

# Technische Informationen

Wissenswertes über Schläuche

Wissenswertes über Armaturen

Werkstoffvergleiche  
Beständigkeitslisten

Technische Informationen



**Schläuche** sind flexible Rohrleitungen, die der geschlossenen Förderung von flüssigen, gasförmigen oder festen Stoffen dienen.

Gegenüber starren Rohrleitungen weisen Schläuche die Vorteile ihrer Flexibilität, Schwingungsabsorption und Geräuschdämpfung sowie die Möglichkeit zur Förderung korrodierender Medien auf.

## Aufbau von Schläuchen

Wie in jedem Spezialgebiet gibt es auch bei Schläuchen einige charakteristische Begriffe:

### Seele

ist die innere Schicht des Schlauches. Die Gummiqualität wird nach den chemischen Einflüssen, Temperatur, Abrieb oder elektrischer Spannung gewählt.

### Einlagen

Eingebettet zwischen Seele und Decke geben sie dem Schlauch die nötige mechanische Festigkeit gegen Druck bzw. Unterdruck des Durchflussmediums und sichern den Schlauch gegen zu leichtes Knicken. Dieser Festigkeitsträger kann aus diversen Textilien, Nylon oder auch Stahldraht bestehen bzw. aus einer Kombination der genannten Materialien.

### Spirale

Zwischen Seele und Decke, zusätzlich zur Einlage gebettet, verleiht sie dem Schlauch hohe Beständigkeit gegen Unterdruck und Knicken. Als Außenwendel über der Decke angebracht, bietet sie dem Schlauch mechanischen Schutz und Knicksicherheit. Spiralschläuche können mit spiralfreien Enden (Muffen) zwecks vereinfachter Montage hergestellt werden.

### Spiralschläuche mit Muffen (spiralfreie Schlauchenden)

Vorteil: leichte Montierbarkeit  
Nachteil: Fixmaß Stücke

### Spiralschläuche ohne Muffen (Rollenware)

Vorteil: beliebig ablängbar  
Nachteil: Montage mit Halbschalen oder Pressarmaturen

### Decke

Die Decke dient der Ummantelung des Schlauches und hat die Aufgabe, die Einlagen gegen chemische Einflüsse, Temperatur, Abrieb, Ozon, UV-Strahlung, Wetter, elektrische Spannung und

mechanische Verletzung zu schützen. Die Decke kann gewellt oder glatt sein. Gewellte Decken bieten den Vorteil höherer Flexibilität und den Nachteil geringerer Abriebfestigkeit und Gleiteigenschaften. Glatte Schläuche sind abriebfester, bedürfen jedoch größerer Biegekräfte.

### Betriebsdruck

Ist der maximale für diese Schlauchleitung zugelassene Druck, bei der diese betrieben werden kann. Die im Katalog angegebenen Betriebsdrücke entsprechen handelsüblichen Gepflogenheiten und internationalen Normungsempfehlungen. Die bei Festlegung des Betriebsdruckes enthaltene Sicherheitsreserve hängt von der Bestimmung und dem Gefahrenmoment beim Einsatz des Schlauches ab. Der Druck wird bei Zimmertemperatur in bar gemessen und unterliegt im Vergleich zu Metallrohren wegen der größeren Fertigungstoleranzen bedeutenden Schwankungen. Die Druckwerte verstehen sich für konstante Belastung (statischer Druck). Bei stoßweise auftretenden Drücken (dynamischer Druck) müssen die Werte entsprechend niedriger angesetzt werden.

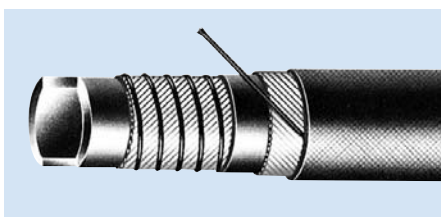
Der Platzdruck muss mindestens dem 2,5-fachen Wert des Betriebsdruckes entsprechen, sofern nicht anders angegeben.

### Prüfdruck

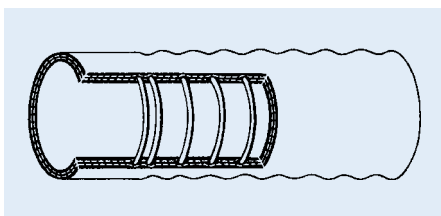
Bei diesem Druck müssen Schlauch und Einbindung einwandfrei dicht sein. Es dürfen dabei keine unzulässigen Verformungen des Schlauches auftreten.

### Platzdruck / Mindestberstdruck

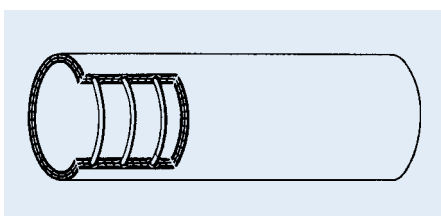
wird jener Druck genannt, bei dem die Schlauchleitung undicht wird, wobei dieser in Abhängigkeit der zeitlichen Drucksteigerung wesentlich beeinflusst werden kann.



Spirale



Spiralschlauch mit Muffe



Spiralschlauch ohne Muffe

Beanspruchung des Schlauches	Verhältnis Prüfdruck zu Betriebsdruck	Verhältnis Platzdruck zu Betriebsdruck
geringe Beanspruchung (Flüssigkeit)	1,25	2,50
allgemeiner Standard	1,60	3,15
unregelmäßiger, schwerer Betrieb (Belastungsspitzen, Flüssigkeiten)	2,00	4,00
Dampfschläuche	4,00	10,00

## Einige Fachbegriffe

### Abrieb

Materialverlust aus Oberflächen, Verschleiß infolge Reibung.

### Angularbewegung

Winkeländerung der Enden des beweglichen Leitungselements bei gleichförmiger Krümmung der Achse.

### Axialbewegung

Längenänderung des Kompensators bei gleichmäßiger Streckung oder Stauchung aller Einzelwellen.

### Lateralbewegung

Parallelverschiebung der Enden des beweglichen Leitungselements bei ungleichförmiger Krümmung der Achse.

### Leerschlauchbetrieb

Die Schlauchleitung läuft nach dem Umfüllvorgang leer. Es verbleibt kein Medium im Schlauch.

### M-Schläuche

Schläuche aus elektrisch nicht leitfähigen Werkstoffen, bei denen die leitfähige Verbindung zwischen den Stutzen der Schlaucharmaturen nur durch eingebaute metallische Leiter hergestellt wird. Solche Schläuche nach DIN EN 12115 müssen mit dem Buchstaben „M“ gekennzeichnet sein.

### Nennweite (DN)

ist eine numerische Größenbezeichnung, welche für alle Bauteile eines Rohrsystems benutzt wird, für die nicht der Außendurchmesser oder die Gewindegröße angegeben werden. Es handelt sich um eine gerundete Zahl, die als Nenngröße dient und nur näherungsweise mit den Fertigungsmaßen in Beziehung steht. Die Nennweite wird durch DN, gefolgt von einer Zahl, ausgedrückt.

### $\Omega$ -Schläuche

Schläuche aus nichtmetallischen Werkstoffen, bei denen der hinreichend niedrige Widerstand zwischen den Schlaucharmaturen durch eine ausreichende Leitfähigkeit der nichtmetallischen Werkstoffe bedingt ist. Solche Schläuche müssen nach DIN EN 12115 mit einem  $\Omega$ -Zeichen gekennzeichnet sein.

Die Angabe des Widerstandes in Ohm allein bedeutet nicht, dass es sich um einen  $\Omega$ -Schlauch handelt.

### Prüfbescheinigungen des Herstellers

#### – DIN EN 10204 unterscheidet:

- Bescheinigungen auf der Grundlage „nicht spezifischer“ Prüfungen, z.B. Qualitätsprüfungen in der Serienprüfung (Werksbescheinigung 2.1 und Werkszeugnis 2.2)
- Bescheinigungen auf der Grundlage „spezifischer“ Prüfungen, d.h. Prüfungen am betreffenden Bauteil selbst (Werksprüfzeugnis 2.3 und die Abnahmeprüfzeugnisse 3.1A, 3.1B, 3.1C)

### Schlauchleitungen

Schläuche, die beidseitig in Schlaucharmaturen eingebunden oder eingeschweißt sind; eingebundene Schlaucharmaturen dürfen sich nur mit einem Werkzeug lösen lassen.

### Schläuche

Flexible rohrförmige Halbzeuge aus Elastomeren, Thermoplasten oder rostfreiem Stahl, die aus einer oder mehreren Schichten und Einlagen aufgebaut sind.

### Vollschlauchbetrieb

Die Schlauchleitung bleibt nach dem Umfüllvorgang gefüllt.

## Flexibilität, Biegeradius und Schlauchlänge

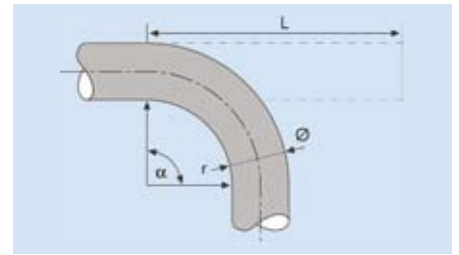
Flexibilität und Mindestbiegeradius sind wichtige Faktoren in der Schlauchkonstruktion und -auswahl, besonders wenn der Schlauch im Einsatz starken Krümmungen unterzogen wird.

Es ist darauf zu achten, dass der kleinste im Einsatz zu erwartende Biegeradius über dem Mindestbiegeradius des jeweiligen Schlauches liegt. Wird der minimale Biegeradius jedoch unterschritten, kann der Schlauch knicken und sich im Querschnitt verengen oder sogar platt gedrückt werden. Dadurch kann es zu einer übermäßigen Beanspruchung oder Verdrehung der Einlagen kommen. Dies kann die Lebensdauer des Schlauches erheblich reduzieren bzw. sogar zu dessen Ausfall führen.

Der Mindestbiegeradius wird im allgemeinen für jeden Schlauch in diesem Katalog angegeben. Bis zu diesem Radius kann der Schlauch im Einsatz ohne Schaden bzw. ohne beträchtliche Verkürzung der Lebensdauer gebogen werden. Der Radius wird zum Inneren der Krümmung hin gemessen. Formel, um die Mindestschlauchlänge zu bestimmen, unter Vorgabe des Biegeradius und des erforderlichen Grades der Schlauchbiegung:

$$\alpha : 360^\circ \times 2 \pi \times (r + \varnothing : 2) = L$$

$\alpha$  = Biegewinkel  
 $r$  = gegebener Biegeradius des Schlauches  
 $\varnothing$  = Außendurchmesser des Schlauches  
 $L$  = Mindestlänge des Schlauches

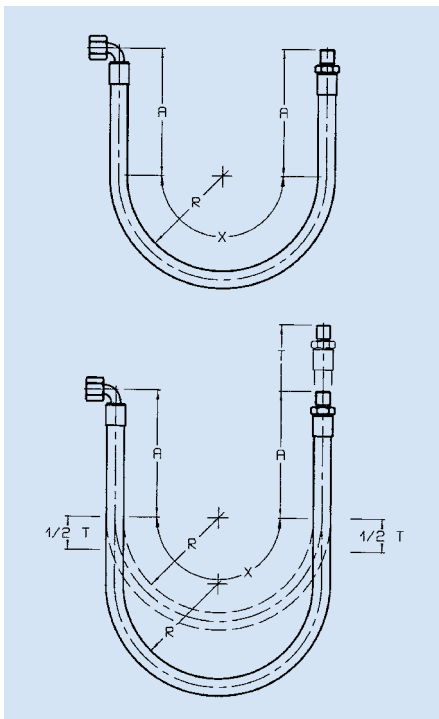


Beispiel:

Für eine 90°-Biegung eines Schlauches mit Außendurchmesser 70 mm errechnet sich die Mindestschlauchlänge bei einem Biegeradius von 450 mm wie folgt:

$90 : 360 \times 2 \pi \times (450 + 70 : 2) = 762 \text{ mm}$   
 In diesem Fall muss sich die Biegung folglich über eine Schlauchlänge von mindestens 762 mm erstrecken.

## Einfluss des Biegeradius auf die Berechnung der Schlauchlänge von Hydraulikschläuchen



In vielen Fällen wird eine Schlauchleitung mit mindestens einer Biegung verlegt. Um die größtmögliche Einsatzdauer zu erhalten, ist es unumgänglich, Zugbelastungen an den Armaturen zu vermeiden.

