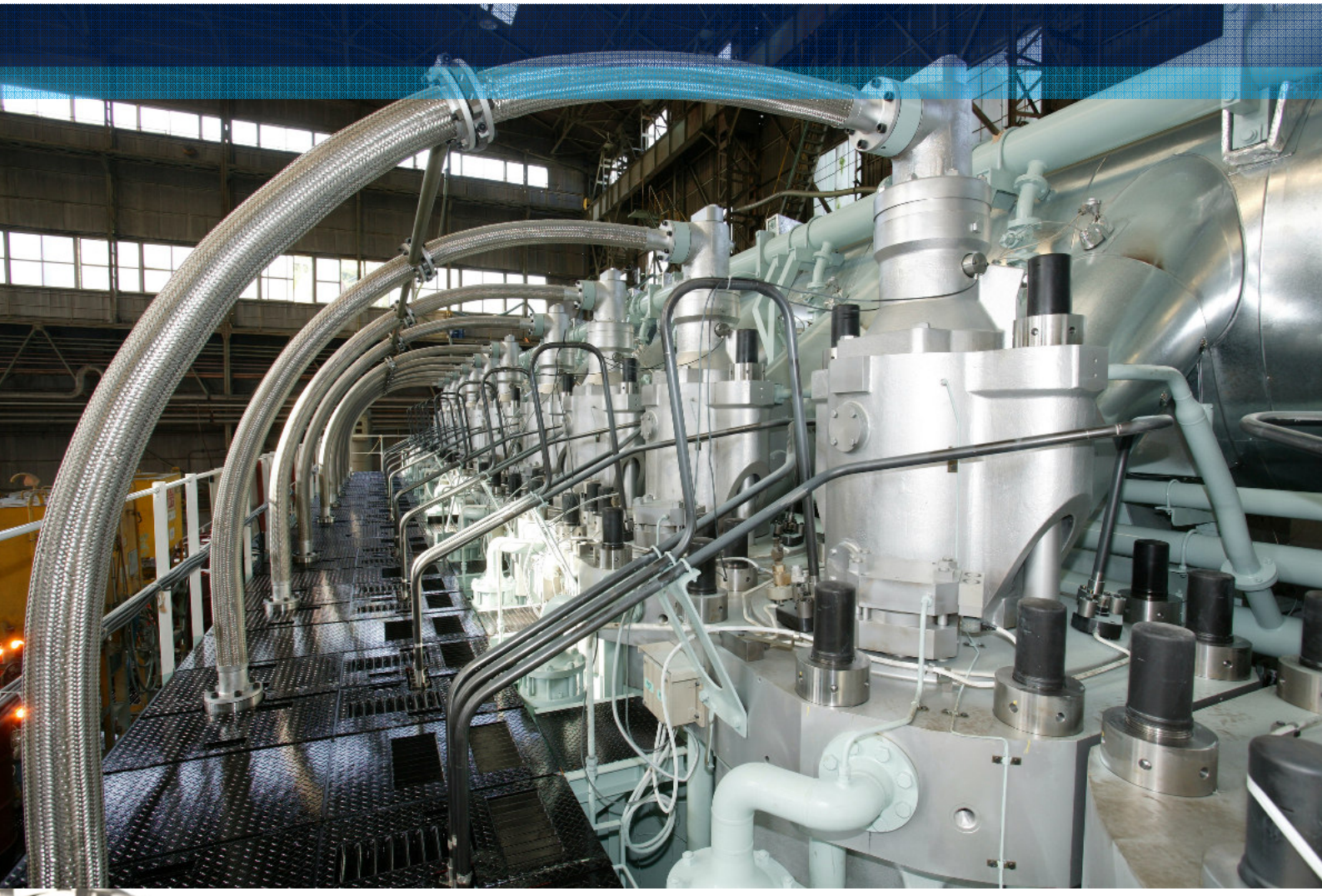
BOA® Group



Ratgeber für Metallschläuche und Schlauchleitungen

Modul 1

- BOA Allgemeines
- Qualitätssicherung
- Anwendungen
- Auslegung
- Einbauvorschriften

Ratgeber Metallschläuche und Metallschlauchleitungen

Module im Set:
1 Metallschläuche allgemeine Information, Einbauvorschriften
2 BOA Standardprogramm Meterware und Schlauchleitungen
3 Anhang / Normen / Korrosion

1 Inhalt

		Seite
1	**Inhalt**	**2**
2	**Metallschläuche allgemein**	**3**
2.1	Der Schlauch	3
2.2	Wellschläuche – Aufbau und Funktion	4
2.3	Wickelschläuche – Aufbau und Funktion	5
2.4	Fachbegriffe und Hinweise	6
2.5	Anfrage-Spezifikation	7
3	**Qualitätssicherung**	**9**
3.1	Zulassungen / Zertifikate	9
3.2	Prüfungen / Labor	10
4	**Anwendungen**	**11**
4.1	Industrielle Anwendungen	11
4.2	Aerospace	11
4.3	Schienenverkehr	11
4.4	Automotive	12
4.5	Solar- und Boilerindustrie	12
4.6	Heizung – Lüftung – Klima	13
4.7	Gasproduktion	13
4.8	Lebensmittelindustrie	13
4.9	Vakuum-Anwendungen	14
4.10	Stahlindustrie	14
4.11	Spezielle Anwendungen	14
5	**Auslegung**	**15**
5.1	Aufbau und Funktion	15
5.2	Druckauslegung	16
5.3	Berechnen der Schlauchlängen	16
5.4	ISO-Norm 10380: 2012 Auszug	26
5.5	EN 14585-1: 2006 Auszug	26
6	**Einbauvorschriften**	**27**
6.1	Allgemeines	27
6.2	Handhabung und Montage	27
6.3	Einbau zur Aufnahme von Wärmedehnungen	28
6.4	Einbau zum Ausgleich von Montageungenauigkeiten	29
6.5	Einbau zur Aufnahme von Schwingungen	29
6.6	Einbau zur Aufnahme von Hubbewegungen mittels U-Bogen	30
6.7	Einbauvorschriften für Sicherheitsgasschläuche und Flüssiggas-Metallschläuche	31

2 Metallschläuche allgemein

2.1 Der Schlauch

Einsatzgebiete
Metallschläuche sind aus der modernen Technik mit ihren hohen Anforderungen an Leitungssysteme für die unterschiedlichsten Medien und Temperaturen nicht mehr wegzudenken. Hohe Flexibilität und höchste Druck- und Temperaturbeständigkeit zeichnen unser Programm aus und ermöglichen den Einsatz in vielen verschiedenen Gebieten, so vor allem in der Heizungs-, Sanitär- und Klimatechnik, in der Gas- und Ölwirtschaft, in der Chemie- und Lebensmitteltechnik, im Maschinen- und Apparatebau, im Schiffsbau, Schienenverkehr, Luftfahrt und im Fahrzeugbau.

Gründe für den Einsatz von Metallschläuchen anstelle einer Lösung mit fixen Rohren sind:

- **Spannungen im Leitungssystem**
  Im Rohrleitungssystem können Spannungen auftreten aufgrund von
  - Montageungenauigkeiten
  - Wärmedehnungen
  - Schwingungen
  - Druckschwankungen

  Um diese unerwünschten Spannungen auszugleichen, bietet eine flexible Schlauchleitung folgende Vorteile:
  - keine Rohrbrüche aufgrund von Ermüdung
  - keine undichten Flanschverbindungen
  - keine Schwierigkeiten beim Wiedereinbau von Leitungen, welche durch hohe Temperaturen verformt wurden.

- **Einsparungen bei der Montage / Demontage**
  - die Vorfabrikation der Rohre muss weniger präzis sein
  - keine Anpassungsarbeiten beim Schlauch nötig
  - Montageungenauigkeiten sind einfach zu beheben
  - es muss nur ein Teil der Leitung ausgebaut werden
  - ein flexibles Element ist leichter aus- und vor allem wieder einzubauen.

  Dadurch ergeben sich:
  - wesentliche Einsparungen bei der Montage und Demontage von Rohrleitungen
  - eine höhere Flexibilität in der Gestaltung der Rohrführungen und bei allfälligen Anpassungen.

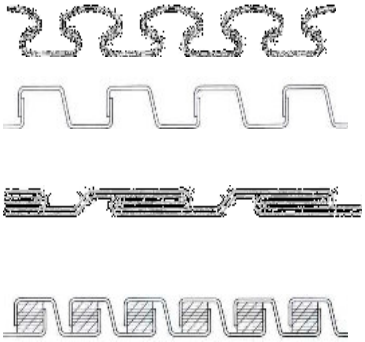
Arten von Metallschläuchen
Man unterscheidet grundsätzlich zwei Arten von Metallschläuchen, welche sich im Aufbau und in der Anwendung unterscheiden:
- **Wellschläuche** oder Ganzmetallschläuche
- **Wickelschläuche**, mit oder ohne Dichtung

Wellschläuche

Rollennaht-Schweissung

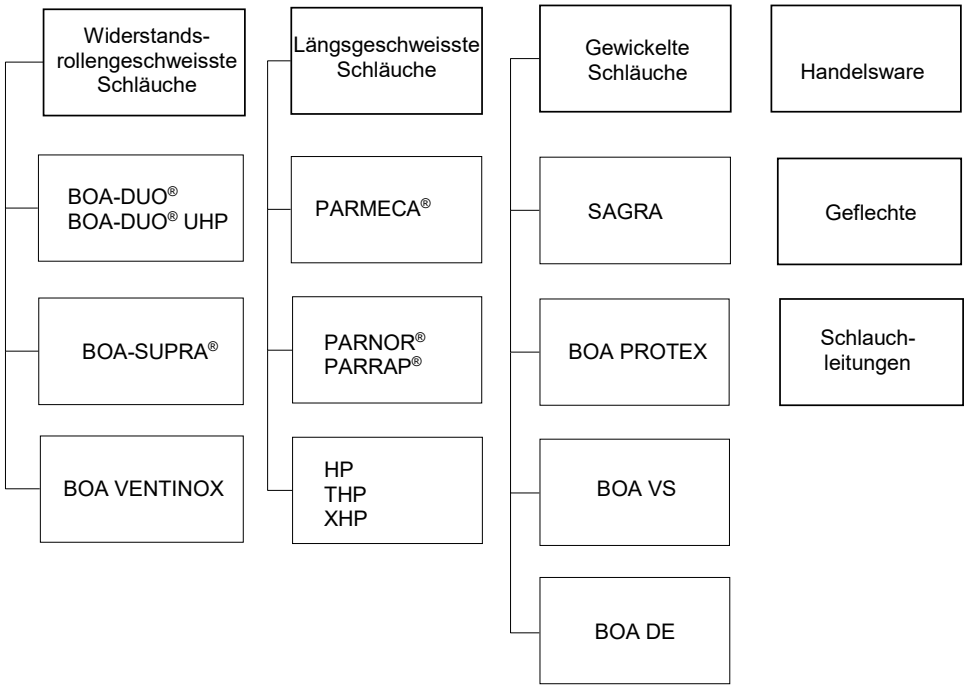
Rollennaht-Schweissung

Wickelschläuche



Die Auswahl des richtigen Schlauches hängt von seiner Verwendung ab.
- **Wellschläuche sind absolut dicht** und eignen sich für hohe Drücke und Vakuum
- **Wickelschläuche sind nur bedingt dicht** und werden vor allem als Schutzschläuche oder Ventilations- und Absaugschläuche eingesetzt.

