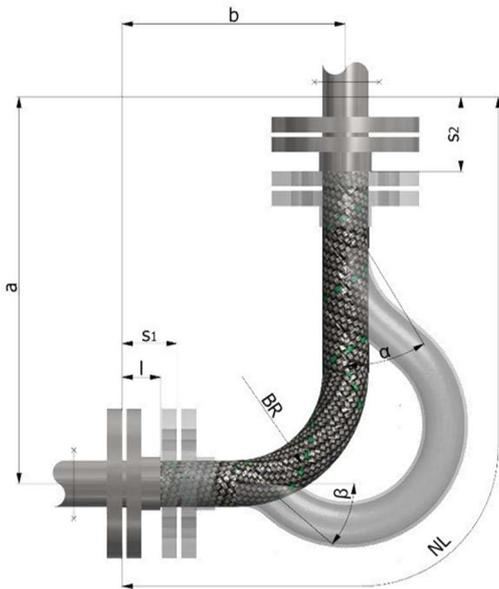
$\Rightarrow \cos \alpha$ muss ≥ 0.5 sein, ansonsten muss der Radius $BR > BR_{dyn}$ gewählt werden

$$NL = BR_{dyn} * (1.57 + 0.035 * \alpha) + 2 * (DN + l)$$

$$a = BR_{dyn} + (2 * BR_{dyn} * \sin \alpha) + DN + l$$

$$b = BR_{dyn} + BR_{dyn} * (0.035 * \alpha - 2 * \sin \alpha) + DN + l$$

4.5.3 Einbau im 90°-Bogen, Dehnungsaufnahme in 2 Richtungen



$$\cos \alpha = 1 - s_1 / (2 * BR_{dyn}) \quad \cos \beta = 1 - s_2 / (2 * BR_{dyn})$$

Die Winkel α und β dürfen 45° nicht überschreiten

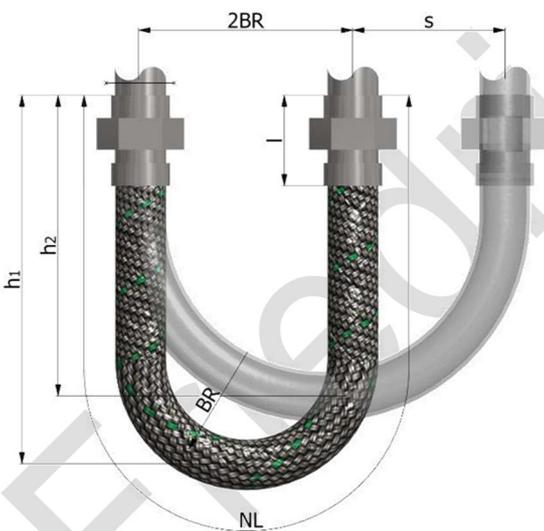
$\Rightarrow \cos \alpha$ und β müssen beide ≥ 0.7 sein, ansonsten muss der Radius $BR > BR_{dyn}$ gewählt werden

$$NL = BR_{dyn} * (1.57 + 0.035 * \alpha + 0.035 * \beta) + 2 * (DN + l)$$

$$a = BR_{dyn} + BR_{dyn} (2 * \sin \alpha + 0.035 * \beta - 2 * \sin \beta) + DN + l$$

$$b = BR_{dyn} + BR_{dyn} (2 * \sin \beta + 0.035 * \alpha - 2 * \sin \alpha) + DN + l$$

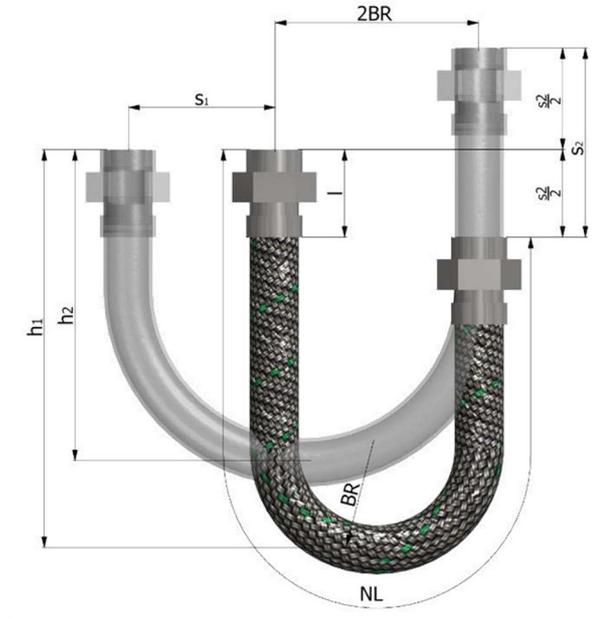
4.5.4 Einbau im U-Bogen, Dehnungsaufnahme in 1 Richtung, horizontal



$$NL = BR_{dyn} * \pi + 1.57 * s + 2 * l \quad h_{1 \max} = BR_{dyn} + 0.785 * s + l$$