Die folgenden Hinweise sollen Ihnen helfen, die richtige Schlauchlänge zu berechnen:

Um Knickbeanspruchungen an den Anschlussarmaturen zu vermeiden und eine maximale Funktionstüchtigkeit zu gewährleisten, sind beide Schlauchenden gerade zu verlegen. Deshalb empfehlen wir, bei der Längenberechnung gemäß der Abbildung zu verfahren.

Bei der Berechnung von flexibel installierten Schlauchleitungen gelten die gleichen Einbauhinweise wie oben stehend, jedoch ist bei Hubbewegung die entsprechende zusätzliche Länge (T) zu berücksichtigen.

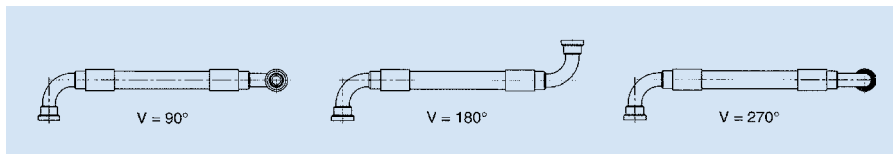
Die zu belassene Mindestlänge (A) hinter den beiden Armaturenden einer Leitung ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich. Bei jeder kompletten Leitung ist also das Maß A zweimal zu berücksichtigen. Bei Bogenarmaturen vergrößert sich das Maß um 50 %.

Messbeispiele für Schlauchleitungen:

Nennweite	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
„A“ (mm)	100	110	120	130	140	150	170	200	220	250

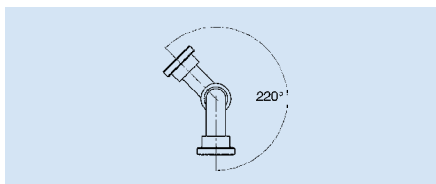
## Verdrehwinkel

Der Verdrehwinkel bei zwei Bogenarmaturen wird wie folgt angegeben:



Wird keine Angabe gemacht, werden die Armaturen so montiert, dass sie in die gleiche Richtung weisen (parallel).

Beispiel:  
S312 / 1212 PA6 90 / 2 x – 220 (Toleranz:  $\pm 3^\circ$ )



## Elektrische Leitfähigkeit

Wird gefordert, wenn durch Reibung fester Körper oder bestimmter Flüssigkeiten (z.B. Benzin) Schläuche elektrisch aufgeladen werden und Explosions- oder Brandgefahr durch plötzliche Entladungen (Funken) besteht. Durch Beimischung von bestimmten Rußtypen werden Gummimischungen leitfähig gemacht.

Um elektrische Ladung ableiten zu können, ist die Verwendung elektrisch leitender Gummimischungen und eventuell leitender Einlagen (Kupferlitze, Spirale, Stahlgeflecht) notwendig.

- **Elektrisch leitfähig** mit einem Widerstand:  $< 10^6$  Ohm/m
- **Antistatisch** mit einem Widerstand: von  $10^6$  bis  $10^9$  Ohm/m
- **Isolierend** mit einem Widerstand:  $> 10^9$  Ohm/m

## Temperaturbeständigkeit

Alterungseffekte bei Gummiprodukten sind stets temperaturabhängig, wobei bei einer relativ geringen Erhöhung der Temperatur die Alterungsgeschwindigkeit sehr stark zunimmt. Temperaturen über  $+120$  °C können die Widerstandskräfte textiler Verstärkungsmaterialien sowie den Platzdruck des Schlauches verringern.

Den gültigen Temperaturbereich je Einsatz entnehmen Sie bitte den einzelnen Produktbeschreibungen.

## Ölbeständigkeit

Die Auswirkungen von Öl und Treibstoff auf Gummi hängen von einer Vielzahl von Faktoren ab, die für die richtige Werkstoffwahl berücksichtigt werden müssen:

- Zusammensetzung des Öles (Dieselöl, Hydrauliköl, ASTM 1-3)
- Temperatur und Einsatzzeit
- Druck / Unterdruck

## Toleranzen in der Schlauchherstellung

nach EN ISO 1307

Nenn-Innendurchmesser	Schlauchherstellung mit starrem Dorn	Schlauchherstellung mit flexiblem Dorn	Schlauchherstellung dornlos
3,2	±0,30	+0,50 / -0,30	±0,60
4,0	±0,4	+0,60 / -0,40	
5,0			
6,3			
8,0			
10,0	±0,60	+0,70 / -0,50	±0,80
12,5			
16,0			
19,0			
20,0			
25,0	±0,80	+0,90 / -0,70	±1,20
31,5	+1,00	+1,20 / -0,80	±1,60
38,0			
40,0			
50,0			
51,0	+1,20	+1,50 / -1,00	Auch für Schläuche mit großen Abmessungen (bis Nennweite 610 mm) gilt das Toleranzfeld von ±3,00.
63,0	±1,40		
76,0			
80,0			
100,0			
125,0			
150,0	±2,00		
200,0	±2,50		
250,0	+3,0		
315,0			

## Längentoleranzen

nach EN ISO 1307

Länge (in mm)	Toleranz
bis 300	± 3,0 mm
> 300 bis 600	± 4,5 mm
> 600 bis 900	± 6,0 mm
> 900 bis 1200	± 9,0 mm
> 1200 bis 1800	± 12,0 mm
> 1800	± 1 %

## Schäden vermeiden

Schadhafte Schlauchleitungen können einem Unternehmen nicht nur unerwartete Kosten verursachen, sondern unter Umständen auch zu folgenschweren Unfällen führen – Auswirkungen, die bei ausreichender Aufmerksamkeit und Beachtung folgender Punkte vermieden werden können.

### Voraussetzungen für den sicheren Betrieb:

- Wahl der Schlauchleitungen entsprechend dem Betriebsdruck, den Einsatzbedingungen und der Nennweite
- Einsatzbereiche gemäß einschlägiger Normen oder sonstiger Regelungen
- fachgerechte Einbindung; richtige, sorgfältige Verlegung
- sofortiger Einsatz/Austausch beschädigter Schlauchleitungen

### Hauptursachen für Beschädigungen:

- mechanische Verletzung
- Unterschreiten des Mindestbiegeradius
- zu hohe Zugbelastung
- übermäßige Verdrehung
- Quetschung
- ungeeignetes Medium

### Regelmäßige Prüfung zur Früherkennung von Schäden:

- einwandfreier Zustand der Schlauchaußenschicht – keine Risse, Blasen, Verformungen, Abrieb- oder Knickstellen
- ordnungsgemäßer Armaturensitz
- fachgerechte Verlegung – extreme Knickung, zu starke Zugbeanspruchung, gewaltsame Verdrehung vermeiden
- Kontrolle der Dichtheit

## Pflege, Wartung und Lagerung

Schläuche unterliegen einer begrenzten Lebensdauer und der Anwender muss sich den Anzeichen eines drohenden Ausfalles bewusst sein, besonders wenn die Einsatzbedingungen einen hohen Arbeitsdruck beinhalten und / oder Gefahrstoffe transportiert werden.

### Sicherheitshinweis:

**Werden die vom Hersteller empfohlenen Verfahren zur Pflege, Wartung und Lagerung des jeweiligen Schlauches nicht eingehalten, so kann dies zu einer fehlerhaften Funktion des Schlauches und in weiterer Folge zu einer Sachbeschädigung oder ernsthaften körperlichen Verletzung führen.**

Im Folgenden werden allgemeine Anweisungen zur richtigen Lagerung von Schläuchen beschrieben. Eine unsachgemäße Lagerung kann die Lebensdauer von Schlauchprodukten erheblich reduzieren.

## Ordnungsgemäßer Umgang mit Schläuchen

Jeglicher Missbrauch muss vermieden werden.

Vermeiden Sie das Zerren eines Schlauches über scharfe oder abreibende Oberflächen, es sei denn, er wurde speziell für diesen Einsatz konstruiert. Schläuche dürfen nur bis zu ihrem vorgeschriebenen Maximalbetriebsdruck eingesetzt werden. Jede Änderung des Betriebsdruckes sollte stufenweise erfolgen, sodass die Schläuche keinen Druckstößen ausgesetzt werden. Schläuche dürfen weder geknickt noch überfahren werden, außer es ist in der Produktbeschreibung anders angegeben. Beim Umgang mit großen Schläuchen sind möglichst Haspeln oder Trommeln zu verwenden. Für schwere Saug- und Druckschläuche wie z.B. beim Be- und Entladen von Öl sollten entsprechende Schlingen, Tragriemen und dergleichen zur Unterstützung eingesetzt werden.

## Allgemeine Prüfungen

Eine Inspektion und ein hydrostatischer Test sind in regelmäßigen Zeitabständen durchzuführen, um zu überprüfen, ob der Schlauch für den weiteren Einsatz noch geeignet ist. Eine Sichtprüfung des Schlauches auf gelöste Decken, Knick

stellen, Dellen oder weiche Stellen muss vorgenommen werden, um Hinweise auf gebrochene oder verschobene Einlagen zu erhalten. Die Kupplungen oder Armaturen müssen genau auf Ablösungsanzeichen vom Schlauch untersucht und gegebenenfalls sofort ersetzt werden.

## Lagerung

Die Lagerung von Gummischlauchprodukten kann beeinflusst werden durch Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Ozon, Sonnenlicht, Öl, Lösungsmittel, korrosive Flüssigkeiten und Dämpfe, Insekten, Nagetiere und radioaktives Material. Ein ordnungsgemäßes Lagern der Schläuche hängt überwiegend von deren Größe (Durchmesser und Länge), der zu lagernden Menge und der verwendeten Verpackung ab. Schläuche dürfen nicht derart gestapelt oder übereinander gelegt werden, dass das Gewicht des Stapels eine Verformung der unten liegenden Schläuche bewirkt. Da Gummischläuche in Dimension, Gewicht und Länge stark variieren, können diesbezüglich keine allgemein gültigen Empfehlungen gegeben werden. Ein dünnwandiger Schlauch hält weniger Belastung aus als ein dickwandiger oder ein Schlauch mit Stahldrahtspirale. Schläuche, die als Rollen verschickt werden, müssen horizontal gelagert werden. Sofern möglich, lagern Sie die Schlauchprodukte in ihrer Originalverpackung, besonders wenn es sich bei diesen Verpackungen um Holzkisten oder Pappkartons handelt. Diese Verpackungen schützen auch vor Sonnenlicht.

Im Folgenden werden allgemeine Anweisungen zur richtigen Lagerung von Schläuchen gemäß Norm DIN 7716:1982 „Erzeugnisse aus Kautschuk und Gummi: Anforderungen an die Lagerung, Reinigung und Wartung“ Absatz 3 beschrieben. Eine unsachgemäße Lagerung kann die Lebensdauer von Schlauchprodukten erheblich reduzieren.

### Lagerraum

Der Lagerraum soll kühl, trocken, staubarm und mäßig gelüftet sein. Eine witterungsgeschützte Lagerung im Freien ist nicht zulässig.

### Temperatur

Gummi-Erzeugnisse sollten nicht unter  $-10\text{ °C}$  und über  $+15\text{ °C}$  gelagert werden, wobei die obere Grenze bis auf  $+25\text{ °C}$  überschritten werden darf. Noch darüber liegende Temperaturen sind nur kurzfristig zulässig.

### Heizung

In geheizten Lagerräumen sind die Gummi- und Kautschukerzeugnisse gegen die Wärmequelle abzuschirmen. Der Abstand zwischen Wärmequelle und Lagergut muss mindestens einen Meter betragen.

### Feuchtigkeit

Das Lagern in feuchten Lagerräumen soll vermieden werden. Es ist darauf zu achten, dass keine Kondensation entsteht. Am günstigsten ist eine relative Luftfeuchte unter 65 % r.F.