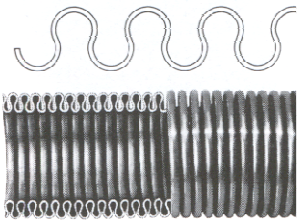
BOA Schlauchprodukte: Übersicht



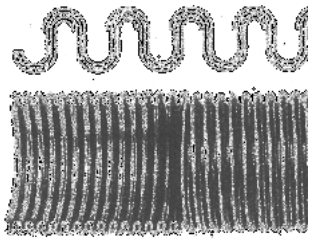
2.2 Wellschläuche - Aufbau und Funktion

Prinzip Ringwellung (parallel)/ Wendelwellung (spiral)
Die Anforderungen an metallische Leitungen hinsichtlich Druckfestigkeit, Temperatur, Vakuumdichtheit und Korrosionsbeständigkeit sind heute sehr hoch und steigen noch weiter. BOA bietet eine breite Palette an Ganzmetallschläuchen an, die diese Anforderung erfüllen.

Es gibt zwei Arten von Wellschläuchen, welche sich durch die Geometrie der Wellung unterscheiden: Ringwellschlauch und Wendelwellschlauch (Spiralwellung).



Ringwellschlauch
(Parallelwellung)



Wendelwellschlauch
(Spiralwellung)

Zur Herstellung von Wellschläuchen kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung:

- **Längsgeschweisste Wellschläuche**

Aus einem dünnen Band wird ein Rohr geformt und längsgeschweisst. Anschliessend wird das Rohr mechanisch oder hydraulisch zu einem flexiblen Wellschlauch verformt. Mit diesem Verfahren können parallel- und spiralgewellte Schläuche hergestellt werden.

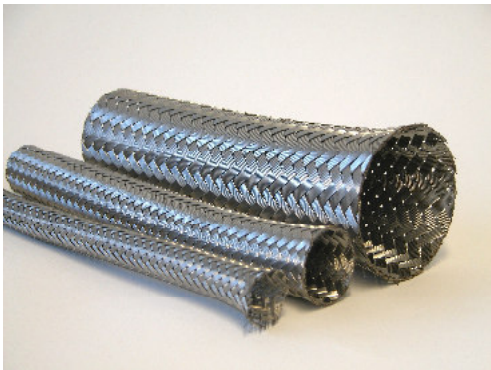
- **Widerstandsgeschweisste Wellschläuche**

Ein schmales Band wird zu einem doppel-S-förmigen Profil umgeformt und um einen Dorn so aufgewickelt, dass eine Bandkante die nächste überlappt. Die Überlappungsstelle wird mittels Rollenwiderstandsschweissen metallisch verbunden.
Dieses Verfahren ist eine BOA-Erfindung und erlaubt nur die Herstellung von spiralgewellten Schläuchen.

Die Form des Wellenprofils ist für die Flexibilität des Metallschlauches massgebend. Beim Biegen werden die äusseren Wellen gestreckt und die inneren gestaucht. Je nach Höhe und Breite des Profils verändert sich die Biegsamkeit. Die Verringerung der Wandstärke erhöht zwar die Flexibilität, verringert jedoch gleichzeitig auch die Druckbeständigkeit.

Umflechtung
Um die Druckfestigkeit zu erhöhen werden Metall-Wellschläuche mit ein- oder mehrfachen Umflechtungen ausgeführt. Der Werkstoff des Drahtgeflechtes ist normalerweise artgleich mit dem des Wellschlauches. Aus korrosionstechnischen oder wirtschaftlichen Gründen können jedoch für Wellschlauch und Geflecht gänzlich unterschiedliche Werkstoffe gewählt werden. Das Geflecht übernimmt die volle mechanische Belastung, welche durch eine Schlauchverbindung aufgenommen werden muss. Die Eigendruckbeständigkeit des Schlauches kann bei hohen Drücken praktisch vernachlässigt werden. Die Druckbeständigkeit von umflochtenen Schläuchen ist um ein Vielfaches höher gegenüber Schläuchen ohne Umflechtung, es ist praktisch allein das Geflecht, welches trägt.

Flechtmaschine



Geflechte aus Edelstahl

Druck- und Temperaturbereiche
Wellschläuche können für Drücke bis 350 bar oder für Vakuum eingesetzt werden. Die Temperaturbeständigkeit ist abhängig vom Werkstoff und ist für Edelstahlschläuche bis ca. 600 °C gewährleistet. Mit Sonderwerkstoffen sind noch höhere Temperaturen möglich. Allerdings müssen bei der Auslegung die werkstoffabhängigen Druckabminderungsfaktoren berücksichtigt werden. Anwendungen im Tieftemperaturbereich sind bis ca. –270 °C ohne Druckabminderung möglich.
Der Innendurchmesserbereich für BOA Wellschläuche liegt zwischen 5 und 300 mm.

Hochdruckschläuche für Gasflaschen

Einsatz von Metallschläuchen in einer Kehrichtverbrennungsanlage

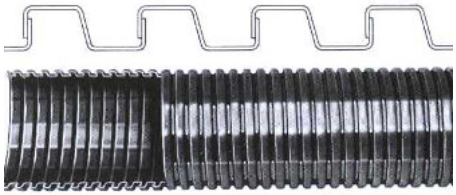
2.3 Wickelschläuche - Aufbau und Funktion

Prinzip
Wickelschläuche entstehen durch wendel- (spiral-)förmiges Aufwickeln eines kaltgewalzten, profilierten Metallbandes auf einen Dorn. Die wendelförmig umlaufenden Windungen sind durch die Profilierung verschiebbar miteinander verbunden. Dadurch wird eine hohe Flexibilität und Beweglichkeit des Metall-Wickelschlauches erreicht.

Dichtung
Die Dichtung des Schlauches erfolgt meistens durch Einführen eines Dichtfadens während des Wickelvorganges in eine speziell profilierte Dichtkammer. Zunehmend gewinnen jedoch metallisch dichtende Wickelschläuche an Bedeutung. Hierbei kann auf den zusätzlichen Dichtfaden völlig verzichtet werden. Im Gegensatz zum Ganzmetall-Wellschlauch ist ein Wickelschlauch jedoch immer nur bedingt dicht und eignet sich daher nicht für den Transport von Flüssigkeiten und Gasen. Er wird eingesetzt als Schutzschlauch gegen mechanische Einflüsse von aussen oder als Ventilations- und Saugschlauch für leichte Materialien.

Material
Als Ausgangswerkstoffe werden oberflächenveredelte Bänder aus Stahl verzinkt, verzinnt, vernickelt oder verchromt verwendet, ebenso auch Bänder aus Edelstahl verschiedener Qualität, aus NE-Metallen wie Messing, Bronze, Tombak, Aluminium oder Aluminium-legierungen. Als Dichtung eingesetzt werden Baumwolle, Gummi, Glasfasern oder Thermo-Spezialfäden. Für BOA Produkte wird mehrheitlich Edelstahl und für die Dichtung Glasfaser verwendet.

Profil
Wickelschläuche gibt es in runden und mehrkantigen Querschnittsformen; die Profilformen reichen vom einfachen Haken-Profil bis zum querdruckbeständigen Agraff-Profil.



BOA DE

BOA PROTEX / SAGRA

2.4 Fachbegriffe und Hinweise

Schläuche, Schlauch
Meterware ohne Anschlussteile, Ausgangsmaterial (Halbfabrikat) für die Montage.

Umflechtung
Mit einem Drahtgeflecht kann die Druckfestigkeit, je nach Umflechtungstyp, in verschiedenen Stufen erhöht werden. Dabei entsteht eine kraftschlüssige Verbindung zwischen den beidseitig montierten Anschlussteilen, die durch die Aufnahme der Druckreaktionskräfte eine unkontrollierte Dehnung der Schlauchleitung verhindert. Dazu wird hochwertiger Chrom-Nickel-Stahl 1.4301 (ähnlich AISI 304) verwendet.

Endring
Endabschlussring an der Verbindungsstelle des Metallschlauches mit der Schlaucharmatur zur Einfassung der Umflechtung.

Schlaucharmatur
Anschlussteil zur Einbindung der Metallschlauchleitung in das bestehende Leitungssystem (Gewinde, Verschraubung, Flansch, Kupplung etc.)

Montage
Bestücken von Schläuchen mit Armaturen durch Schweissen, Löten oder Pressen inkl. aller dazugehörenden Vorbereitungs- und Nacharbeiten.

Schlauchleitung
Fertig montierter Schlauch, mit oder ohne Umflechtung, mit Armaturen versehen, geprüft.

Knickschutz
Eine an den Schlauchenden angebrachte Spiralfeder oder ein Stützschlauch zur Reduzierung der Biegebeanspruchung an den Verbindungsstellen von Metallschlauch und Schlaucharmatur.

Schutzspirale
Elastische Spirale über die gesamte Länge der Schlauchleitung zum Schutz des Metallschlauches und seiner Umflechtung gegen mechanische Beschädigung.

Schutzschlauch
Äusserer Schutz (in der Regel ein Wickelschlauch) über die gesamte Länge der Schlauch-leitung zum Schutz des Metallschlauches und seiner Umflechtung gegen mechanische Beschädigung.

Nennweite DN
Kenngrösse der Normdurchmesser. Ihr Wert entspricht etwa dem Innendurchmesser in mm.

Nenndruck PN
Die nach EN 1333 abgerundete Nenndruckstufe, die sich aus dem maximal zulässigen Auslegungsdruck ergibt.

Nennlänge NL
Gesamtlänge einer Schlauchleitung einschliesslich der Schlaucharmaturen. Zulässige Längenabweichungen siehe Kap. 5.3 "Berechnen der Schlauchlängen".