$$h_{2 \min} = BR_{dyn} + 0.5 * s + l$$

e) Einbau im U-Bogen, Dehnungsaufnahme in 2 Richtungen, überlagernd



$$NL = BR_{dyn} * \pi + 1.57 * S_1 + 0.5 * S_2 + 2 * l$$

$$h_{1\ max} = BR_{dyn} + 0.785 * S_1 + 0.5 * S_2 + l$$

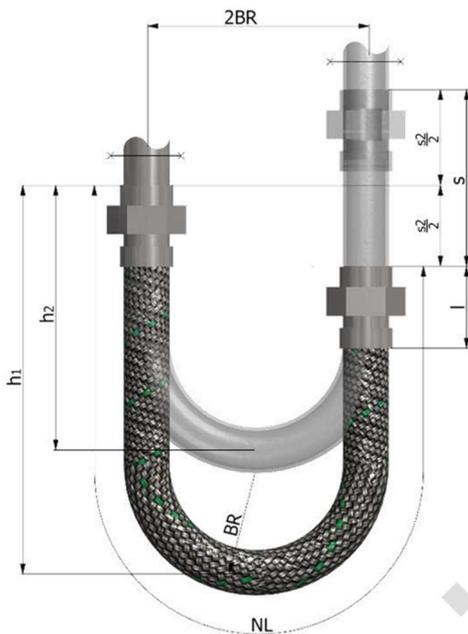
$$h_{2\ min} = BR_{dyn} + 0.5 * S_1 + l$$

4.6 Dynamischer Lastfall - Bewegungen

Aufnahme von Hubbewegungen

Lastfall: regelmäßige, relativ langsame Bewegungen, große Hübe, relativ niedrige Frequenz

a) Einbau im U-Bogen, Hubbewegung in 1 Richtung, vertikal

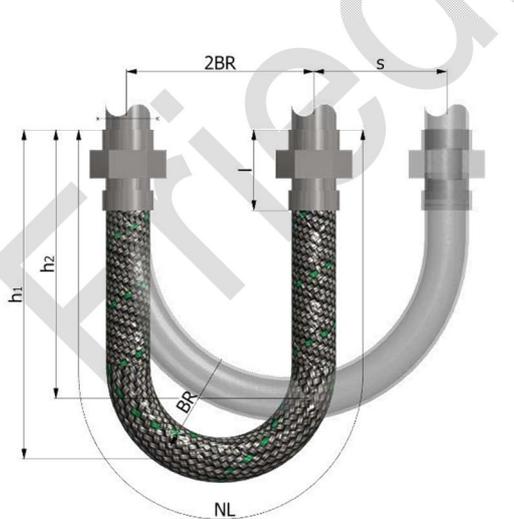


$$NL = 4 * BR_{dyn} + 0.5 * s + 2 * l$$

$$h_{1\ max} = 1.43 * BR_{dyn} + 0.5 * s + l$$

$$h_{2\ min} = 1.43 * BR_{dyn} + l$$

b) Einbau im U-Bogen, Hubbewegung in 1 Richtung, horizontal

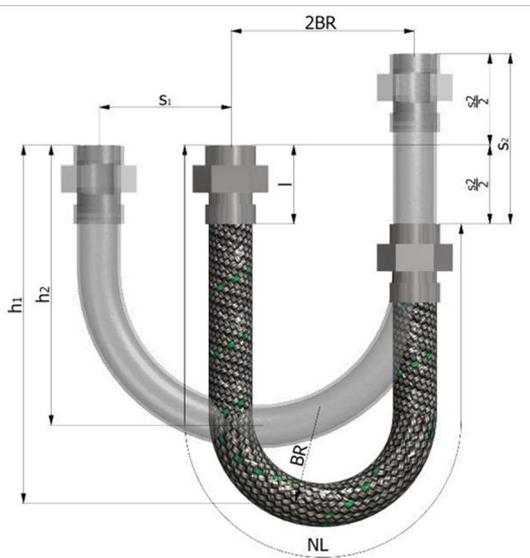


$$NL = 4 * BR_{dyn} + 1.57 * s + 2 * l$$

$$h_{1\ max} = 1.43 * BR_{dyn} + 0.785 * s + l$$

$$h_{2\ min} = 1.43 * BR_{dyn} + 0.5 * s + l$$

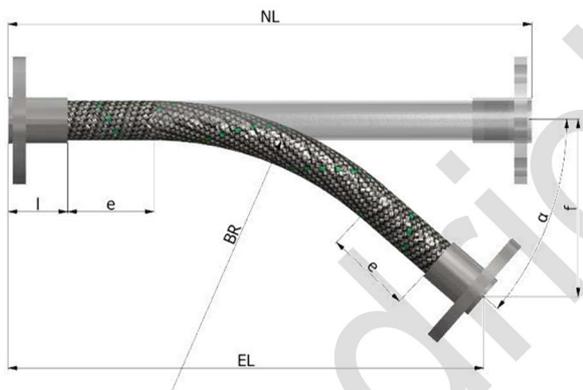
c) Einbau im U-Bogen, Hubbewegung in 2 Richtungen, überlagernd



$$NL = 4 * BR_{dyn} + 1.57 * s_1 + 0.5 * s_2 + 2 * l$$

$$h_{1\ max} = 1.43 * BR_{dyn} + 0.785 * s_1 + 0.5 * s_2 + l$$

$$h_{2\ min} = 1.43 * BR_{dyn} + 0.5 * s_1 + l$$



$$NL = (BR_{dyn} * \pi * \alpha) / 180 + 2 * (l + e)$$

$$EL = BR_{dyn} * \sin \alpha + (l + e) * (1 + \cos \alpha)$$

$$f = BR_{dyn} * (1 - \cos \alpha) + (l + e) * \sin \alpha$$

d) Gerade Leitung, angulare Bewegung in 1 Richtung

| | | | | | | | |
|----------------|------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|
| Nennweite DN | ≤ 12 | 16 - 25 | 32 - 40 | 50 - 65 | 80 - 100 | 125 - 150 | 200 - 300 |
| Längenzugabe e | 25 | 50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 300 |