### Beleuchtung

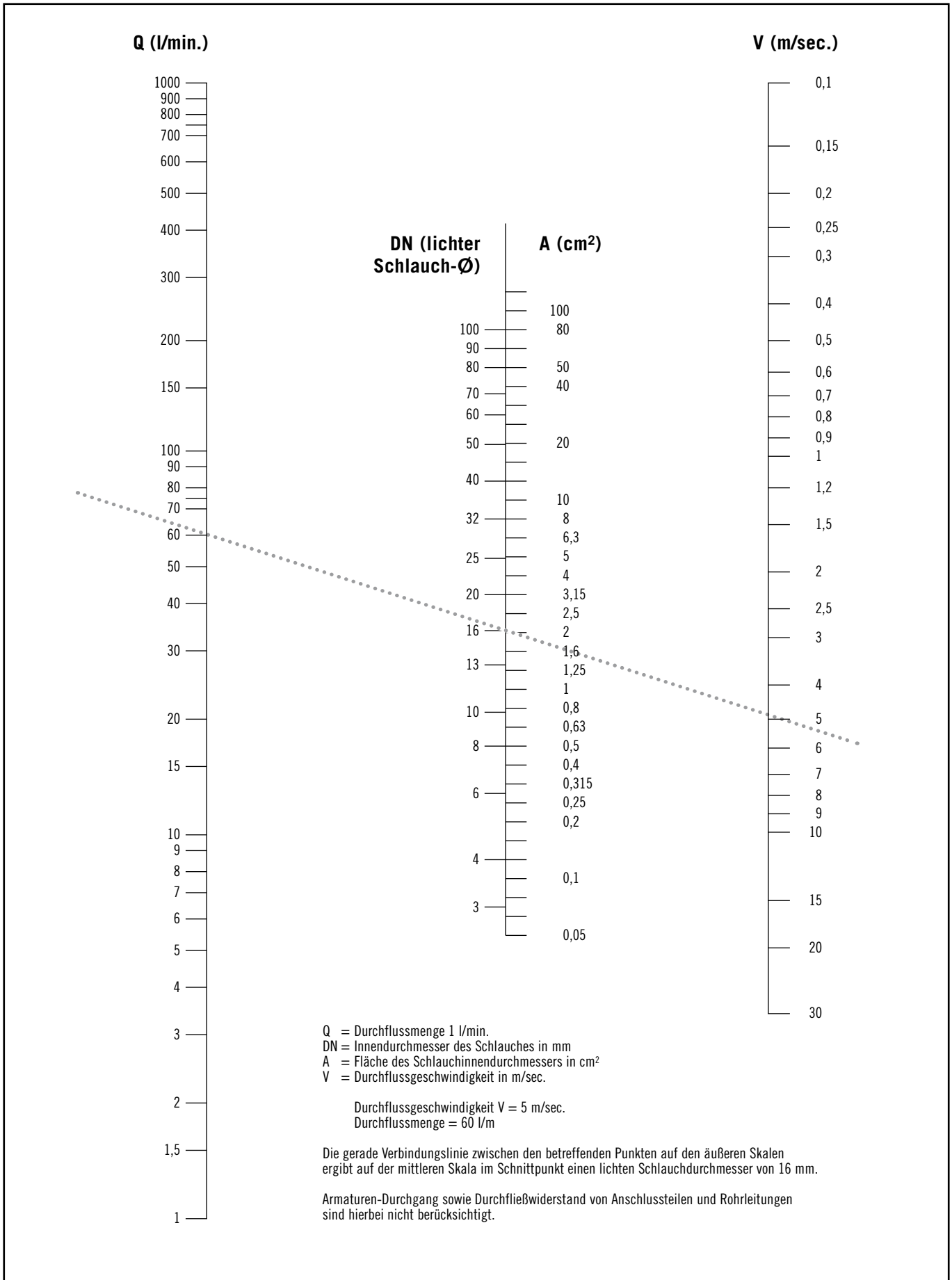
Die Erzeugnisse sollen vor Licht geschützt werden, insbesondere vor direkter Sonnenbestrahlung und vor starkem künstlichen Licht mit einem hohen ultravioletten Anteil. Die Fenster der Lagerräume sind aus diesem Grund mit einem roten oder orangefarbenen (keinesfalls blauen) Schutzanstrich zu versehen. Vorzuziehen ist eine Beleuchtung mit normalen Glühlampen.

### Ozon

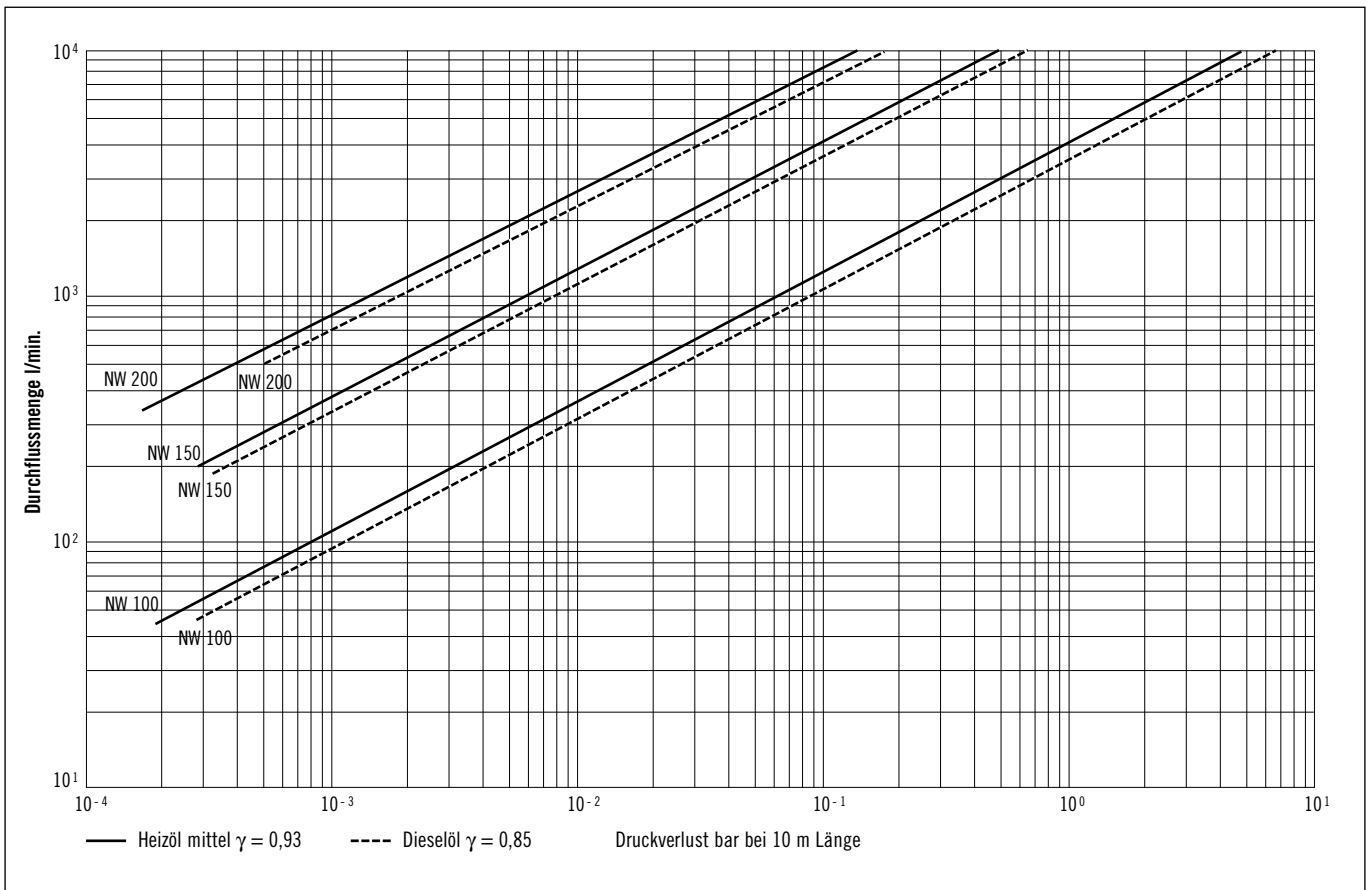
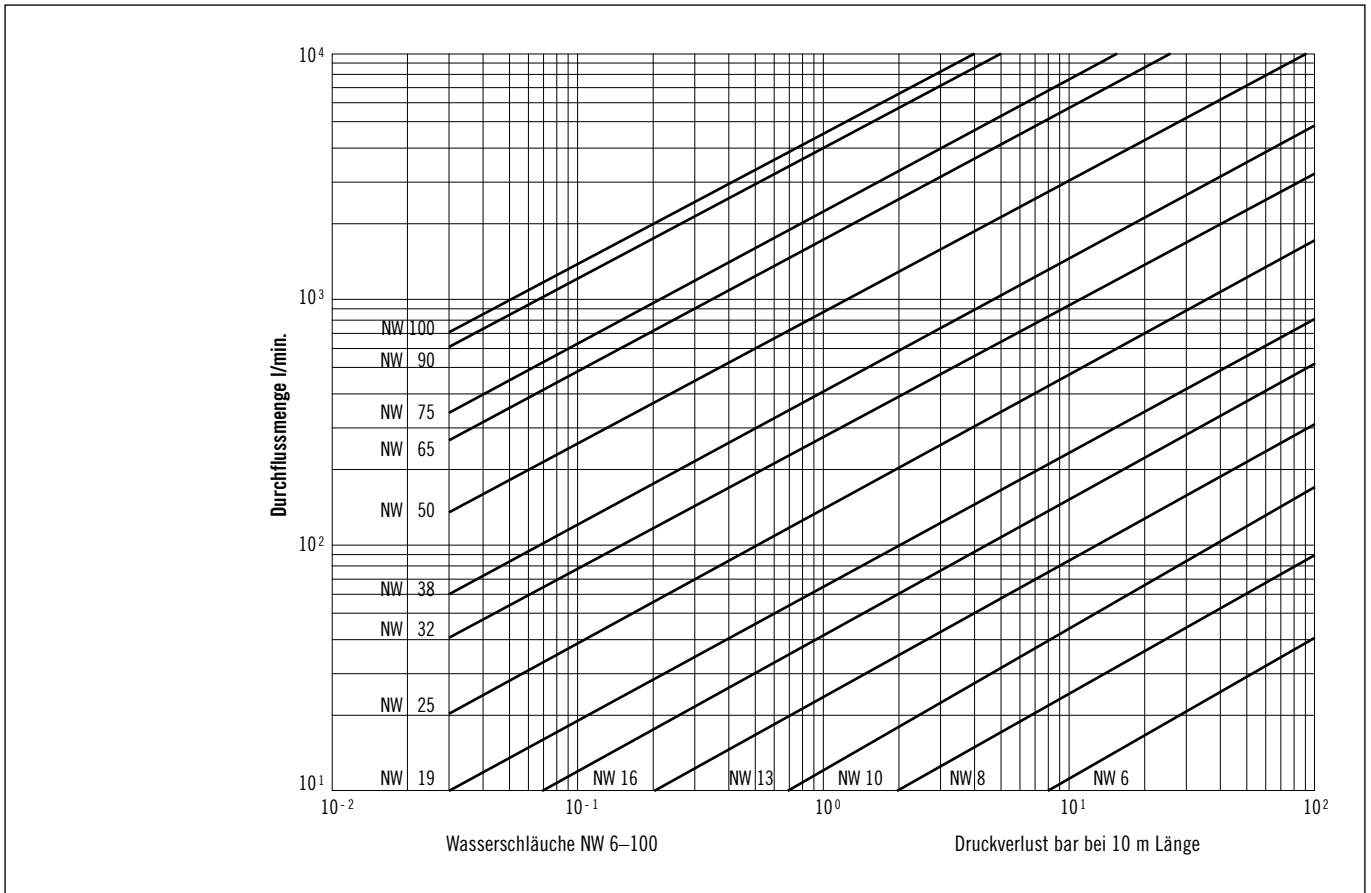
Da Ozon besonders schädlich ist, dürfen die Lagerräume keinerlei Ozon erzeugende Einrichtungen enthalten wie z.B. Elektromotoren oder sonstige Geräte, welche Funken oder andere elektrische Entladungen erzeugen können. Verbrennungsgase und Dämpfe, die durch fotochemische Vorgänge zu Ozonbildung führen können, sollten beseitigt werden.

Letztendlich sollten Gummiartikel nach dem „First-in / First-out“-Prinzip ausgelagert werden, denn auch unter den besten Bedingungen kann eine ungewöhnlich lange Lebensdauer zu einer Verschlechterung der physikalischen Eigenschaften gewisser Gummiprodukte führen.