Biegeradius
Radius eines Kreisbogens bezogen auf die Schlauchachse. Die ISO-Norm 10380 unter-scheidet zwischen dem statischen – für einmalige Bewegung (Biegeprobe) – und dem dynamischen Biegeradius – für häufige Bewegungsabläufe und/oder Druckimpulse (Ermüdungsprobe). Eine Unterschreitung des minimalen Biegeradius verkürzt die Lebensdauer der Schlauchleitung (siehe Kapitel 5 "Auslegung").

Medium
Art und Zusammensetzung des Fördergutes, für das die Schlauchleitung bestimmt ist.

2.5 Anfrage-Spezifikation

Fordern Sie zur Einplanung von Metallschläuchen und Metallschlauchleitungen unseren technischen Vorschlag an. Die notwendigen Angaben zur Schlauchauslegung können Sie mit Hilfe unserer Checkliste zusammenstellen.

Fügen Sie nach Möglichkeit eine Einbauskizze bei.

Bei Bedarf nachfolgende Checkliste kopieren.

Checkliste: Metallschläuche

Firma:_____

Anschrift:_____ PLZ/ Ort:_____

Tel.Nr.:_____ Fax:_____

Bearbeiter:_____ E-mail:_____

Menge _____ Stück DN _____ mm NL _____ mm

Schlauchtyp: ☐ PARMEC® ☐ PARNOR® ☐ PARRAP® ☐ HP / THP ☐ BOA-DUO® ☐ BOA-SUPRA®
☐_____ ☐ _____ ☐_____ ☐_____ ☐ _____ ☐_____

Schlauchwerkstoff:
☐ 1.4541 ☐ 1.4404 ☐ 1.4571
☐ _____

Umflechtung: ☐ ohne ☐ mit 1 Umflechtung (Typ A) ☐ mit 2 Umflechtung (Typ B)

Anschlussteile: 1. Seite 2. Seite
Typ: _____ _____
Werkstoff: _____ _____
Bemerkung: _____ _____

Weiteres: ☐ Knickschutz ☐ Isolierung ☐ Schutzschlauch
☐ _____

Betriebsbedingungen: ☐ Druckgeräterichtlinie 97/23/EG
☐ Rohrleitung ☐ Behälter

bei Rohrleitung: Fluidart:_____

☐ Gruppe 1: gefährlich gasförmig / gefährlich flüssig
☐ Gruppe 2: ungefährlich gasförmig / ungefährlich flüssig

bei Behälter, notwendige Bestellerangaben: Behälter, Kategorie _____
Fluidart:_____-_____
Fluidgruppe: _____-_____
Abnahmegesellschaft: _____

Maximaler Betriebsdruck PS:_____bar ☐ konstant ☐ pulsierend
Minimaler Betriebsdruck PS:_____bar (wenn noch im Vakuumbereich angewendet)

Maximale Betriebstemperatur TS:_____°C
Minimale Betriebstemperatur TS:___°C (wenn noch im Minustemperaturbereich angewendet)

Einbau: ☐ gerade ☐ 180° Bogen ☐ 90° Bogen
Schwingungen: ☐ Amplitude ____ mm ☐ Frequenz ____ Hz

Prüfungen: ☐ Standard ☐ Druckgeräterichtlinie 97/23/EG
☐ Sonder _____

Abnahmeprüfzeugnisse:
☐ EN 10204-2.2 ☐ EN 10204-3.1
☐ EN 10204-3.2
☐ Konformitätserklärung nach Druckgeräterichtlinie 97/23/EG
☐ Konformitätsbescheinigung durch Abnahmeorganisation

Kennzeichnung:
☐ Standard ☐ EN 10380
☐ Kundenangaben
☐ nach Druckgeräterichtlinie 97/23/EG

Verpackung: ☐ Standard ☐ Spezial ☐ Kundenangaben

Ausgestellt durch: _____

Datum: _____

Unterschrift: _____

Einbauskizze:

3 Qualitätssicherung

3.1 Zulassungen / Zertifikate

Die Auslegung, Berechnung, Fertigung und Prüfung der BOA-Metallschläuche erfolgt nach sachgemässen und dem Stand der Technik entsprechenden Vorgaben. Mit den regelmässigen Überprüfungen durch akkreditierte Firmenzulassungsstellen wird die sachliche und fachliche Kontinuität der BOA–Prozessabläufe bestätigt.

Firmenzulassungen

ISO 9001	Qualitätsmanagement
EN 9100	Qualitätsmanagement für Luft-/Raumfahrt
ISO/TS 16949	Qualitätsmanagement für Automobilanwendungen
Euro-Qualiflex	Qualitätsmanagementsystem
ISO 3834-2	Zertifizierung als Schweissbetrieb

PED-Konformität
Druckgeräterichtlinie PED 2014/68/EU
berechtigt zur CE-Kennzeichnung

Produktzulassungen
Um die jeweiligen Marktausrichtungen abzudecken liegen ebenfalls die dazu notwendigen Produktzulassungen durch akkreditierte Zulassungsstellen vor, oder sie können auf Kundenwunsch erlangt werden. Es sind dies:

Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches

American Bureau of Shipping

EN 12434 - Arrêté TMD

Germanisher Lloyd

Bureau Veritas

Det Norske Veritas

Lloyd's Register

3.2 Prüfungen / Labor

Die BOA-Metallschläuche können verschiedenartigen Qualitätsprüfungen und Abnahmen unterzogen werden. Der Umfang des Prüfprogrammes richtet sich nach den Anforderungen und Wünschen des Kunden beziehungsweise des Auslegungs- und Fertigungsstandards sowie der Abnahmeorganisation.

Produktqualität ist aber eine Frage des Fertigungsstandards und nicht der sich anschliessenden Prüfungen. Diese bestätigen nur das vorgegebene geforderte Qualitätsniveau. Deshalb ist unsere Fertigung generell auf ein hohes Qualitätsniveau abgestimmt. Zusatzprüfungen sollten nur dort verlangt werden, wo dies der Anwendungsfall zwingend erfordert. Wird im Einzelfall ein Auslegungsnachweis verlangt, ist unter genauer Angabe der Forderungen eine Überprüfung der zulässigen Betriebsdaten bei uns im Werk erforderlich.

Zerstörungsfreie Prüfverfahren

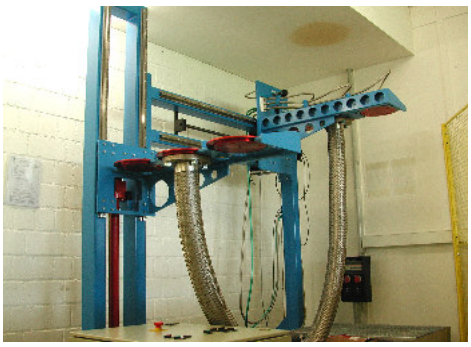
- TP - Wasserdruckprüfung
- LT - Dichtheitsprüfung mit Luft oder Stickstoff unter Wasser
- LT - Dichtheitsprüfung mit Luft und Schaumbildner an den Schweissnähten
- RT - Röntgenprüfung
- PT - Farbeindringprüfung
- LT - Helium-Lecktest (<1x10^{-9} mbar l/s)
- VT – Sichtprüfungen
- Härteprüfung

Unsere VT & PT-Prüfer sind nach EN473 zertifiziert

Zerstörende Prüfverfahren

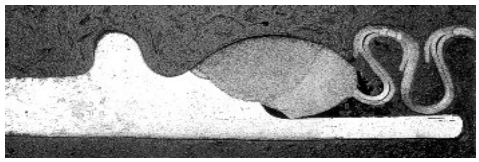
- Mechanische Festigkeitsprüfung
- Tiefungsversuch
- Metallographische Untersuchung
- Spektroskopische Prüfung
- U-Bogen-Prüfung (Lebensdauerprüfung unter Druck)
- Schwingungsprüfung
- Berstdruckprüfung

Unsere Prüfmethoden
Gegenüber anderen Leckprüfmethoden kann mit dem Heliumtest die bisher kleinste messbare Leckrate festgestellt werden. Je nach Grösse des Prüflings kann noch ein Leck bis 10^{-9} mbar l/s festgestellt werden. Es kommen zwei unterschiedliche Prüfmethoden zur Anwendung, die Vakuumprüfung und die Integralprüfung. Bei der Vakuumprüfung wird der Schlauch evakuiert und von aussen mit Helium angeblasen. Die Integralprüfung funktioniert genau umgekehrt. Hier wird der Schlauch mit Helium befüllt. Mit der „Schnüffelsonde“ oder in einer Prüfkammer wird dann von aussen kontrolliert, ob irgendwo Helium austritt. Ein Leck wird sofort durch das Massenspektrometer registriert und am Messinstrument kann die Leckrate abgelesen werden. Ein akustisches Signal macht ausserdem auf eine Undichtigkeit aufmerksam.



U-Bogen-Prüfung zur Ermittlung der erreichbaren Lastspielzahl

Querschliff DUO®-Schlauch



Makroschliff von Schweissung

Luft-unter-Wasser-Prüfung

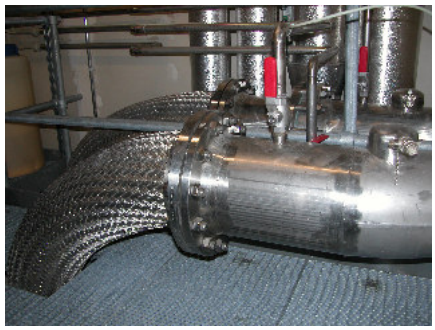
Heliumlecktest

4 Anwendungen

4.1 Industrielle Anwendungen

Die rasche industrielle Entwicklung stellt an Maschinen und Installationsmaterial stets steigende Ansprüche in Bezug auf Qualität und Zuverlässigkeit. Leistungen, Lebensdauer, Temperaturen und Drücke werden gesteigert, wobei das Material aufs äusserste beansprucht wird. Erhöhte Produktion und Automation lassen Betriebsausfälle nicht mehr zu. Deshalb werden funktionssichere Schlauchverbindungen mit langer Lebensdauer verlangt. Ganzmetallschläuche bieten dafür beste Gewähr.

Doppelwandige, spiralförmig gewellte und umflochtene Metallschläuche, ab Nennweite DN5 bis DN300 haben sich zur Aufnahme von Vibrationen bestens bewährt. Die Doppelwandigkeit verleiht dem Schlauch grosse Sicherheit und die niedrig gehaltenen Wellen ergeben einen kleinen Durchflusswiderstand. Sie bieten installationsseitig grosse Vorteile und sind in ihrer Anwendung einfach, weil die für die Schwingungsdämpfer gemachten Einschränkungen bezüglich Reaktionskräfte wegfallen. Auch in den Metallschläuchen treten Reaktionskräfte auf. Doch diese werden vom Metallgeflecht aufgenommen, so dass Fixpunkte und Schwingungsaggregate nicht mit dieser Schubkraft belastet werden.