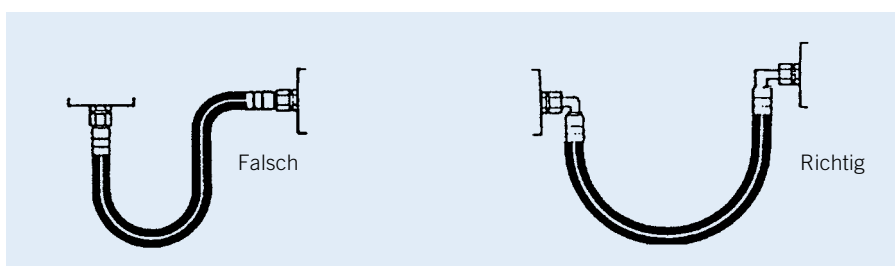
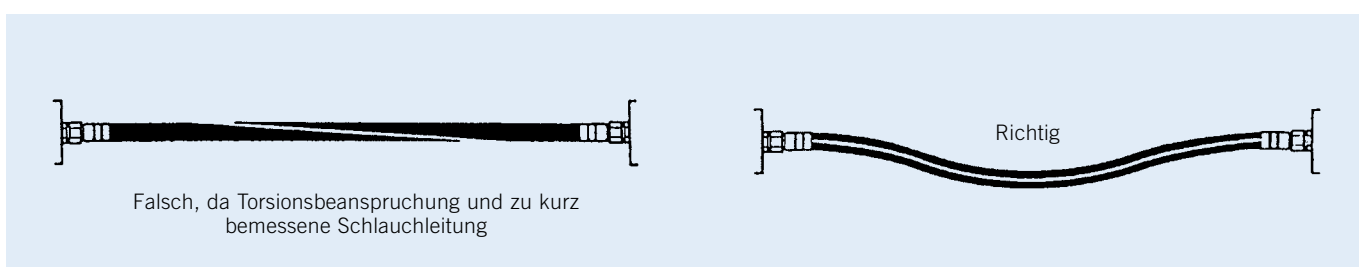
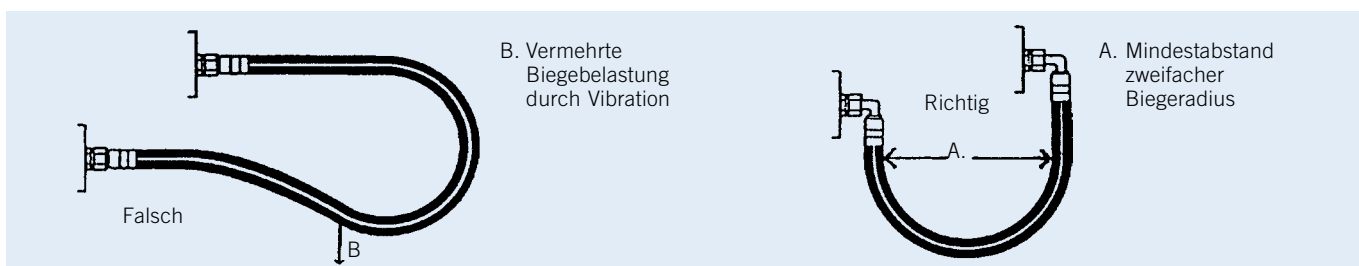
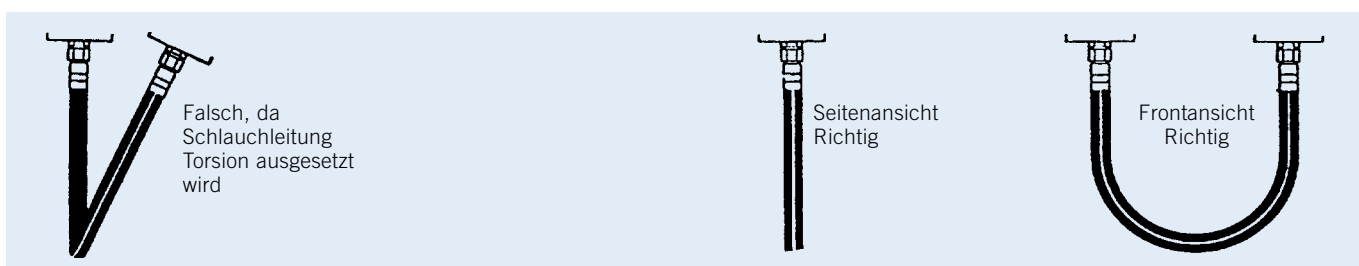
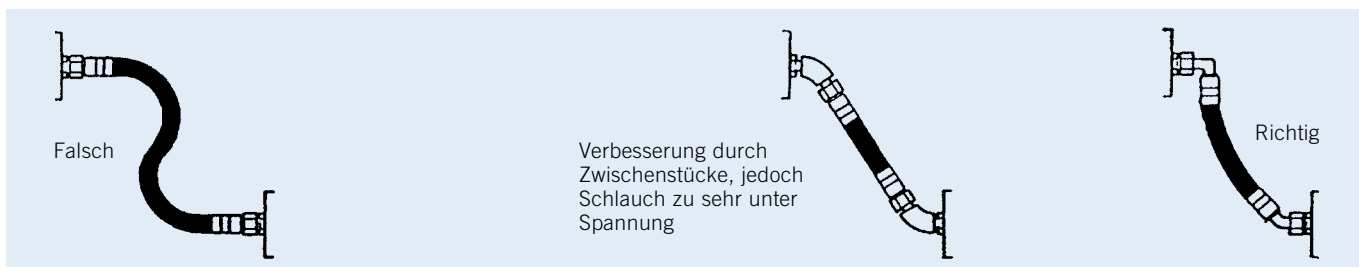
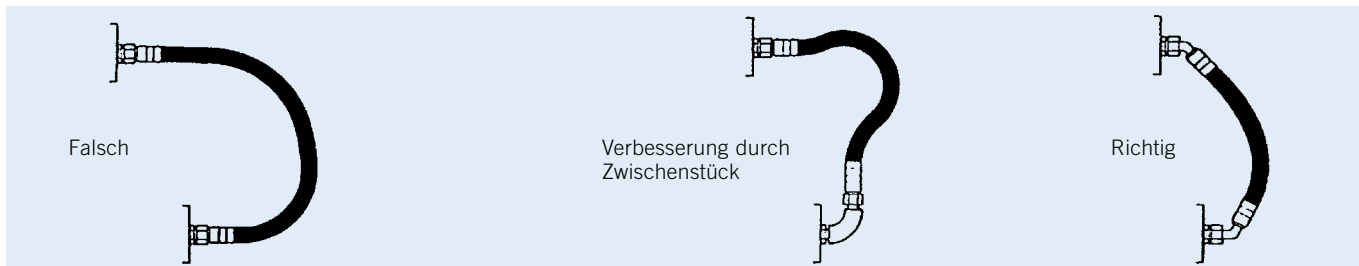
## Bestimmung der Schlauch-Nennweite (Berechnungsbeispiel)



## Druckverluste in Gummischläuchen



## Einbaubeispiele für Schlauchleitungen



### Grundregeln für das Verlegen von Schlauchleitungen:

1. Schlauchleitungen mit Durchgang verlegen (richtige Schlauchlänge ermitteln)
2. beim Einbau nicht verdrehen (Torsion)
3. Schlauchleitungen nicht übermäßig krümmen (Bogenarmaturen verwenden)
4. den Mindestbiegeradius einhalten
5. bei Hubbewegungen den Hub berücksichtigen
6. gegen äußere Beschädigungen schützen (Knickschutzspiralen verwenden)

## Schlaucharmaturen

Armaturen sind in Leitungen für gasförmige, flüssige oder schüttbare Stoffe verwendbare

- Absperr-, Regel-, Sicherheits- und Überwachungselemente, z.B. Schieber, Klappen, Ventile
- Der mechanischen Absonderung unterschiedlicher Stoffbestandteile dienende Elemente, z.B. Filter, Siebe, Schmutzfänger
- Der Beeinflussung von Strahlrichtung, Strahlart oder dem Mischen strömender Stoffe dienende Bauteile, z.B. Düsen
- Der Herstellung leicht trennbarer oder beweglicher Schlauch- oder Rohrverbindungen dienende Elemente, z.B. Verschraubungen, Flanschen, Schlauchkupplungen, Fittings, Rohrgelenke
- Alle Kombinationen obiger Organe

Schlaucharmaturen sind im Gegensatz zu Rohrarmaturen mit einem Einbindestutzen ausgestattet.

## Allgemeine Anforderungen

Die Lebensdauer der Schläuche und ihre Betriebstüchtigkeit hängt in hohem Maße von der Auswahl und Montage der richtigen Armaturen ab. Verwenden Sie nur Schlauchtüllen mit gerundeten Kanten, wodurch eine Beschädigung der Schlauchseele bei der Montage und bei der Verwendung des Schlauches verhindert wird. Der Außendurchmesser der Schlauchtüllen darf nicht zu groß sein, damit nicht durch unzulässig hohe Aufweitung der Schlauchenden bei der Montage die Einlagen beschädigt werden.

### Besonders bei Spiralschläuchen ist zu beachten:

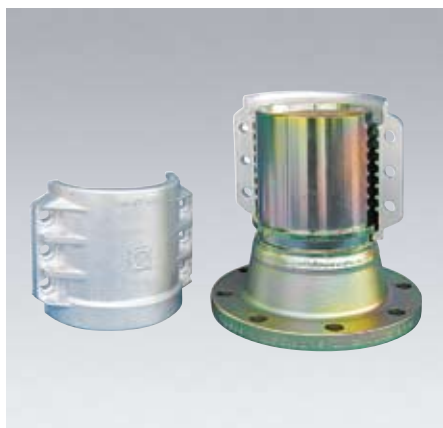
Bei Muffenaufweitung muss die Schlauchtülle bis zum Muffenansatz eingeschoben werden.

Bei Schläuchen ohne Muffenaufweitung muss das Ende der Schlauchtülle bis unter die letzten zwei Gänge der Spirale eingeschoben werden.

### Schlaucharmaturen sind so auszuführen, dass:

- sie zumindest dem Druckwert der jeweiligen Schlauchleitung entsprechen
- sie sich auch vom Schlauch nicht lösen, bevor der Schlauch platzt
- sie den zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen standhalten
- durch das schlauchseitige Armaturenteil keine Kerb- oder Scherbeanspruchungen am Schlauch auftreten können
- die Gefahr des Funkenreißens beim Befestigen oder Lösen von Schlauchleitungen in explosionsgefährdeten Bereichen ausgeschlossen ist. Dies wird durch die Auswahl geeigneter Werkstoffe, z.B. Messing oder nicht rostender Stahl, vermieden sowie durch fachgerechte Erdung.

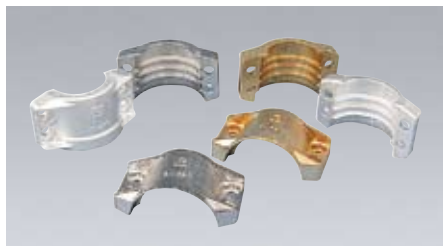
**Die Einbindung von Schlaucharmaturen sollte nur von Fachkundigen vorgenommen werden.**



## Schlaucharmaturen bestehen aus

- Schlauchseite, an der der Schlauch befestigt ist, z.B. Schlauchstutzen mit Halbschalen
- Anschlussseite zum Anschließen an Geräte, Behälter oder Rohrleitungen, z.B. Gewinde, Flansche, Schnellkupplungen

## Arten der Schlaucheinbindung



### Verschraubte Halbschale / Verstiftete Halbschale

Beide Arten von Halbschalen umfassen den Schlauch und den Haltekragen der Armatur.

Stützteile für Klemmfassungen sind nach DIN 2817 zu verwenden. Verschraubte Halbschalen können nachgezogen werden.

**Vor Inbetriebnahme, frühestens jedoch 24 Stunden nach Montage der Armaturen am Schlauch sind die Schrauben nochmals festzuziehen.**

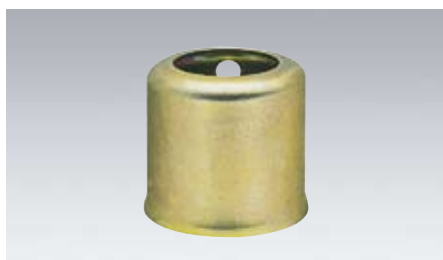


### Schlauchhülsen

Es werden Press- und Schraubhülsen unterschieden.

**Schraubhülsen** bieten den Vorteil, dass ohne besondere Ausrüstung/-Werkzeuge vor Ort selbst montiert werden kann.

Dabei werden Hülse, Schlauch und Armatur miteinander verschraubt.



**Presshülsen** werden mittels speziellen Pressen mit dem Schlauch verpresst. Um eine möglichst gute Verbindung Armatur-/Schlauch zu erhalten, ist an der Innenseite der Hülse ein der Tüllenkontur angepasstes Profil zu wählen. Presshülsen können nicht wieder verwendet werden.

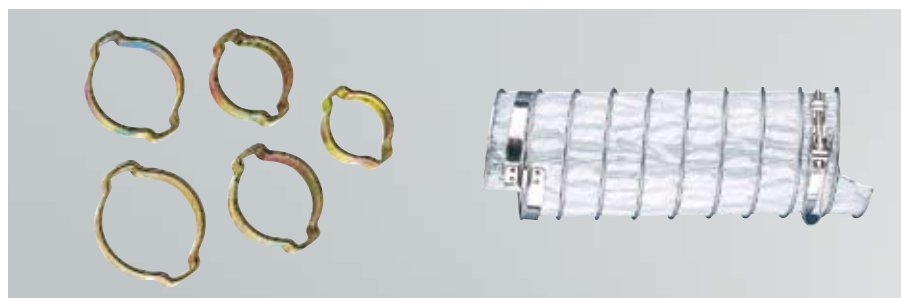
Presshülsen für höhere Beanspruchung sind aus Stahl gedreht und nur mittels Hydraulikpressen montierbar. Niederdruck-Presshülsen sind in der Regel aus tief gezogenem Stahlblech und können mit Handhebelpressen montiert werden.

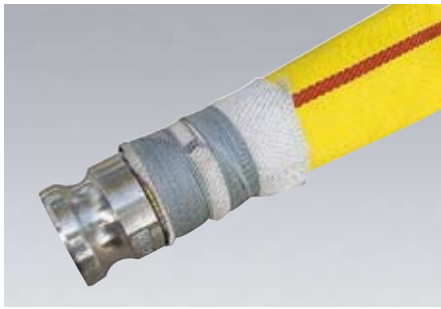


### Schlauchmontagebänder- / Schlauchschellen

Schläuche mit geringen Betriebsdrücken werden mit Schlauchschellen an der Armatur befestigt. Je nach erforderlichem Anzugsmoment werden Schneckengewinde-, Gelenkbolzen-, Spannbacken-, Breitband- oder Ein- / Zwei-Ohr-Klemmen verwendet.

**Vor Inbetriebnahme, frühestens jedoch 24 Stunden nach Montage der Armaturen am Schlauch sind die Schrauben nochmals festzuziehen.**





## Drahteinbindung

Flachschläuche sind wegen der geringen Materialdicke einerseits bei Verwendung von Schlauchschellen leicht verletzbar und andererseits oft schwer dicht zu bekommen. Deshalb wird insbesondere bei Trevira-Schläuchen und Storz-Kupplungssystemen ein Stahldraht verwendet, der durch seinen runden

Querschnitt den Schlauch auch an den kritischen Stellen des Einbindestutzens nicht verletzt und dem entsprechenden Druck standhält.

## Schlauchverbindingssysteme



### Schlauchverschraubungen

Schlauchverschraubungen bestehen einerseits aus einem Schlauchstutzen mit Außengewinde (auch Vaterteil, Gewindestutzen oder  $\frac{1}{3}$ -Verschraubung genannt) und andererseits aus einem Schlauchstutzen mit Überwurfmutter und Innengewinde (auch Mutterteil oder  $\frac{2}{3}$ -Verschraubung genannt). Vater- und Mutterteil miteinander verschraubt werden als komplette Schlauchverschraubung oder auch  $\frac{3}{3}$ -Verschraubung bezeichnet.

- Schlauchverschraubungen werden in der Regel bei geringer Beanspruchung, z.B. Luft oder Wasser mit niedrigen Drücken, eingesetzt
- Schlauchverschraubungen werden gewählt, wenn die Verbindung nur selten gelöst werden muss



## Dichtungsarten

Es wird unterschieden:

- Flachdichtend:  
Ebene Dichtfläche mit Dichtring aus Gummi oder anderen Werkstoffen
- Konisch dichtend:  
Konisch fein geschliffener Dichtkegel und fein geschliffener Konus werden durch Verschrauben aufeinander gepresst
- Konisch dichtende Gewinde:  
Die Abdichtung erfolgt im Gewinde, z.B. durch konische Gewindearten, PTFE-Dichtband, Hanf oder Dichtmittel

## Gewindearten

Schlauchverschraubungen werden überwiegend mit Whitworth-Rohrgewinden nach DIN ISO 228 (G) – alt DIN 259 – geliefert. Sie sind in Anpassung an die Gewindenormen von Metallrohren nach DIN 2999 (R) miteinander verschraubbar.

Ausnahmen:

- Armaturen für Hydraulik-Schlauchleitungen mit metrischem Gewinde nach DIN 13
- Armaturen für Tankwagen-, Industrie- und Spiralschläuche größerer Abmessungen:
  - Mit Rundgewinde nach DIN 405 (auch in der Lebensmittelindustrie aus Edelstahl mit Konus nach DIN 11851)
  - Mit grobem Whitworth-Rohrgewinde

### Beispiele für Gewindebezeichnungen:

- BSP 2" = Fittinggewinde nach DIN ISO 228, zylindrisch dichtend
- BSPT 2" = Fittinggewinde nach DIN 2929-T = Taper = konisch dichtend
- G ¾" = Whitworth-Rohrgewinde nach DIN ISO 228, zylindrische Gewindeform
- R ¾" = Whitworth-Rohrgewinde nach DIN 2929 mit konischer Gewindeform
- Rd 32-x-1/8" = Rundgewinde nach DIN 405, Gewindedurchmesser = 32 mm, Gewindesteigung = 1/8"
- Ww 5 1/2" = grobes Whitworth-Gewinde nach DIN 11
- M 14 x 1,5 = metrisches Gewinde nach DIN 13
- NPT 1" = amerikanisches Rohrgewinde, konisch dichtend



## Rundgewinde-Armaturen für Lebensmittel-, Pharmazeutische und Chemische Industrie

Diese Armaturen verfügen oftmals über ein Milchrohrgewinde. Sie sind als Schalenarmatur nach DIN 2817, als Dampfarmatur nach DIN 2826, mit glattem oder gerilltem Schlauchstutzen, mit Anschweißstutzen oder mit Rund-Außen-

bzw. Rund-Innen-Gewinde in hochwertigem Edelstahl lieferbar. Sie ermöglichen ein schnelles Lösen bzw. Verbinden der Armaturenteile, da nur das Schrauben von 3 1/2 Gewindegängen notwendig ist.



## Schalenarmaturen

Schalenarmaturen verfügen auf der Schlauchseite über einen Schlauchstutzen mit Haltekragen für das Einhängen der Halbschalen und auf der Anschlussseite über Innen- oder Außengewinde, Mutter- oder Vatterteil System Kamlok, Tankwagen-, Flansch- oder Knaggenanschlüsse. Die Armaturen sind nach DIN 2817 oder MIL-Standard ausgeführt und werden in verschiedenen Werkstoffen angeboten.

Für den Einsatz in Dampfleitungen ist die schwere Ausführung nach DIN 2826 mit längeren Schlauchstutzen und Halbschalen erforderlich. Anschlussseitig sind Innen- und Außengewinde, Los- und Festflansch sowie Milchrohrgewinde verfügbar. Diese Armaturen eignen sich für Temperaturen bis +230 °C und 100 bar Betriebsdruck.



## Flanscharmaturen

Rohrleitungen, die mit einem Vorschweißflansch ausgestattet sind, benötigen bei der Verbindung mit Schlauchleitungen Flansche mit Schlauchstutzen. Flanschverbindungen werden in der Regel nur bei Störungen oder Reparaturen gelöst. Schlauchstutzen mit Flanschen können sowohl mit glattem Stutzen und Haltekragen zur Einbindung

mit Halbschalen oder mit Rillenstutzen zur Einbindung mittels Montagebändern oder Schlauchschellen ausgeführt sein. Die Verwendung zumindest eines Losflansches pro Schlauchleitung (drehbarer Flansch) ermöglicht die einfachere und präzisere Montage und verhindert die verschleißfördernde Torsion der Schlauchleitung.



## Steckarmaturen

Sind Schlaucharmaturen, die ohne besonderes Einbindematerial selbständig am Schlauchnippel bzw. in der Schlauchhülse – auch unter Druck – halten.

## Schlauchkupplungen

sind überall dort sinnvoll, wo häufiges bzw. rasches Lösen der Schlauchverbindung gewünscht wird.



## Hebelarmkupplungen System Kamlok

Die Nockenhebel des Mutterteiles pressen über die Geometrie des Vaterteiles die beiden Kupplungshälften schnell und absolut dicht gegeneinander. Vorzugsweise sollten nur Kupplungen nach DIN 2828 (flachdichtend) bzw. nach DIN 2817 (für Halbschaleneinband) verwendet werden. Die Armaturen werden in Edelstahl, Messing, Aluminium und Polypropylen angeboten und sind auf der Anschlussseite mit Innen- / Außengewinde oder Flanschanschluss bzw. mit glatten oder

gerillten Schlauchstutzen oder Anschweißende verfügbar. Die Mutterteile sind auch mit zusätzlicher Sperrklinke oder Sicherungsstift gegen unbeabsichtigtes Öffnen der Hebel erhältlich. Die universell einsetzbare Schnellkupplung wird in allen Bereichen der chemischen, pharmazeutischen und Nahrungsmittelindustrie sowie im Kraftwerksbau und bei Betankungsanlagen bevorzugt verwendet.



## Tankwagenarmaturen

Diese Armaturen werden vorwiegend bei stationären und mobilen Tankanlagen, Tankwagen und Silofahrzeugen eingesetzt. Die Armaturen sind durch einen Klapphebel schnell kuppelbar und vibrationsicher. Die am Markt befindlichen Armaturen unterscheiden sich deutlich in den Qualitäten, wobei insbesondere die

Lehrenhaltigkeit für unproblematisches Kuppeln verantwortlich ist. Messing-Kupplungen müssen gesenkgeschmiedet (nicht gegossen), Edelstahl-Kupplungen im Feinguss lunkerfrei produziert sein. Tankwagenarmaturen entsprechen der DIN 2817 / DIN 28450 und sind nur in den Abmessungen DN 50, 80 und 100 für 10 bar Betriebsdruck erhältlich.



Saugkupplung für System Storz



Druckkupplung für System Storz



Klauenkupplung



Pressluftarmatur



Kardankupplung

## Knaggenkupplungen

Zwei gleich ausgebildete Knaggen greifen beim Kupplungsvorgang ineinander und gewährleisten mittels einer Gummiformdichtung eine ausreichende Abdichtung. Sie werden bei Wasser-,

### Feuerlöscharmaturen System Storz

Diese Kupplungsart ist bei Feuerwehren, Wasserhydranten und Silofahrzeugen sowie im Bauwesen gleichermaßen verbreitet.

Die Anfang der 30er-Jahre ins Leben gerufene Feuerwehr-Einheitsnorm „FEN“ hat nachstehende Größen genormt:

D = 25 mm Ø

C = 52 mm Ø

B = 75 mm Ø

A = 110 mm Ø

F = 150 mm Ø

Alles, was mit Feuerlöschern zu tun hat, muss auf den Kupplungen eine DIN-Nummer ersichtlich haben, die grundsätzlich mit der Zahl 14 beginnt und immer fünfstellig sein muss, z.B. DIN 14321 = Saugkupplung Größe C.

DIN-konforme Armaturen müssen den feuerschutztechnischen Prüfbestimmungen entsprechen und dürfen nur geschmiedet hergestellt sein. Die zwischenzeitlich aus Billiglohnländern importierten, gegossenen und deutlich billigeren Kupplungen entsprechen diesen Vorschriften nicht, brechen schneller und halten nur geringeren Drücken stand.