Das BOA-Schlauchprogramm bietet:

- DN 5 bis 300
- ein- und doppelwandig
- spiral- oder parallelgewellt
- montiert mit Standard- oder kundenspezifischen Anschlussteilen
- verzinkte oder rostfreie Ausführung

4.2 Aerospace

In der Luft- und Raumfahrt haben Sicherheit, Zuverlässigkeit und Effizienz höchste Priorität. Auch unterliegt die heutige Luftfahrttechnik ständigen und raschen Veränderungen. Unsere Ingenieure stellen sich dieser Herausforderung und setzen ihre Kompetenz und Erfahrung ein, um die Leistung und Lebensdauer unserer Produkte laufend zu verbessern.

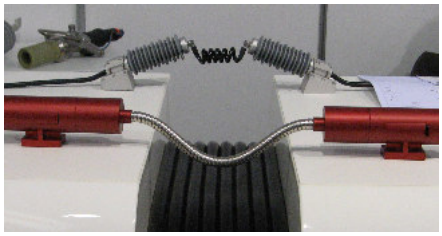
BOA Edelstahl-Metallschläuche eignen sich als Treibstoffleitungen, welche hohen Temperaturen und starken Schwingungen ausgesetzt sind. Sie werden als flexible Schlauchleitungen für die Triebwerksteuerung in modernsten Trainingsflugzeugen oder als Schutz von Kabelsteuerungen in Grossraumflugzeugen der neuesten Generation eingesetzt. Sowohl In der Luft- wie auch in der Raumfahrt erfüllen sie die hohen Anforderungen an Lebensdauer und Qualität und behalten ihre Funktionalität auch nach jahrelangem Einsatz.

Kabelschutz der Signalgeber für die Steuerung der Landeklappen am A380

4.3 Schienenverkehr

Flexible Komponenten von BOA gewährleisten, dass bei jeder Geschwindigkeit, auch bei extremen Druck- und Temperaturverhältnissen mechanische Schwingungen sicher aufgefangen werden. Sie gleichen thermische Dehnungen aus und schützen sensible Steuerelemente sowie elektrische Kabel. Flexible Schlauch- und Balgelemente sichern ganze Kühlkreis- und Abgassysteme. In der Schienenfahrzeugtechnologie, wo Sicherheit, Zuverlässigkeit und Komfort von grösster Bedeutung sind, nehmen Systeme und Bauteile von BOA als Qualitätskomponenten an entscheidenden Schnittstellen eine wichtige Rolle ein.

Isolierschläuche für Dachstromabnehmer



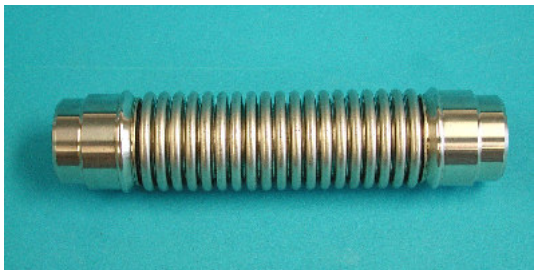
BOA Metallschlauchleitungen werden eingesetzt für Kühl- und Klimatisierungssysteme von Lokomotiven, als Be- und Entlüftungssysteme für Schaltanlagen in Hochgeschwindigkeitszügen oder als Schwingungsdämpfer. Metallbälge bilden Kompensationsbogen in Abgassystemen, Kompensatoren finden Verwendung bei den Turboladern von Dieselloks und in diversen Sonderfahrzeugen für den Schienenunterhalt. Kunststoffschläuche von BOA dienen als Isolierschläuche für Dachstromabnehmer für Triebwagen, Strassenbahnen, Stadtbahnen, Metros usw.

4.4 Automotive

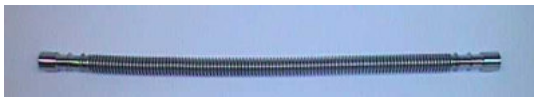
Es gibt kaum ein anderes technisches Verbrauchsgut, das so hohe und so spezielle Sicherheitsanforderungen an die Systempartner stellt wie die Fahrzeugtechnik. Oft sind komplexe Aufgaben zu lösen mit höchsten Ansprüchen an Qualität und Prozesssicherheit. Eine Herausforderung, der sich in der Entwicklungsabteilung unseres Hauses ein Team von erfahrenen Ingenieuren stellt.

In enger Zusammenarbeit mit dem Kunden werden die Bauteile entwickelt. Zu deren Optimierung werden computerunterstützte Berechnungsprogramme eingesetzt und umfangreiche, praxisnahe Testserien durchgeführt.

Für eine saubere Umwelt kommen vermehrt metallische Tankeinfüllstutzen und Kraftstoffleitungen zum Einsatz. Damit wird das Austreten von Methan in die Atmosphäre verhindert und ein Beitrag zur Entlastung des Treibhauseffektes geleistet.



Automotive: Tankeinfüllstutzen



Kraftstoffleitung

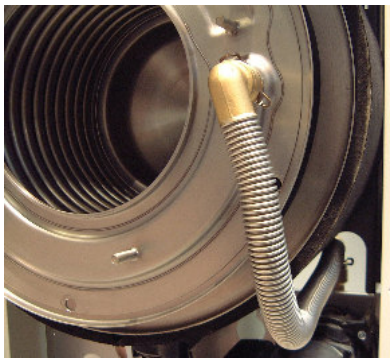
4.5 Solar- und Boilerindustrie

Die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien, darunter vor allem der Solarenergie, wird in den nächsten Jahren überdurchschnittlich wachsen. Landesweit sind Rahmenbedingungen geschaffen worden, die dieser Notwendigkeit Rechnung tragen. Zahlreiche Firmen sind mit Erfolg auf dem Gebiet der regenerierbaren Energien tätig und erwarten in nächster Zeit ein weit über dem Durchschnitt liegendes Wachstum.
Ringförmig gewellte Schlauchleitungen (parallel) eignen sich sehr gut für die Verbindung der einzelnen Solarelemente. Der Montageaufwand ist gering, da die Biegeradien der Parallel-Schlauchleitungen klein gehalten werden können und die Montage an Ort stattfinden kann. Dadurch entfallen umständliche und teure Löt- und Schweissarbeiten und auch die durch Temperaturschwankungen verursachten Dehnungen werden kompensiert.

Solarkollektorverbindungen

- Wärmetauschereinheiten
- isolierte Verbindungsleitungen
- Schnellverschraubungen für Platzmontage

Wärmetauscher

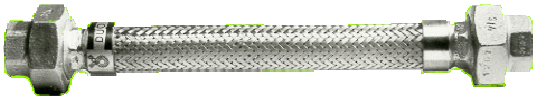


Wasserzuführung

Bei der Schaffung oder Sanierung von Wohn- und Arbeitsgebäuden steht der Energiespargedanke heute im Vordergrund. Um ein optimales Energiekonzept mit möglichst effizienter Energiegewinnung und Energienutzung zu erreichen, ist der Einbau eines richtig dimensionierten Energiespeichers unbedingt erforderlich. Dafür sind BOA Metallschlauchleitungen als Kälte- oder Wärmeträger mit ihrer grossen Oberfläche sehr geeignet. Auch als flexible Anbindungen an Nebenaggregate, z.B. Speicher, oder Gasführungen innerhalb des Gerätes haben sie sich bestens bewährt.

4.6 Heizung - Lüftung - Klima

Um Geld und Zeit zu sparen verwenden die Planungs- und Ingenieurbüros vermehrt flexible Metallschlauchleitungen anstelle von starren Verbindungselementen. Heizkessel, Kältekompressoren, Wasch- und Abwaschmaschinen lassen sich ohne Löt- und Schweissarbeiten problemlos montieren. Zusätzlich gleichen sie Montageungenauigkeiten aus, kompensieren durch Temperaturschwankungen verursachte Dehnungen und vermeiden Schwingungs- und Geräuschübertragungen. Problemlos erfüllen sie die Anforderungen an Korrosionssicherheit, Diffusionsdichtheit und Alterungsbeständigkeit aufgrund der Ausführung in Edelstahl.



Schwingungsdämpfer JOTA/ KAPPA mit Verschraubungen

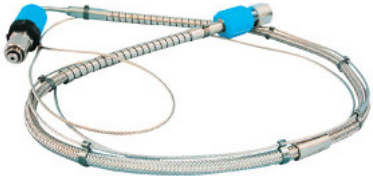
Kompensation mit U-Bogen- Metallschläuchen

4.7 Gasproduktion

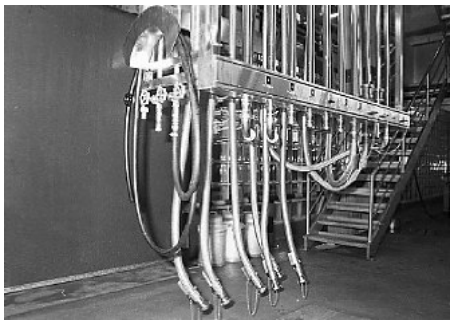
Dank hoher Qualität und absoluter Zuverlässigkeit unserer Edelstahl-Wellschlauchleitungen werden sie zur Förderung von technischen und medizinischen Gasen unter hohem Druck bis 300 bar, sowie von Flüssiggasen mit tiefen Temperaturen bis -271.5°C eingesetzt.
BOA-Metallschläuche haben sich bewährt, bleiben auch im harten Einsatz dicht und nehmen zuverlässig die häufigen Bewegungen bzw. den Druckwechsel beim Abfüllen von Gasflaschen oder Gasbehältern auf. Auch die durch das Montieren und Demontieren stark beanspruchten Anschlussarmaturen halten durch die gute Qualität den hohen Anforderungen stand.

BOA Hochdruckgas-Metallschläuche als flexible Verbindungselemente bieten:

- hohe Sicherheit dank Doppelwandigkeit
- grosse Druckbeständigkeit
- hohe Flexibilität
- Diffusionsbeständigkeit
- kundenspezifische Ausführungen



4.8 Lebensmittelindustrie



In der Brauerei- und Milchindustrie wurden früher ausnahmslos Gummi- oder Kunststoffschläuche eingesetzt. Ihre Reinigung wurde als problemlos angesehen. Der grosse Nachteil war, dass diese Qualitätsschläuche fast jährlich wegen Alterung und der damit nicht mehr garantierten Keimfreiheit ausgetauscht werden mussten. Nach eingehender Marktabklärung brachte BOA vor ein paar Jahren ein neues Produkt auf den Markt, die ringförmig gewellte Edelstahlschlauchleitung. Tests zeigten, dass diese Schlauchleitung nach der Spülung innen metallisch blank war. Der bessere Reinigungseffekt nach der Spülung ist einerseits bedingt durch die dank hydraulischer Verformung glatte Innenoberfläche. Andererseits, obwohl doch jede Parallelwelle ein eigentliches Hindernis darstellt, werden dank breitem, tiefem Wellenprofil hemmende Doppelwirbel vermieden und somit alle Rückstände während des Reinigungsprozesses aus den Wellen entfernt. Die asymmetrische Wellenform garantiert dennoch eine sehr hohe Flexibilität.