Die Schlauchkupplung besteht aus vier Einzelteilen:

- 1 Knaggenteil
- 2 Einbindestutzen für Schlauchanschluss bzw. Innen- oder Außengewinde als Festkupplung
- 3 Sperrring
- 4 Dichtring

Saugkupplungen verfügen über einen langen Einbindestutzen, mit dem eine größere Dichtfläche bei der Einbindung erzielt wird. Saugkupplungen sind bei Schelleneinband einfacher wieder zu verwenden, weil keine spezielle Montagevorrichtung dazu erforderlich ist.

Druckkupplungen verfügen über einen kurzen Schlauchstutzen, der nur für Drahteinbindung mittels spezieller Einbindemaschine geeignet ist.

Pressluft- und Feuerlöschschläuchen wegen ihrer schnellen und leichten Handhabung Schlauchverschraubungen vorgezogen.

### Klauenkupplungen

Die hauptsächlich für Wasser verwendeten Kupplungen sind mit allen Kupplungen System GEKA kompatibel. Sie sind in Edelstahl und Messing verfügbar.

Der einheitliche Knaggenabstand beträgt 40 mm und gewährleistet so das Kuppeln unterschiedlicher Schlauch- und Gewindestücke zwischen  $\frac{3}{8}$ " und  $1\frac{1}{2}$ ".

### Pressluftarmaturen

Der einheitliche Knaggenabstand (Nockenweite) beträgt 42 mm, daher ist jedes Kuppeln von Schlauch- und Gewindestücken in den Abmessungen  $\frac{1}{4}$ " –  $1\frac{1}{4}$ " möglich.

### Kardankupplungen

Die Kupplung besteht aus einem Kupplungsbecher, einer Kupplungskugel, einem Hebelverschlussring und einem Gummidichtring. Die in Deutschland und Österreich gängigsten Systeme sind BAUER und PERROT. Sie sind nicht miteinander kuppelbar. Die Armatur wird hauptsächlich zur Be- und Entwässerung, in der Landwirtschaft, in der Bauindustrie, bei Kommunalfahrzeugen und beim Transport von Gülle verwendet. Der besondere Vorteil dieser Kupplung liegt darin, dass die Kupplung beidseitig bis zu 15° abwinkelbar ist. Sie ist mit Schlauchstutzen, Außengewinde, Anschweißteil oder Flansch erhältlich.



Selbstschließende Trockenkupplung



Abreiß- / Nottrennkupplung



Kugelhahn-Trockenkupplung



Dampf-Trockenkupplung

## Trockenkupplungen

Sind überall dort empfehlenswert, wo ein Auslaufen von brennbaren oder wassergefährdenden Medien Gefahr für

Sicherheit und Umwelt bedeutet bzw. bei besonders teuren Durchflussmedien.

Wir unterscheiden:

**Selbstschließende Trockenkupplungen**, die sich beim Entkuppeln selbständig schließen und damit ein absolut tropffreies An- und Abkuppeln von unter Druck stehenden Schlauchleitungen ermöglichen. Die Ventile öffnen erst wieder, wenn die Kupplung eine geschlossene Verbindung darstellt, und schließen, bevor die Verbindung gelöst werden kann.

Durch den Ventilmechanismus ist kein voller Durchgang möglich und ist daher die Kupplungsgröße zumindest eine Nenngröße über dem Schlauchmaß zu wählen, wenn die volle Durchflussmenge gewährleistet sein muss.  
Verfügbare Größen:  $\frac{3}{4}$ " – 6"

### Abreiß- / Nottrennkupplungen

liefern beim Be- und Entladen von Tankfahrzeugen, Kesselwagons und Schiffen sowie beim Betanken von Fahrzeugen einen wichtigen Beitrag zur Arbeits- und Umweltsicherheit. Treten an der Schlauchleitung überhöhte Zugbelastungen auf, wie sie beispielsweise bei unbeabsichtigtem Verschieben oder Wegfahren eines angekuppelten Fahrzeuges entstehen, trennt sich die Abreiß- / Nottrennkupplung mit selbstschließenden Ventilen, bevor die Schlauchleitung reißt oder sonstiger Schaden entsteht. Das Auslaufen brennbarer und umweltgefährdender Medien wird damit sicher vermieden.

### Kugelhahn-Trockenkupplungen EPSILON

Die beiden Kupplungshälften lassen sich erst nach dem Absperrn beider Kugelhähne trennen. Ein versehentliches Öffnen der Kugelhähne ist nicht möglich, weil eine bestimmte Reihenfolge in der Bedienung zwingend ist, um das System zu trennen. Das Kugelhahn-Prinzip gewährleistet vollen Durchgang, so dass der gleiche Nenndurchmesser wie bei der Schlauchleitung verwendet werden kann, um die gewünschte Durchflussmenge zu gewährleisten.

Die einfache Konstruktion ermöglicht den selbständigen Austausch von Verschleißteilen in wenigen Minuten.  
Verfügbare Größen: 1" – 3"

### Dampf-Trockenkupplungen

Diese Schnellkupplung ist auf die besonderen Anforderungen der DIN 2826 sowie der T002 (BG Chemie) beim Kuppeln von Dampf ausgelegt und berücksichtigt unter anderem Effekte wie den Ausgleich von Vakuum beim Kondensieren des Dampfes. Das Entleeren des Kondensates erfolgt mit Hilfe eines Schlüssels, wodurch der Schlauch vor innerer Zerstörung geschützt wird.

# Werkstoffvergleich für Schlaucharmaturen

## Eisenmetalle

		Deutsche		Besondere	Typische	Verwendung /
Werkstoff	Kurzname	Werkstoff-Nr.	Norm	Bestandteile	Eigenschaften	Besonderheit
Baustahl	St 37-2	1.0037	DIN 1623	–	niedrige Festigkeit	allgemeine Werkstücke, Flansche
	St 50-2	1.0050	DIN 1623	–	mittlere Festigkeit	allgemeine Werkstücke
Automaten-Stahl	9 S MnPb 28	1.0718	DIN 1651	Pb 0,15 – 0,35 %	sehr gut zerspanbar	Massenteile, z.B. Schlaucharmaturen
Grauguss	GG-20	0.6020	DIN 1691	Lamellengraphit	spröd, hart, mittlere Festigkeit	preisgünstige Massenteile
	GG-25	0.6025	DIN 1691	Lamellengraphit	spröd, hart, höhere Festigkeit	preisgünstige Massenteile
Sphäroguss	GGG-40.3	0.7043	DIN 1693	Kugelgraphit	erhöhte Festigkeit und Zähigkeit	druckbelastete Massenteile, z.B. Ventilkörper
Temperguss	GTW-40-05	0.8040	DIN 1692	geglüht	erhöhte Festigkeit und Zähigkeit	druckbelastete, komplizierte Massenteile, z.B. Fittinge
Nicht rostender Stahl (Edelstahl)	X 5 CrNi 18-10	1.4301	DIN 17440	Cr 17,0 – 19,0 %, Ni 8,5 – 10,5 %	gut verarbeitbar	Nahrungsmittelindustrie, Schlauchumflechtung
	X 6 CrNiTi 18-10	1.4541	DIN 17440	Ti-stabilisiert	für erhöhte Temperaturen	Chemie, Nahrungsmittelindustrie, Metallschläuche
	X 6 CrNiMoTi 17-12-2	1.4571	DIN 17440	Mo-haltig, Ti-stabilisiert	erhöhte chemische Beständigkeit bei erhöhten Temperaturen	Chemie, Metallschläuche
	X 2 CrNiMo 17-13-2	1.4404	DIN 17440	C niedrig, Mo-haltig	erhöhte chemische Beständigkeit	Chemie, Nahrungsmittelindustrie
	X 2 CrNiMo 18-14-3	1.4435	DIN 17440	C niedrig, Mo-haltig	höchste chemische Beständigkeit	Chemie, Metallschläuche
	BN2	–	–	definierter Ferritgehalt	basierend auf 1.4435 oder AISI 316L, aber engeren Analysengrenzen	Schweizerische Chemische Industrie
	AISI 201	–	–	Cr 16,0 – 18,0 %, Ni 3,5 – 5,5 %	gut verarbeitbar, hohe Festigkeit	BAND-IT® Spannbänder
	AISI 301	~ 1.4310	–	Cr 16,0 – 18,0 %, Ni 6,0 – 8,0 %	gut verarbeitbar	Bleche
	AISI 302	~ 1.4319	–	Cr 17,0 – 19,0 %, Ni 8,0 – 10,0 %	gut verarbeitbar, verbesserte chemische Beständigkeit	Chemie, Nahrungsmittelindustrie
	AISI 304	~ 1.4301	–	Cr 18,0 – 20,0 %, Ni 8,0 – 10,5 %	gut verarbeitbar, verbesserte chemische Beständigkeit	BAND-IT® Spannbänder
	AISI 316	~ 1.4401 / 1.4436	–	Mo-haltig	gute chemische Beständigkeit	Chemie, Nahrungsmittelindustrie
	AISI 316 Ti	~ 1.4571 / 1.4573	–	Mo-haltig, Ti-stabilisiert	erhöhte chemische Beständigkeit bei erhöhten Temperaturen	Chemische Industrie
	AISI 316 L	~ 1.4404 / 1.4435	–	C niedrig	hohe chemische Beständigkeit	Chemie, Nahrungsmittelindustrie
Hitzebeständiger Stahl	X 15 CrNiSi 20-12	1.4828	SEW 470	Si-haltig	sehr hohe Betriebstemperatur	Apparate- und Ofenbau
	X 12 CrNiTi 18-9	1.4878	SEW 470	Ti-haltig	hohe Betriebstemperatur	Ofenbau

# Werkstoffvergleich für Schlaucharmaturen

## Nichteisenmetalle

Werkstoff	Kurzname	Deutsche Werkstoff-Nr.	Norm	Besondere Bestandteile	Typische Eigenschaften	Verwendung / Besonderheit
Kupfer	OF-Cu	2.0040	DIN 1787	sehr rein	hohe elektrische Leitfähigkeit	Vakuumtechnik, Elektronik
	SF-Cu	2.0090	DIN 1787	hoher Restphosphorgehalt	sehr gut schweiß- und lötbar	Rohrleitungen, Bauwesen
	SW-Cu	2.0076	DIN 1787	niedriger Restphosphorgehalt	sehr gut schweiß- und lötbar	Apparatebau, Bauwesen
Messing	CuZn40Pb2	2.0402	DIN 17660	Pb-haltig	gut zerspan- und warm umformbar	Rohrverschraubungen
	CuZn39Pb3 (Ms 58)	2.0401	DIN 17660	Pb-haltig	sehr gut zerspanbar	Schlaucharmaturen
	CuZn37 (Ms 63)	2.0321	DIN 17660	–	sehr gut kalt umformbar	Apparatebau, Bauwesen
Gussmessing	G-Cu-Zn33Pb	2.0290.01	DIN 1709	Pb-haltig	beständig gegen Brauchwasser	Gas- und Wasserarmaturen
Tombak	CuZn15	2.0240	–	geringer Zinkgehalt	gut lötbar, chemisch gut beständig	Schiffsbau, Optik
Rotguss	G-CuSn5ZnPb (Rg5)	2.1096.01	DIN 1705	Zn- und Pb-haltig	gut gießbar, lötbar, meerwasserbeständig	Wasser- und Dampfarmaturen
Bronze	CuSn2	2.1010	DIN 17662	–	gut kalt umformbar	Wickelfalzmeterschläuche
	CuSn6	2.1020	DIN 17662	–	gute mechanische Eigenschaften	Federn, Dichtungen
	CuSn8	2.1030	DIN 17662	–	abriebfest	Gleitlager
Gussbronze	G-CuSn10	2.1050.01	DIN 1705	–	korrosions- und meerwasserbeständig	Armaturen, Gehäuse
Aluminium	AlCuMgPb	3.1645	DIN 1725	Pb-haltig	sehr gut zerspanbar, aushärtbar	mechanisch belastete Massenteile, Zahnriemenräder
	AlMgSi1	3.2315	DIN 1725	Si-haltig	aushärtbar	Profile
	AlZnMgCu0,5	3.4345	DIN 1725	Zn-haltig	hohe Festigkeit	hochfeste Teile

# Die wichtigsten Kautschuktypen und ihre Eigenschaften

Die Eigenschaften der Elastomere hängen weitgehend von der Art der Kautschukbasis und der entsprechenden Mischungszusammensetzung ab. Es ist somit verständlich, dass eine genaue Beschreibung der Elastomereigenschaften schwierig ist. Angaben von genauen Zahlenwerten für einzelne mechanische / physikalische Eigenschaften, wie dies z.B. bei den einzelnen Stahlsorten üblich ist, sind hier praktisch unmöglich.

Trotzdem zeichnen sich die einzelnen Elastomertypen durch spezielle Vorzüge sowie entsprechende Anwendungsgrenzen aus.

Die nachfolgende Aufstellung soll dem Anwender einen Hinweis über die grundsätzlichen Eigenschaften der wichtigsten Elastomere geben. Die angegebenen Zahlenwerte sind Richtbereiche und können je nach Mischungszusammensetzung sowie in Abhängigkeit von Druck, Temperatur und Medium über- oder unterschritten werden.

Allgemeine Bezeichnung	ASTM-Bezeichnung	Bestandteile	Allgemeine Eigenschaften	Handelsnamen
Butyl Polysar	IIR	Isobutyl Isopren	Exzellente Wetterbeständigkeit, geringe Luft-, Wasserdampf- und Gasdurchlässigkeit, gute Säure- und Laugenbeständigkeit, gute physikalische Eigenschaften, gute Beständigkeit gegen Wärme, Sauerstoff, Ozon und Chemikalien, geringe Beständigkeit gegen aus Öl gewonnenen Flüssigkeiten Anwendungen: Autoschläuche, Innenlagen schlauchloser Reifen, Säureschutzkleidungen, Dichtungen, Membranen, Kabelindustrie, elektrische Isolierungen	Bucar Enjai Butyl Petro-Tex Butyl Polysar-Butyl
Chlorbutyl	CIIR	Chlorbutyl	Eine vom chemischen Standpunkt interessante Variation des Butylkautschuks	Esso Butyl HT 10
Chloroprene Neoprene	CR	Chloropren	Exzellente wetterbeständig, flammwidrig, gute Ozon- und Alterungsbeständigkeit, mittlere Öl- und Chemikalienbeständigkeit, gute physikalische Eigenschaften Temperaturbereich: -30 °C bis +80 °C; Heißwasser max. 70 °C Anwendungen: Transportbänder, Dichtungen, Schläuche, Walzenüberzüge, Auskleidungen usw.	Baypren Denka Chloropren Neoprene (DU PONT) Skyprene
CPE	CN	Chlorierter Polyethylen Elastomer	Exzellente Beständigkeit gegen Ozon und Witterung, exzellente Beständigkeit gegen Öl und Aromaten sowie exzellente flammenbeständig	Bayer CM Dow-CPE-CM Hostapren
EPDM APTK	EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Terpolymer	Exzellente Ozon-, Chemikalien- und Alterungseigenschaften, geringe Beständigkeit gegen aus Öl gewonnene Flüssigkeiten, sehr gute Dampfbeständigkeit, gute Kälte- und Wärmebeständigkeit (-40 °C bis +175 °C), gute Beständigkeit gegen Bremsflüssigkeit Anwendungen: Automobilindustrie (Dichtungsprofile in Türen und Kofferraum, Fenster, Scheinwerfer, Stoßstangenpuffer), Schläuche und Dichtungen für Waschmaschinen und Geschirrspüler, Bauprofile	Buna AP Dutral Keltan Nordel Royalene Vistalon
EPR APK	EPM	Ethylen-Propylen-Copolymer	Exzellente Ozon-, Wetter-, Hitze-, Chemikalien- und Alterungsbeständigkeit, geringe Wasserdurchlässigkeit, nicht ölbeständig	
Epichlorhydrin-Kautschuke	ECO CO ETER		Sehr gute Mineralöl-, Fett- und Kraftstoffbeständigkeit, geringe Gasdurchlässigkeit Anwendungen: Dichtungen, Membranen für die Automobilindustrie	Herclor H Herclor C Hydrin 100 Hydrin 200 Hydrin 400
Fluorkautschuk	FPM	Hexafluor-Propylen-Vinylidenfluorid	Exzellente Hochtemperaturbeständigkeit bis 225 °C, kurzzeitig bis 350 °C, besonders in Wasser und Öl, flammwidrig, sehr gute Beständigkeit gegen Ozon, Sauerstoff und Chemikalien Temperaturbereich: -20 °C bis +200 °C, Wasser und Dampf max. 150 °C Anwendungen: Dichtungen, Formteile, Schläuche, Kabelisolationen	Dai-EI Fluorel Tecnoflon Viton
H-NBR	HNBR	Hydrierter Nitrilkautschuk	Gute Beständigkeit gegenüber Flüssigkeiten auf Mineralölbasis, pflanzliche und tierische Fette, aliphatische Kohlenwasserstoffe, Dieselmotoren, Ozon, Sauerstoff, verdünnte Säuren und Basen. Geeignet für hohe dynamische Belastungen.	

# Die wichtigsten Kautschuktypen und ihre Eigenschaften

Allgemeine Bezeichnung	ASTM-Bezeichnung	Bestandteile	Allgemeine Eigenschaften	Handelsnamen
Hypalon	CSM	Chlorsulfonyl-Polyethylen	Exzellente Wetter-, Licht-, Ozon- und Säurebeständigkeit, gut hitze- und abriebbeständig, bedingt beständig gegen aus Öl gewonnene Flüssigkeiten, schlechte Kältebeständigkeit Temperaturbereich: -20 °C bis +120 °C; Wasser und Dampf max. 100 °C Anwendungen: Säureschläuche, Dichtungen, Membranen, weiße Reifenseitenwände, Fußbodenbeläge für Laboratorien usw.	
Naturkautschuk PARA	NR	natürliches Isopren	Exzellente physikalische Eigenschaften, sehr gute Abriebbeständigkeit, Zugfestigkeit, Elastizität, Kälteflexibilität, mäßige Allwetterbeständigkeit, bedingt säurebeständig, nicht ölbeständig Temperaturbereich: -50 °C bis +70 °C Anwendungen: Fahrzeugreifen, Transportbänder, Riemen, Dichtungen, Membranen, Schläuche, Schuhsohlen, Gummistiefel, Handschuhe, Schwämme, Elastikfäden, Klebstoffe usw.	
Nitril (Buna-N) (Perbunan)	NBR	Nitril Butadien	Exzellente ölbeständig, geringer Druckverformungsrest, hohe Temperaturbeständigkeit, begrenzte Beständigkeit gegen Aromaten, gute physikalische Eigenschaften, mäßige Allwetterbeständigkeit. Die Beständigkeit ist abhängig vom ACN-Gehalt. Je höher der ACN-Gehalt, desto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• besser die Benzin- und Mineralölbeständigkeit</li> <li>• schlechter die Elastizität</li> <li>• höher die Gasdichtigkeit</li> <li>• schlechter der Druckverformungsrest</li> </ul> Temperaturbereich: -30 °C bis +90 °C, Wasser und Dampf bis 100 °C Öle bis 120 °C Anwendungen: Dichtungen, Membranen, Schläuche usw.	Breon Buna N Elaprim Hycar Krynac Perbunan N
NVC	NBR/PVC	Nitril-Polyvinyl-Chlorid	Exzellente Öl- und Wetterbeständigkeit für Seele und Decke, weniger kälteflexibel	
Polyacryl	ACM	Polyacryl-Monomer	Exzellente Öl- und Teerbeständigkeit bei hohen Temperaturen	Cyanacryl Vamac
Polybutadien-Kautschuk			Sehr hohe Elastizität, hohe Abriebbeständigkeit, ausgezeichnetes Tieftemperaturverhalten Anwendungen: Reifen (im Verschnitt mit SBR oder NR), Schuhsohlen	
SBR Buna	SBR	Styrol-Butadien	Gute physikalische Eigenschaften; gegenüber NR bessere Hitze- und Alterungsbeständigkeit, aber niedrigere Elastizität und ungünstige Kälteflexibilität; gute Abriebbeständigkeit, geringe Beständigkeit gegen aus Öl gewonnenen Flüssigkeiten, keine Kraftstoffbeständigkeit Temperaturbereich: -45 °C bis +70 °C; Heißwasser bis +80 °C Anwendungen: vor allem in der Reifenproduktion	Buna EM Buns S Cariflex S Diapol Dunatex Philiprene Pliolite Polysar S Solprene Synpol
Silikon	MQ / MVQ	Polysiloxan	Sehr gute Hitze, Ozon- und Alterungsbeständigkeit, gut chemikalienbeständig, bedingt ölbeständig, keine Benzin- und Säurebeständigkeit Temperaturbereich: -60 °C bis +180 °C Anwendungen: Dichtungen für Tiefkühlschränke, Herde, Trockenschränke, Fenster und Kabinentüren von Flugzeugen, Wellendichtungen, O-Ringe, Schaltmatten, elektrische Isolationen für Schiffe, Flugzeuge, Heizschränke usw.	Silastomer Silicon E Silopren
UPE		ultrahoch-molekulares Polyethylen	Exzellente Beständigkeit gegen einen weiten Bereich von Lösungsmitteln, Chemikalien, Säuren und Öle (einschließlich Aromaten), Temperaturbereich: -35 °C bis +100 °C	

# Die wichtigsten Kunststofftypen und ihre Eigenschaften

Allgemeine Bezeichnung	Bestandteile	Allgemeine Eigenschaften	Handelsnamen
FEP	Tetrafluorethylen-Hexafluorpropylen-Copolymerisat	Sehr gute Temperaturbeständigkeit, nahezu universell einsetzbar, sehr gute chemische Beständigkeit	Teflon FEP
PA	Polyamid	Sehr gute Kältefestigkeit, gute mechanische Festigkeit, hohe Zugfestigkeit, hohe Wasseraufnahme	Nylon, Perlon, Rilsan, Grilamid
PE	Polyethylen	Gute Kältebeständigkeit, gute Gleiteigenschaften, gute chemische Beständigkeit	Hostalen, Lupolen
POM	Polyacetal, Polymethylenoxid	Sehr hart, formstabil, gute Gleiteigenschaften, bei hohen Temperaturen mäßig alterungsbeständig	Delrin
PP	Polypropylen	Gute chemische Beständigkeit, physiologisch einwandfrei, kälteempfindlich, gute Gleiteigenschaften	Hostalen PP, Luparen
PTFE	Polytetrafluorethylen	Sehr gute chemische Beständigkeit, antiadhesiv, physiologisch einwandfrei, sehr teuer, geringe Zugfestigkeit, sehr gute Temperaturbeständigkeit, nahezu universell einsetzbar	Hostaflon, Teflon
PUR	Polyester-Polyurethan	Hervorragende mechanische Eigenschaften, sehr hohe Abriebfestigkeit, hohe Elastizität, sehr gute Ozon- und Alterungsbeständigkeit, geringe Wärmebeständigkeit, geringe chemische Beständigkeit, schlecht feucht-/mikrobenbeständig	Vistram, Vulkollan, Elastollan, Desmopan
	Polyether-Polyurethan	Wie Polyester-Polyurethan, jedoch gut feucht-/mikrobenbeständig.	
PVC	Polyvinylchlorid	Gute chemische Beständigkeit, preisgünstig, geringe Wärmebeständigkeit, hygienisch einwandfrei	Vinoflex, Hostalit
TPE	Thermoplastisches Elastomer	Gute Abriebfestigkeit, gute Temperaturbeständigkeit, gute Beständigkeit gegen Öle und Fette	Maprene, Verprene, Santoprene
TPU		Hervorragende Heißluftalterung, gute Abriebfestigkeit, gute Temperaturbeständigkeit, gute chemische Beständigkeit	
UPE	Ultrahochmolekulares Polyethylen	Exzellente Beständigkeit gegen einen weiten Bereich von Lösungsmitteln, Chemikalien, Säuren und Ölen (einschließlich Aromaten), Temperaturbereich: -35 °C bis +100 °C	