Die BOA Metallschlauchleitung zeichnet sich gegenüber Gummi- und Kunststoffschläuchen vor allem dadurch aus, dass sie mit Heissdampf gereinigt werden kann, sehr flexibel ist und beständig gegen Druck, Alterung und aggressive Chemikalien. Sie kann bei hohen Temperaturen eingesetzt werden, ist geschmacksneutral und weist ein äusserst günstiges Preis-Leistungsverhältnis aus. Die Abkürzung CIP steht für “Cleaning in Process”, d.h. die Schlauchleitungen spülen sich selbst frei beim Durchfliessen des Produktes und müssen zur Reinigung nicht mehr extra abgekoppelt werden.

Einsatz Metallschlauch in einer Brauerei

4.9 Vakuum - Anwendungen

Unser heutiger Lebensstandard hängt stark von der Vakuumtechnik und deren verfahrenstechnischen Anwendungen ab. Ohne Vakuum würden wir viele Errungenschaften des modernen Alltagslebens nicht kennen wie z.B. CDs, leistungsfähige Computer, Bildschirme, beschichtete Brillen- und Fenstergläser, Lebensmittelverpackungen, Röntgengeräte, Hochleistungsmikroskope und viele andere Selbstverständlichkeiten unseres täglichen Lebens.

Die von BOA speziell entwickelten flexiblen Verbindungen für den Vakuumbereich erfüllen die qualitativ hohen Anforderungen im Hoch- und Ultrahoch-Vakuum-Bereich. Die Verbindungen aus einfachwandig parallelgewellten Metallschläuchen aus hochwertigem Chrom-Nickel-Stahl sind so ausgelegt, dass sie mit möglichst kleinen Kräften auf die Anschlussstutzen wirken. Sie eignen sich für die Aufnahme von Bewegungen in axialer, lateraler und angularer Richtung sowie für die Dämpfung von Vibrationen. Versehen mit den unterschiedlichsten Anschlussteilen finden diese Metallschläuche vielseitige Verwendung z.B. in Vakuumöfen oder als Kapillaren für Halbleiteranlagen.

CERN: Flexible Elemente beim LHC-Supraleiter

Ausgerüstet mit Kleinflanschen KF, Klammerflanschen ISO-K oder CF nach DIN 28404, verbinden sie Vakuumleitungen zeitsparend und rationell und garantieren eine hohe Dichtheit (Leckrate <$1x10^{-9}$ mbar · l/s).

4.10 Stahlindustrie

Die stetig steigenden ökologischen und ökonomischen Anforderungen der Stahlindustrie erfordern immer bessere Werkstoffe sowie ausgeklügelte Schweiss- und Montagetechniken, um den extremen Einsatzbedingungen mit hohen Temperaturen, Drücken und Verschleissfaktoren standzuhalten.

Die flexiblen Lanzenschlauchsysteme und Kompensatoren von BOA haben sich in zahlreichen Stahlwerken durch ihre Robustheit und Langlebigkeit bewährt. So werden weltweit BOA Metallschläuche erfolgreich zum Einblasen von Sauerstoff und Kohlenstaub bei Hochöfen eingesetzt, oder auch als hochbelastbare Kühlwasserleitung.

Sauerstofflanze für Stahlwerk DUO® DN250/PN16, Länge 18 m, in einem Stück gefertigt

4.11 Spezielle Anwendungen

BOA bietet eine Reihe von Dienstleistungen, die auf Problemlösung und Leistungssteigerung ausgerichtet sind. Dazu gehören

- Anwendungstest: Leistungsanalysen (dynamisch und statisch) unter simulierten und realen Bedingungen.
- eigenes Labor: mechanische Prüfungen, Material- und Fehleranalysen sowie Beratung für Werkstoffe und Schweissverfahren.
- FEM Berechnungen: Engineering Analysen einschliesslich Finite Elemente Analysen, statische Analysen

Im Sinne eines optimalen Kundenservices wird jeder Kunde einem Kundenbetreuungsteam zugewiesen, das aus Ingenieuren, Qualitätsverantwortlichen und Kundenbetreuern besteht. Diese funktionsübergreifenden Teams sorgen dafür, dass alle Aspekte der Kundenzufriedenheit erfüllt werden, von der Produkteintegrität bis hin zu Lieferung und modifizierten Designs. Als kleine und direkt ansprechbare Gruppe bietet dieses Team eine schnelle, beständige und persönliche Kommunikation mit unseren Kunden.

5 Auslegung

5.1 Aufbau und Funktion

5.1.1 Einleitung

Bei den meisten Anwendungen in der Praxis ist die Lebensdauer von Metallschlauchleitungen kein Thema. Die flexible Verbindung erreicht in der Regel ohne weiteres die Lebensdauer der ganzen Anlage. Treten aussergewöhnliche Beanspruchungen wie grössere Bewegungen, Druckschwankungen etc. auf, müssen diese (rechnerisch) entsprechend berücksichtigt werden. Kann das Problem relativ genau erfasst werden, ist meistens eine vernünftige Auslegung möglich.
Dennoch, trotz immer besserer Hilfsmittel, vor allem im Gebiet der Berechnung, ist es oft nicht möglich, die Lebensdauer oder das Verhalten eines Schlauches genau vorherzusagen. In diesen Fällen führt nichts an (möglichst praxisnahen) Versuchen vorbei.

5.1.2 Grundlagen

Die Grundlagen für die Auslegung von Metallschläuchen sind
- Norm ISO 10380 (weltweite Gültigkeit)
- Diverse Landesnormen; nationale Gültigkeit
- Interne Normen der Hersteller, basierend auf jahrelangen Erfahrungen

Viele nationale Normen haben die ISO 10380 als Grundlage.

5.1.3 Lebensdauer

Die Lebensdauer einer Schlauchleitung kann von folgenden Faktoren beeinflusst werden:
- Durchfluss des Mediums
- Druckschwankungen (Pulsationen, Druckschläge)
- Temperatur
- Einbau statisch/dynamisch
- Spannungen beim Einbau
- Umwelteinflüsse (Beschädigungen, unsachgemässe Behandlung, etc.)

Einzelne dieser Faktoren können durch eine fachmännische und korrekte Auslegung beeinflusst werden, andere sind nicht beeinflussbar.

Berechnungsmässig ist die Lebensdauer vor allem von den Parametern
- Betriebsdruck (in Abhängigkeit der Temperatur)
- Hub
- Einbauradius

abhängig. Diese Parameter stehen in folgender gegenseitigen Abhängigkeit:

Lebensdauer konstant	**Zu beeinflussender Parameter**	**Konsequenz**
	Druck höher	- Radius grösser - Hub kleiner
	Radius kleiner	- Druck tiefer - Hub kleiner
	Hub grösser	- Druck tiefer - Radius grösser
Hub konstant	**Zu beeinflussender Parameter**	**Konsequenz**
	Druck höher	- Lebensdauer tiefer - Radius grösser
	Radius kleiner	- Lebensdauer tiefer - Druck tiefer
	Lebensdauer höher	- Radius grösser - Druck tiefer
Radius konstant	**Zu beeinflussender Parameter**	**Konsequenz**
	Druck höher	- Lebensdauer tiefer - Hub kleiner
	Lebensdauer höher	- Hub kleiner - Druck tiefer
	Hub grösser	- Druck tiefer - Lebensdauer tiefer

5.1.4 Biegeradius

Der Biegeradius ist ein absolut entscheidender Parameter, wenn es darum geht eine Aussage betreffend Lebensdauer im Falle von Hubbewegungen zu machen. Er ist in der Norm ISO 10380 geregelt. Darin werden Metallschläuche in vier verschiedene Typen eingeteilt.
- Typ 1-50: gewellte Metallschläuche von hoher Flexibilität und hoher Lebensdauer
- Typ 1-10: gewellte Metallschläuche von hoher Flexibilität und mittlerer Lebensdauer
- Typ 2-10: gewellte Metallschläuche von durchschnittlicher Flexibilität
- Typ 3: gewellte Metallschläuche, bei denen nur Biegsamkeit erforderlich ist

Auszug aus der ISO-Norm 10380:
"*Die entsprechenden Radien für Biegeprüfungen sind in Tabelle 6 angegeben und die entsprechenden Radien für Lastspielprüfungen in Tabelle 8*".

In den technischen Datenblättern werden die statischen ($R_{statisch}$) und dynamischen Radien ($R_{dynamisch} = R_N$) aufgeführt. Bei der Auslegung ist der richtige Radius entsprechend der Anwendung zu wählen.

5.2 Druckauslegung

Auch die Druckauslegung basiert grundsätzlich auf der ISO-Norm 10380. Demzufolge muss der Berstdruck 4-mal höher sein als der Nenndruck. Unter gewissen Umständen kann, zusammen mit dem Kunden, durchaus ein Kompromiss gefunden werden. (Bsp.: Die Druckspitze muss nicht unbedingt dem Auslegungsdruck entsprechen.) Auf jeden Fall sind **immer exakte Kenntnisse der Betriebsdaten nötig**, um Voraussetzungen für eine optimale Druckauslegung zu schaffen.

Die Druckauslegung wird hauptsächlich von 3 Parametern beeinflusst:

- Betriebsdruck
- Betriebstemperatur $\vartheta_{working}$ (⇒ Thermischer Abminderungsfaktor, k_t)
- Betriebsverhalten (⇒ Dynamischer Abminderungsfaktor k_d)

Berechnung des zulässigen Betriebsdruckes
Der zulässige Betriebsdruck $p_{max\ zul.}$ berechnet sich unter Berücksichtigung aller Betriebseinflüsse wie folgt:

$$p_{max\ zul.} = PN \cdot \mathbf{k_t} \cdot \mathbf{k_d}$$

PN: Theoretisch maximaler Betriebsdruck gemäss Katalogtabellen
k_t: Temperaturabminderungsfaktor
k_d: Dynamischer Abminderungsfaktor

Temperaturabminderungsfaktor k_t
Die Temperaturabminderungsfaktoren können für Werkstoffe und Temperaturen der Norm ISO 10380 (Tabelle 3 – Abminderungsfaktoren und Grenzwerte für Temperaturen) entnommen werden. Unten folgt ein Auszug der erwähnten Tabelle. Wenn Wellschlauch und Umflechtung nicht aus dem gleichen Werkstoff bestehen, soll der niedrigste Wert berücksichtigt werden.

k_t		Betriebstemperatur [°C]													
		-200	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Material	1.4301	1	1	0.90	0.81	0.76	0.72	0.69	0.65	0.63	0.61	0.59	0.59	0.58	aA
	1.4404	1	1	0.92	0.83	0.78	0.74	0.7	0.67	0.64	0.62	0.61	0.60	0.59	aA
	1.4541	1	1	0.88	0.74	0.67	0.62	0.58	0.54	0.52	0.50	0.48	0.47	0.47	aA
	1.4571	1	1	0.88	0.73	0.66	0.60	0.56	0.52	0.50	0.48	0.47	0.46	0.42	aA

aA = auf Anfrage

Dynamischer Abminderungsfaktor k_d

k_d	Bewegung	
Strömung	Gleichmässige, häufige Bewegungen; Schwingungen mit kleiner Amplitude	Stossartige Bewegungen; Schwingungen mit grosser Amplitude
Statische oder langsame und gleichförmige Strömung	1.00	0.80
Pulsierende und ungleichförmige Strömung	0.80	0.50
Druckstösse, pulsierende Strömung	0.50	aA

aA = auf Anfrage

5.3 Berechnen der Schlauchlängen

Erkennen der Beanspruchung
Das Wichtigste bei der Berechnung von Schlauchlängen ist das Erkennen der Beanspruchung und die anschliessende Beurteilung der Einbausituation. Häufig enden die Abklärungen mit dem Festlegen der Bewegungsrichtungen und der Grösse der Hübe. Dabei geht meistens ein ganz entscheidender Faktor, nämlich die **Häufigkeit** (Frequenz) und die **Geschwindigkeit** mit der die Bewegungen ausgeführt werden, vergessen. Handelt es sich effektiv um eine Bewegung mit einer bestimmten Frequenz oder ist es nur eine langsam auftretende Dehnung?

Beispiel: Eine langsame Bewegung, welche nur 2-mal pro Woche stattfindet, kann durchaus wie eine Wärmedehnung behandelt werden. Dies wiederum hat Konsequenzen auf die Schlauchlänge, etc.
Einbaulagen sollten wenn immer möglich gemäss den Einbaugrundsätzen gestaltet werden.
(siehe Kapitel "Einbauvorschriften")

Grundsatz:	Für die Berechnung der Schlauchlänge muss für alle dynamischen Problemstellungen, also auch für Wärmedehnungen, **immer** der dynamische Biegeradius r_{dyn} eingesetzt werden.

Um die späteren Gleichungen zu vereinfachen wird die Länge der Anschlusszone l zuerst berechnet.

Länge Anschlusszone l

$l = EH + A$

In den nachfolgenden Gleichungen erscheint das Mass l. Dieses Mass beschreibt die Länge der Anschlusszone l. Sie wird berechnet aus der Länge des Endrings EH und der hervorstehenden Länge A der Armatur.

Länge der Endhülse EH:

Die Endhülse/Endring schützt die Schweisszone vor Überbeanspruchung. Die Länge EH (mm) für die Berechnung der Länge l der Anschlusszone kann der nachstehenden Tabelle entnommen werden:

DN	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

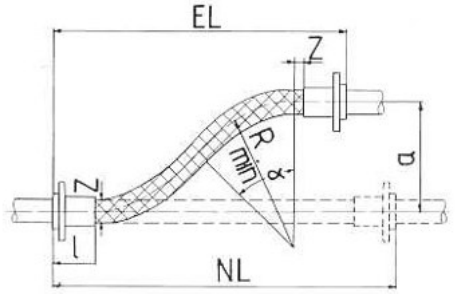
Länge der Armatur A:

Die hervorstehende Länge A (mm) kann für den jeweils entsprechenden Armaturtyp den Masstabellen im techn. Datenblatt *"Armaturen zu BOA-Metallschläuchen"* entnommen werden, oder dem "*Schlauchratgeber, Modul 2, Kap.3*".

5.3.1 Gerade Schlauchleitung für parallelen Einbauversatz (statisch)

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

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



Formeln:

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

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

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

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

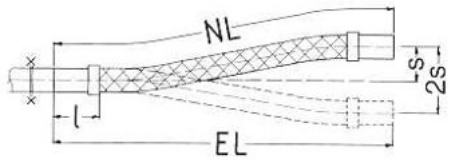
Symbole:

a:	Achsversatz	(mm)
α:	Biegewinkel	(°)
$R_{statisch}$:	Statischer Biegeradius	(mm)
Z:	Aussendurchmesser des Schlauches	(mm)
l:	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
EL:	Einbaulänge	(mm)

5.3.2 Gerade Schlauchleitung für seitliche Bewegungen

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: gerade Schlauchleitung
Anwendung: seitlicher Einbauversatz
- niedrige Amplitude (max. ± 100mm)
- niedrige Hubfrequenz



Formeln:

$NL = 4.5 \cdot (R_{dynamisch} \cdot s)^{1/2} + 2 \cdot (DN + l)$

$s = (NL - 2 \cdot l) \cdot 2 / (20 \cdot R_{dynamisch})$

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

Mindestnennlänge $NL_{min} = 7 \cdot s + 2 \cdot l$

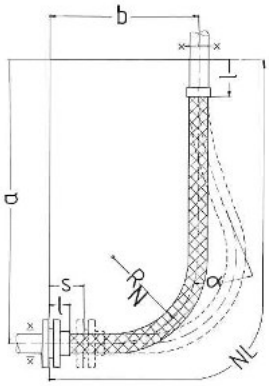
Symbole:

s:	Laterale Dehnungsaufnahme	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l:	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
EL:	Einbaulänge	(mm)

5.3.3 90°-Metallschlauchleitung für seitliche Dehnungsaufnahmen aus einer Richtung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: 90°-Schlauchleitung
Anwendung: seitliche Dehnungsaufnahme in 1 Achse
- niedrige Amplitude (max. ± 100mm)
- niedrige Hubfrequenz



Formeln:

$\cos \alpha = 1 - s / (2 \cdot R_{dynamisch})$

Der Winkel α darf 60° nicht überschreiten!
$\Rightarrow$ cos α muss $\geq$ 0.5 sein, ansonsten muss der Radius R > $R_{dynamisch}$ gewählt werden.

$NL = R_{dynamisch} \cdot (1.57 + 0.035 \cdot \alpha) + 2 \cdot (DN + l)$

$a = R_{dynamisch} + (2 \cdot R_{dynamisch} \cdot \sin\alpha) + DN + l$

$b = R_{dynamisch} + R_{dynamisch} \cdot (0.035 \cdot \alpha - 2 \cdot \sin\alpha) + DN + l$

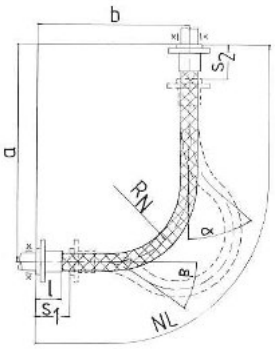
Symbole:

s:	Dehnungsaufnahme seitlich	(mm)
a:	Einbaumass 1	(mm)
b:	Einbaumass 2	(mm)
l:	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
α:	Biegewinkel	(°)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)

5.3.4 90°-Metallschlauchleitung für seitliche Dehnungsaufnahmen aus zwei Richtungen

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: 90°-Schlauchleitung
Anwendung: seitliche Dehnungsaufnahme in 2 Achsen
- niedrige Amplitude (max. ± 100mm)
- sehr niedrige Hubfrequenz



Formeln:

$\cos \alpha = 1 - s_1 / (2 \cdot R_{dynamisch})$

$\cos \beta = 1 - s_2 / (2 \cdot R_{dynamisch})$

Der Winkel α darf 60° nicht überschreiten!
$\Rightarrow$ cos α muss $\geq$ 0.5 sein, ansonsten muss der Radius R > $R_{dynamisch}$ gewählt werden.

$NL = R_{dynamisch} \cdot (1.57 + 0.035 \cdot \alpha + 0.035 \cdot \beta) + 2 \cdot (DN + l)$

$a = R_{dynamisch} + R_{dynamisch} \cdot (2 \cdot \sin\alpha + 0.035 \cdot \beta - 2 \cdot \sin\beta) + DN + l$

$b = R_{dynamisch} + R_{dynamisch} \cdot (2 \cdot \sin\beta + 0.035 \cdot \alpha - 2 \cdot \sin\alpha) + DN + l$

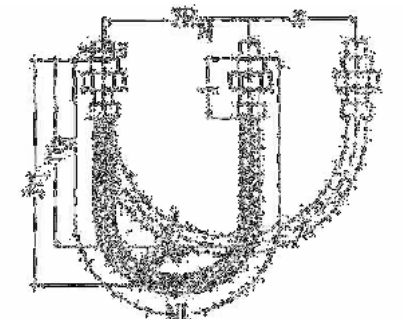
Symbole:

s_1:	Dehnungsaufnahme 1 seitlich	(mm)
s_2:	Dehnungsaufnahme 2 seitlich	(mm)
a:	Einbaumass 1	(mm)
b:	Einbaumass 2	(mm)
l:	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
α, β:	Biegewinkel	(°)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)

5.3.5 U-Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus einer Richtung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: Vertikaler 180°-Bogen
Anwendung: Aufnahme von Dehnungen aus 1 Richtung (z.B. Wärmedehnung)
- grosse Amplitude
- sehr niedrige Hubfrequenz



Formeln:

$$NL = R_{dynamisch} \cdot \pi + 1.57 \cdot s + 2 \cdot l$$

$$h_{1\,max} = R_{dynamisch} + 0.785 \cdot s + l$$

$$h_{2\,min} = R_{dynamisch} + 0.5 \cdot s + l$$

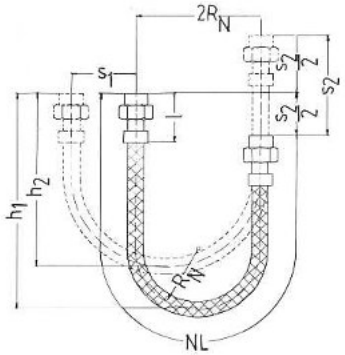
Symbole:

s:	Hub	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
h_1:	Maximale Höhe des 180°-Bogens	(mm)
h_2:	Minimale Höhe des 180°-Bogens	(mm)

5.3.6 U-Bogen zur Aufnahme von Dehnungen aus zwei Richtungen

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: Vertikaler 180°-Bogen
Anwendung: Aufnahme von Dehnungen aus 2 Richtungen (z.B. Wärmedehnung)
- grosse Amplitude
- sehr niedrige Hubfrequenz



Formeln:

$NL = R_{dynamisch} \cdot \pi + 1.57 \cdot s_1 + 0.5 \cdot s_2 + 2 \cdot l$

$h_{1\,max} = R_{dynamisch} + 0.785 \cdot s_1 + 0.5 \cdot s_2 + l$

$h_{2\,min} = R_{dynamisch} + 0.5 \cdot s_1 + l$

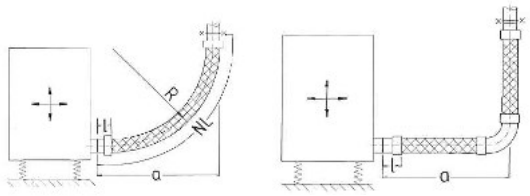
Symbole:

s_1:	Hub (horizontal)	(mm)
s_2:	Hub (vertikal)	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
h_1:	Maximale Höhe des 180°-Bogens	(mm)
h_2:	Minimale Höhe des 180°-Bogens	(mm)

5.3.7 90°-Bogen zur Aufnahme von Schwingung

Einbauart: 90°-Schlauchbogen oder
90°-dog-leg

Anwendung: allseitige Schwingungen
- kleine Amplitude
- hohe Frequenz



Formeln:

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

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

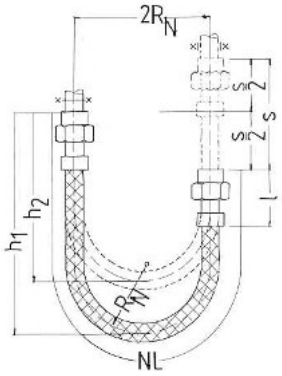
Symbole:

a:	Schenkellänge	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l:	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)

5.3.8 U-Bogen für vertikale Bewegung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: Vertikaler 180°-Bogen
Anwendung: vertikale Hubbewegung
- grosse Amplitude
- niedrige Hubfrequenz



Formeln:

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

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

$h_{2\,min} = 1.43 \cdot R_{dynamisch} + l$

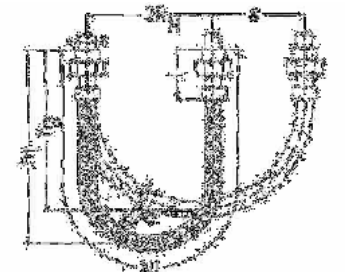
Symbole:

s:	Hub	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
h_1:	Maximale Höhe des 180°-Bogens	(mm)
h_2:	Minimale Höhe des 180°-Bogens	(mm)

5.3.9 U-Bogen für horizontale Bewegung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: Vertikaler 180°-Bogen
Anwendung: horizontale Hubbewegung
- grosse Amplitude
- niedrige Hubfrequenz



Formeln:

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

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

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

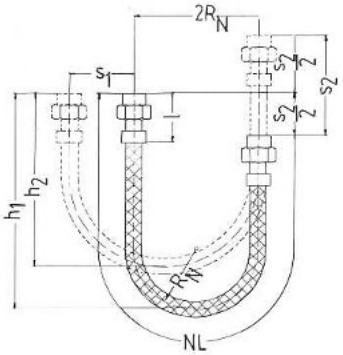
Symbole:

s:	Hub	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
h_1:	Maximale Höhe des 180°-Bogens	(mm)
h_2:	Minimale Höhe des 180°-Bogens	(mm)

5.3.10 U-Bogen für vertikale und horizontale Bewegung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: Vertikaler 180°-Bogen
Anwendung: vertikale und horizontale Hubbewegung
- grosse Amplitude
- niedrige Hubfrequenz



Formeln:

$NL = 4 \cdot R_{dynamisch} + 1.57 \cdot s_1 + 0.5 \cdot s_2 + 2 \cdot l$

$h_{1\,max} = 1.43 \cdot R_{dynamisch} + 0.785 \cdot s_1 + 0.5 \cdot s_2 + l$

$h_{2\,min} = 1.43 \cdot R_{dynamisch} + 0.5 \cdot s_1 + l$

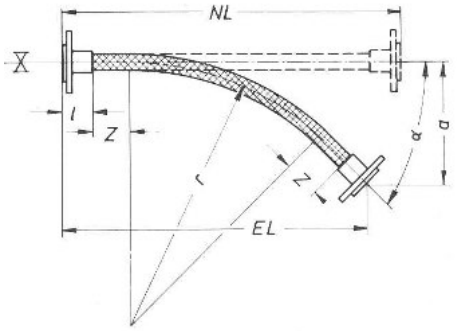
Symbole:

s_1:	Hub (horizontal)	(mm)
s_2:	Hub (vertikal)	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
h_1:	Maximale Höhe des 180°-Bogens	(mm)
h_2:	Minimale Höhe des 180°-Bogens	(mm)

5.3.11 Gerade Metallschlauchleitung für angulare Bewegung

(Bewegungen quer zur Schlauchebene sind nicht zulässig)

Einbauart: gerade Schlauchleitung wird zum Schlauchbogen
Anwendung: Angularbewegung in der Ebene
- grosse Amplitude
- niedrige Hubfrequenz



Formeln:

$NL = (R_{dynamisch} \cdot \pi \cdot \alpha) / 180 + 2 \cdot (l + z)$

$EL = R_{dynamisch} \cdot \sin \alpha + (l + z) \cdot (1 + \cos \alpha)$

$a = R_{dynamisch} \cdot (1 - \cos \alpha) + (l + z) \cdot \sin\alpha$

Symbole:

α:	Biegewinkel	(°)
z:	Längenzugabe für Schlauchenden	(mm),
a:	Abstand der Abwinklung	(mm)
$R_{dynamisch}$:	Dynamischer Biegeradius	(mm)
DN:	Nennweite	(mm)
l	Länge der Schlaucharmatur	(mm)
NL:	Nennlänge	(mm)
EL:	Einbaulänge	(mm)

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

5.4 ISO-Norm 10380:2012 – Auszug

Titel: Rohrleitungen - Gewellte Metallschläuche und Metallschlauchleitungen

Auszug: Die Internationale Norm ISO 10380:2012 legt die Mindestanforderungen für die Ausführung, Herstellung, Prüfung und Installation von gewellten Metallschläuchen und Metallschlauchleitungen fest.

Sie spezifiziert den Bereich für die Nennweiten DN 4 bis DN 300, den Druck von PN 0.5 bis PN 450, die herabsetzenden Faktoren des Drucks für erhöhte Temperaturen, vier verschiedene Schlauchtypen mit unterschiedlichen Anforderungen an Flexibilität und Lebensdauer der Schlauchleitungen.

5.5 EN 14585-1:2006 – Auszug

Titel: Gewellte Metallschlauchleitungen für Druckanwendungen

Auszug: EN 14585-1 charakterisiert die die besonderen Merkmale einer gewellten Metallschlauchleitung
- durch die wechselseitige Wirkung ihrer drucktragenden Bauteile: gewellter Metallschlauch, Umflechtung, Anschlussteile und nicht lösbare Verbindungen; und
- durch die gegensätzlichen Anforderungen an Druckfestigkeit und Flexibilität.

Diese Norm beschreibt das experimentelle Auslegungsverfahren (Grundlage DGRL Anhang I, Abschnitt 2.2.2)

6 Einbauvorschriften

6.1 Allgemeines

Der Metallschlauch ist vor mechanischen Beschädigungen zu schützen, wie z.B.

- das Beschädigen von Geflechtdrähten
- scharfes Abknicken
- das Ziehen des Metallschlauches über den Boden
- das Ziehen des Metallschlauches über scharfe Kanten

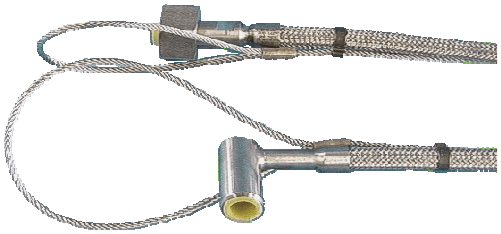
Bei der Montage ist darauf zu achten, dass auf die Metallschlauchleitung keine Torsionskräfte wirken.

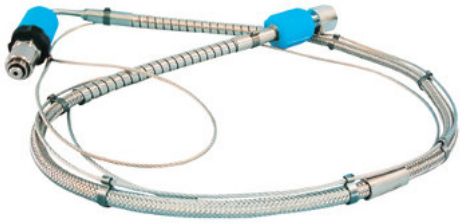
- Torsion führt zu vorzeitigem Ausfall.

Die Metallschlauchleitung muss bei extremen mechanischen Beanspruchungen oder solchen im Hochtemperaturbereich mit einem der folgenden äusseren Schutzschläuche oder Schutzzubehör versehen werden:

- Schutzschlauch C150 *
- Schutzschlauch Sagra *
- Drahtspirale
- Feuerschutzschlauch (Hochtemperaturanwendungen)
- Fangleine (Hochdruckanwendungen)

* Weitere Informationen im Kapitel 2.3 Wickelschläuche





Hochdruckschlauchleitungen mit Fangleine

Die Metallschlauchleitungen sind vor korrosiver Umgebung (Chloride etc.) zu schützen. Bei extremen Bedingungen sind folgende Massnahmen notwendig:

- dichter Metallschlauch aussen aus höchstwertigem Werkstoff (z.B. Incoloy)
- Feuerschutzschlauch
- konstruktive Massnahmen

Die nachstehenden Abbildungen veranschaulichen einige in der Praxis häufig vorkommende unrichtige Verwendungsarten von Metallschlauchleitungen und Beispiele, wie diese behoben werden können. Bei Unklarheiten setzen Sie sich bitte mit uns in Verbindung.

6.2 Handhabung und Montage

richtig *falsch*

Beispiel 1

Den Metallschlauch gerade legen und abrollen. Dadurch werden Torsion und die Unterschreitung des Mindestbiegeradius vermieden.

Beispiel 2

Durch die Verwendung eines Sattels oder einer Rolle wird ein Abknicken und damit die Unterschreitung des Mindestbiegeradius vermieden.

Beispiel 3

Den Metallschlauch spannungsfrei einbauen. Torsion führt zu vorzeitigem Ausfall. Deshalb den Metallschlauch an einer Seite mit einem beweglichen Anschluss versehen.

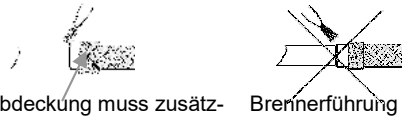
Beispiel 4

Schrauben gleichmässig über das Kreuz anziehen, um eine bessere Dichtheit zu erreichen.

Beispiel 5

Beim Einbau der Metallschlauchverbindung durch Schweissen oder Löten ist darauf zu achten, dass die Lötverbindung zwischen Schlaucharmatur und Metallschlauch mit einem nassen Lappen geschützt und gekühlt wird. Die Brennerflamme muss von der bestehenden Verbindung weggerichtet werden. Es dürfen keine chloridhaltigen Löthilfsmittel verwendet werden.

richtig *falsch*



Abdeckung muss zusätzlich gekühlt werden!

Brennerführung beachten!

Beispiel 6

Beim manuellen Handhaben muss der Schlauchanschluss vor Überbeanspruchung geschützt werden. Wo notwendig sind Rohrbogen zu verwenden.

Beispiel 7

Die Metallschlauchverbindung nicht gestaucht einbauen. Das Geflecht darf sich nicht vom Metallschlauch abheben.

Aufgerollter Metallschlauch (zu Beispiel 1)

Einbau im U-Bogen (zu Beispiel 12)

6.3 Einbau zur Aufnahme von Wärmedehnungen

Beispiel 8

Den Metallschlauch mit lateraler Vorspannung einbauen, um die zulässige Dehnung auszunutzen, Stauchungen vermeiden.

richtig *falsch*

Beispiel 9

Der Einbau des Metallschlauches muss rechtwinklig zur Dehnungsrichtung erfolgen. Der Schlauch darf nur laterale Bewegungen aufnehmen.

Beispiel 10

Bei grösseren lateralen Bewegungen ist der Einbau im 90°-Bogen vorzusehen.

Beispiel 11

Die Dehnungsaufnahme ist nur in der Schlauchachse zulässig. Torsion unbedingt vermeiden.

Beispiel 12

Bei grossen axialen Dehnungen muss der Schlauch in Form eines U-Bogens eingebaut werden. In jedem Fall ist der Schlauch über Rohrbogen an die Leitung anzuschliessen.

6.4 Einbau zum Ausgleich von Montageungenauigkeiten

Beispiel 13

Die Berechnung der exakten Schlauchlängen ist notwendig, um keine Über- oder Minderlängen zu erhalten.

richtig *falsch*

Beispiel 14

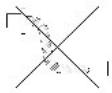
Keine zu langen Schläuche verwenden

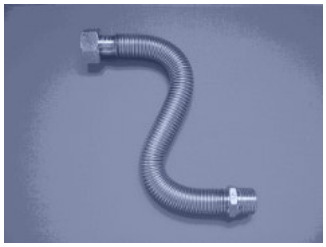
Beispiel 15

Keine zu kurzen Schläuche einbauen

Beispiel 16

Die Montagedifferenz darf nicht zu gross sein.





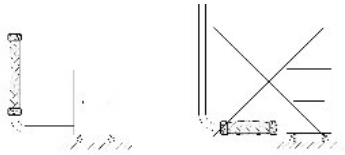
Auf die doppelte Länge ausziehbare Metallschlauchleitung (DTFlex)

6.5 Einbau zur Aufnahme von Schwingungen

Beispiel 17

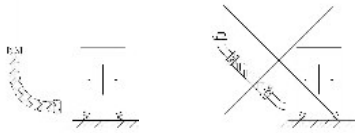
Der Metallschlauch muss rechtwinklig zur Schwingungsrichtung eingebaut werden, um beim Betrieb eine Stauchung des Metallschlauches zu vermeiden.

richtig *falsch*



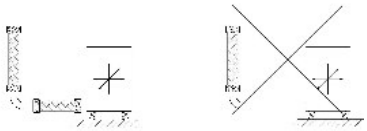
Beispiel 18

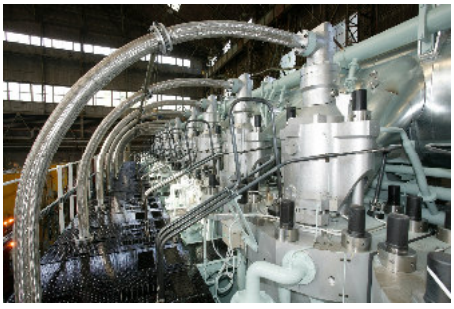
Beim Auftreten von Schwingungen in zwei Ebenen den Metallschlauch im 90°-Bogen einbauen.

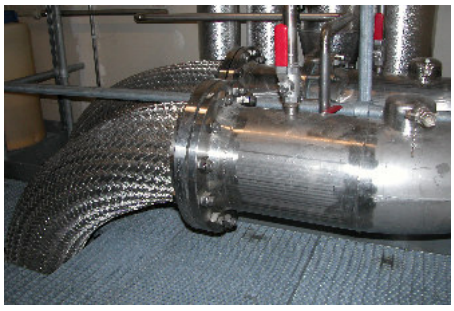


Beispiel 19

Beim Auftreten von Schwingungen in drei Ebenen sind zwei Schlauchverbindungen in 90°-Anordnungen einzubauen.







Schwingungsdämpfer im Einsatz

6.6 Einbau zur Aufnahme von Hubbewegungen mittels U-Bogen

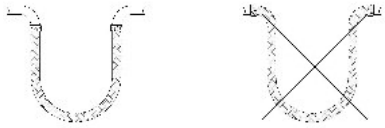
Beispiel 20

Die Totallänge des Schlauches ist so zu bestimmen, dass der dynamische Biegeradius nicht unterschritten wird (dynamische Biegeradien siehe techn. Datenblatt).

richtig *falsch*

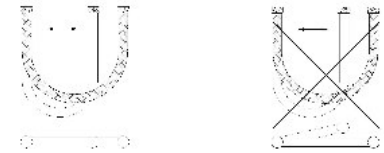
Beispiel 21

Korrekte Montage nur über Rohrbogen-Konstruktion durchführen.

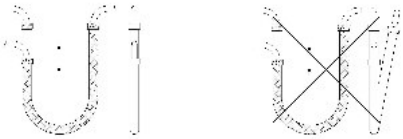


Beispiel 22 +23

Die Bewegung ist nur in der Schlauchachse zulässig. Torsion führt zu vorzeitigem Ausfall.



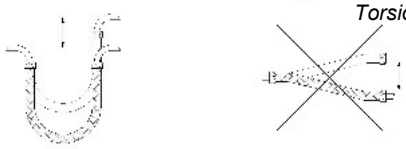
Torsion



Beispiel 24

Einbau des U-Bogensystems für laterale Beanspruchung.

Torsion



Beispiel 25

Das Eigengewicht des mit Medium gefüllten Metallschlauches muss bei waagrechtem Einbau aufgefangen werden, z.B. durch eine Rolle oder Abstützung.

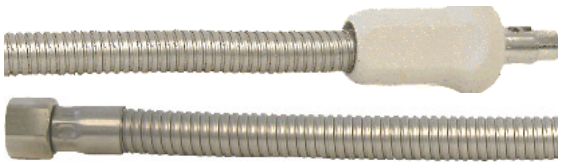
6.7 Einbauvorschriften für Sicherheitsgasschläuche und Flüssiggas-Metallschläuche

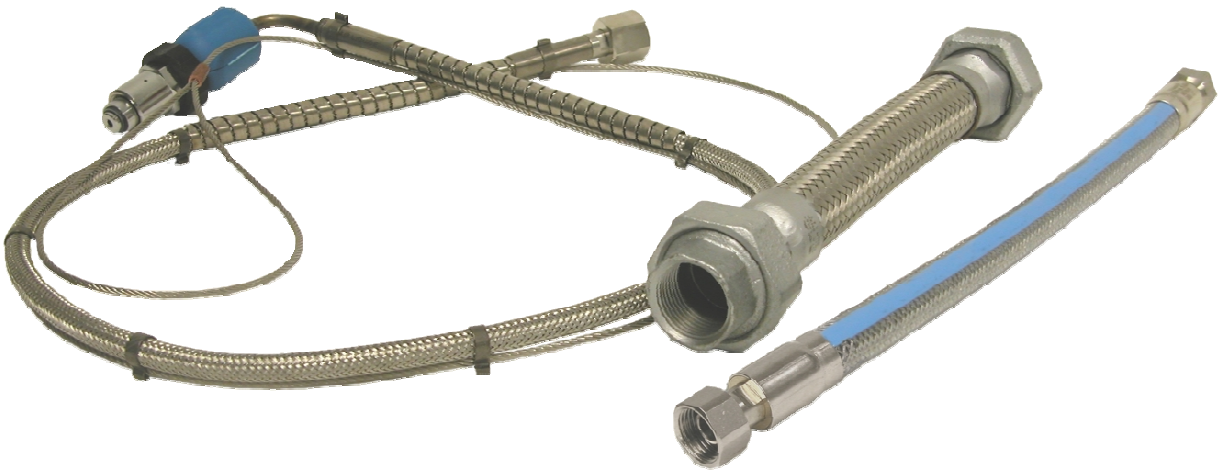
Die folgenden Punkte müssen immer befolgt werden:

- Der Gasschlauch ist immer nach einer Absperrarmatur zu montieren.
- Der Schlauch muss auf der ganzen Länge kontrollierbar und leicht auswechselbar sein.
- Er ist vor übermässiger mechanischer Beanspruchung zu schützen.
- Er muss unbedingt torsionsfrei eingebaut werden.
- Der Gasschlauch muss genügend Distanz zur Wärmequelle haben, damit er nicht übermässig erhitzt wird.
- Der Gasschlauch muss metallisch dichtend oder mit einer Dichtung versehen an das Gasgerät angeschlossen werden.
- Folgende Biegeradien dürfen nicht unterschritten werden:
  Sicherheitsgasschläuche: statisch: 45 mm; dynamisch: 125 mm
  Flüssiggasschläuche: statisch: 32 mm; dynamisch: 100 mm
- Es dürfen nicht mehrere Gasschläuche aneinander gekoppelt werden.
- Beschädigte Gasschläuche dürfen niemals repariert werden, sie müssen ersetzt werden.
- Wird ein Gasapparat stark bewegt, entstehen Torsionskräfte, welche die Festverschraubung unbeabsichtigt lösen oder den Schlauch beschädigen können. Dies ist zu vermeiden.

Speziell für **Sicherheitsgasschläuche** kommen noch folgende Vorschriften hinzu:

- Der Anschluss ist mittels Seifenwasser (oder Gleichwertigem) auf Dichtheit zu prüfen.
- Feste Gasanschlüsse (ohne Sicherheitsgasstecker) dürfen niemals gelöst werden, ohne dass die Gaszufuhr fachgerecht unterbrochen wurde.
- Bewegliche Gasgeräte sollen mittels Schläuchen mit Sicherheitsgasstecker angeschlossen werden. Diese unterbrechen die Gaszufuhr beim Abkoppeln automatisch.



Gasschlauchleitung mit Sicherheitsstecker

Gassteckdose mit Absperrhahn