# Die wichtigsten Einlagenmaterialien und ihre Eigenschaften

Allgemeine Bezeichnung	Allgemeine Eigenschaften	Temperaturbereich
Aramide (Kevlar)	Vorzüge: Sehr hohe Festigkeit, sehr gute chemische Resistenz und Temperaturbeständigkeit, unverrottbar Nachteile: Preis	
Glasgewebe	Vorzüge: Hohe Temperaturbeständigkeit und hervorragender Wärmeisolator (Strahlungswärme) Nachteile: Geringe Bruchfestigkeit	
Nomex	Vorzüge: Hohe Temperaturbeständigkeit und hervorragender Wärmeisolator (Strahlungswärme) Nachteile: Geringe Bruchfestigkeit	
PA (Polyamid)	Vorzüge: Hohe Abriebfestigkeit, Elastizität und Kerbzähigkeit, große Bruchdehnung, gut beständig gegen organische Lösungsmittel, Treibstoffe, tierische und pflanzliche Fette und Öle Nachteile: Nicht beständig gegen Säuren und Laugen, brennbar, schrumpft bei steigender Temperatur	-40 °C bis +120 °C
PE (Polyethylen)	Vorzüge: Gute Beständigkeit gegen Säuren, Laugen und Lösungsmittel, geschmack- und geruchlos, hervorragende elektrische Isolierfähigkeit, schweißbar Nachteile: Nur in schwarzer Farbe ozon- und wetterfest, quillt in Öl und Chlorwasserstoff, brennt, schmilzt bei 105 °C	-50 °C bis +80 °C
Polyester (Trevira)	Vorzüge: Hohe Reißfestigkeit und Elastizität, geringer Festigkeitsverlust unter Feuchtigkeitseinfluss und bei Temperaturen bis 180 °C	
PTFE (Polytetrafluorethylen)	Vorzüge: Sehr gute Lösungsmittel- und Chemikalienbeständigkeit, hohe Temperaturbeständigkeit, wetterbeständig, nicht entflammbar, physiologisch einwandfrei, hervorragender elektrischer Isolator Nachteile: Mittlere mechanische Eigenschaften	-200 °C bis +270 °C
PUR (Polyurethan-Kautschuk)	Vorzüge: Hohe Reißfestigkeit sowie Ozon-, Öl- und Abriebfestigkeit, hohe Kerbfestigkeit Nachteile: Niedriger Temperatureinsatzbereich	-10 °C bis +80 °C
PVC (Polyvinylchlorid)	Vorzüge: Gute Ozon- und Witterungsbeständigkeit, gute Alterungsbeständigkeit, gute Isolationseigenschaften, bedingt ölbeständig, gute mechanische Festigkeit, unbrennbar, schmilzt bei ca. 150 °C Nachteile: Wird je nach Mischung in großer Kälte steif und spröde, erhärtet in Benzin und Öl	sollte 40 – 60 °C als Höchsttemperatur nicht überschreiten.
Rayon	Vorzüge: Hohe Trockenfestigkeit, chemische Resistenz Nachteile: Festigkeitsverlust bei Feuchte, schrumpft bei Feuchte	
Stahldraht und Stahlcord	Vorzüge: Sehr hohe Festigkeit, geringe Dehnung, hohe Temperaturbeständigkeit Nachteile: Korrosionsanfällig	

## Auswahltabelle für Elastomere

Die einzelnen Kautschuke oder Kunststoffe haben ganz besondere, für sie typische Eigenschaften, die bei deren Auswahl entsprechend zu berücksichtigen sind.

Die nachstehende Tabelle soll als Auswahlhilfe dienen. Die aufgelisteten Eigenschaften sind schrittweise, von oben nach unten, mit den gestellten Anforderungen zu vergleichen. Von links nach rechts ist der Preis normalerweise steigend.

Diese Daten beziehen sich auf rußgefüllte Normalmischungen und werden ohne Gewähr abgegeben. Besonders in kritischen Fällen sollten Fachberatung und praktische Versuche folgen.

	Beständigkeit gegen Öle und Benzine <sup>1)</sup>			
	klein		groß	
<b>Beständigkeit gegen Bewitterung und Ozon<sup>12)</sup></b>	klein	klein	groß	groß
<b>Max. Einsatztemperaturen<sup>2)</sup></b>	+70 °C	+70 °C	+90 °C	+120 °C
Temperatur trocken bis °C	–	–	–	–
Heißes Öl bis °C <sup>1)</sup>	+70 °C	+80 °C	+100 °C	+130 °C
Heißes Wasser bis °C	–	–	+120 °C	+130 °C
Wasserdampf bis °C	–	–	–	–
<b>Min. Einsatztemperaturen<sup>2)</sup></b>	–40 °C	–30 °C	–30 °C	–50 °C
<b>Elastizität<sup>8)</sup></b>	sehr gut	gut	klein	mittel – gut
<b>Mechanische Festigkeit<sup>8)</sup></b>	gut – sehr gut	gut	gut	gut
<b>Bleibende Verformung<sup>8)</sup></b>	gut	gut	mittel	gut
<b>Gasdurchlässigkeit</b>	groß	mittel	kleinst	mittel
<b>Säurebeständigkeit</b>	mittel – gut	mittel – gut	gut	sehr gut
<b>Basenbeständigkeit</b>	mittel – gut	mittel – gut	gut	sehr gut
<b>Abriebfestigkeit<sup>8)</sup></b>	gut	sehr gut	mittel	mittel
<b>Aromatenbeständigkeit</b>	nein	nein	nein	nein
<b>Flammwidrigkeit</b>	brennt	brennt	brennt	brennt
<b>Mögliche Farbgebung</b> f = farbig und hell, s = schwarz	f + s	f <sup>9)</sup> + s	f <sup>9)</sup> + s	f <sup>9)</sup> + s
<b>Härtebereich (Shore A)</b>	35–100	45–100	40–90	45–90
<b>Chemikalienbeständigkeit</b>	←			
<b>Preis</b>	→			
<b>Elastomer</b>	NR Natur- Kautschuk	SBR Styrol-Butadien- Kautschuk	IIR Butyl- Kautschuk	EPM, EPI Äthylen- Propylen- Kautschuk

<sup>1)</sup> Gegen Mineralöle und -fette. Tierische und pflanzliche Arten teils verträglicher. Beständigkeitstabelle nachsehen.

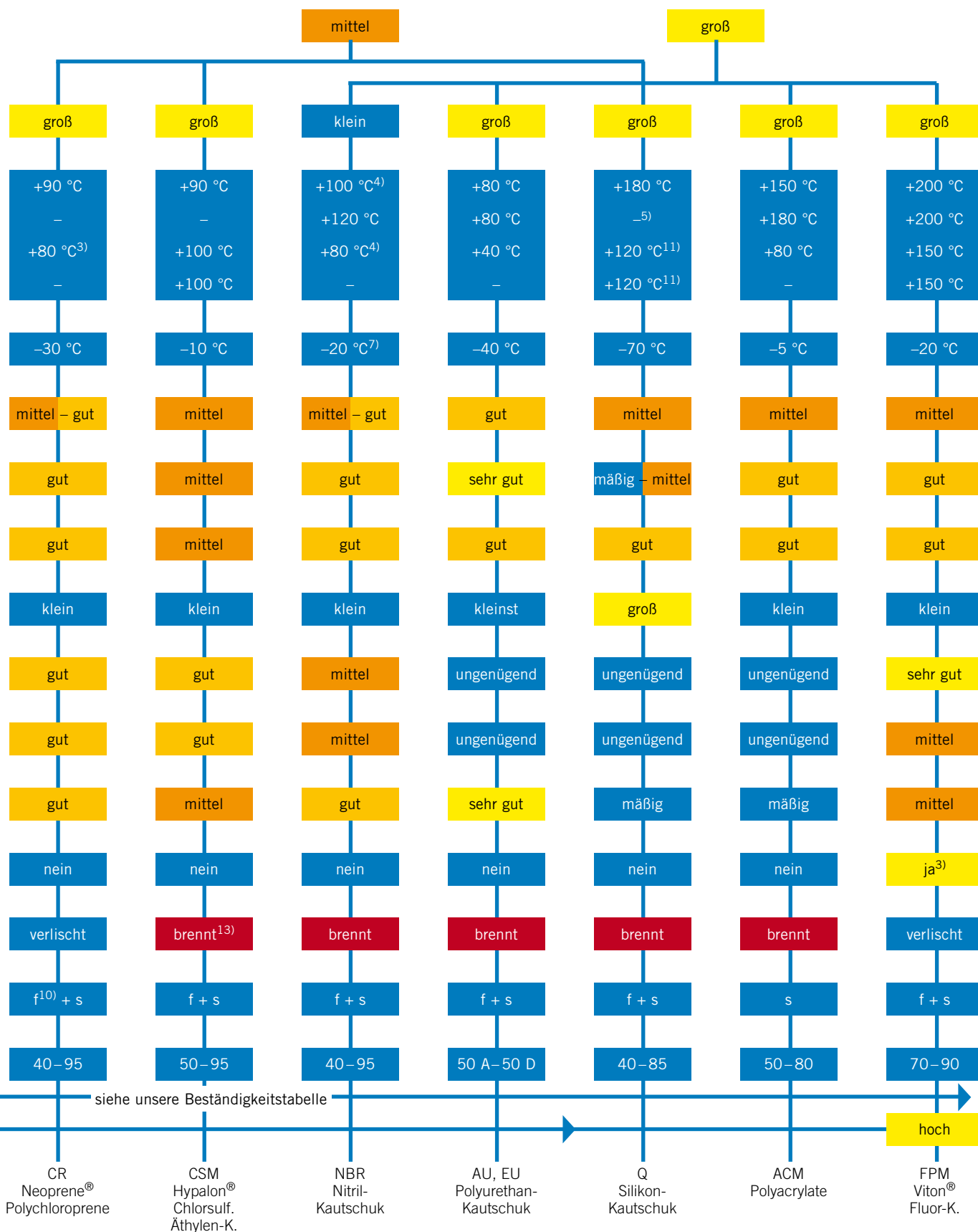
<sup>2)</sup> Sagt nur aus, dass bei dieser Limité Material noch nicht zerstört werden sollte. Lebensdauer und mechanische Eigenschaften nehmen aber mit steigender Temperatur ab.

<sup>3)</sup> Quillt.

<sup>4)</sup> Verhärtet.

<sup>5)</sup> Fluorsilikon bis +180 °C.

# Gummi – Kautschuk – Elastomere



<sup>6)</sup>Die genannten Tiefstwerte können meistens nur von Spezialmischungen erwartet werden; mit zunehmender Versteifung ist zu rechnen.  
<sup>7)</sup>Nur bei Spezialtyp; sonst bei –5 °C.  
<sup>8)</sup>Bei mittleren Einsatztemperaturen.  
<sup>9)</sup>Mechanische Eigenschaften normalerweise weniger gut als schwarz.

<sup>10)</sup>Stabilität der Farben eher problematisch.  
<sup>11)</sup>Nicht empfohlen über +60 °C.  
<sup>12)</sup>Weiter abhängig vom Spannungszustand.  
<sup>13)</sup>Bis selbstverlöschend.

## Chemische Beständigkeit von Elastomeren und Kunststoffen

Bei Kontakt mit Chemikalien können Elastomere und Kunststoffe von Flüssigkeiten und Gasen angegriffen werden. Die Veränderung des Werkstoffes kann ein Zerstören der Molekularstruktur, ein Auslösen von Bestandteilen (z.B. Weichmacher) und anderes mehr bedeuten (quellen, verspröden, verhärten, erweichen, schrumpfen usw.). Die nachstehende Tabelle hat Richtwertcharakter und dient nur der

allgemeinen Information. Die tatsächliche Beständigkeit wird wesentlich von der Konzentration der Medien, der Temperatur, der Zeitdauer der Einwirkung von mechanischen Belastungen, Witterungseinflüssen und anderen Faktoren mitbestimmt. Von der nachfolgenden Tabelle abweichende Ergebnisse könnten auch auftreten, wenn mehrere Medien oder Einflüsse gleichzeitig auftreten.

### Wichtiger Hinweis

Da individuelle Betriebsbedingungen die Einsetzbarkeit jedes Werkstoffes zusätzlich beeinflussen, können die nachstehenden Angaben nur Richtwerte darstellen. Da die Verwendung unserer Produkte außerhalb unseres Kontrollbereiches erfolgt, liegt die Verantwortung ausschließlich im Bereich des Anwenders.

Um Risiken zu vermeiden, empfehlen wir in Fällen, in denen keine Einsatzerfahrungen vorliegen, einen Vorversuch beim Anwender. Dies empfiehlt sich besonders bei chemischen Gemischen (Mehrstoffsysteme wirken allgemein stärker quellend als jede einzelne ihrer Komponenten) und bei aggressiven Medien.

Die angeführten Beständigkeitsziffern bedeuten:

**1 ausgezeichnete Beständigkeit**  
(keine oder nur unwesentliche Einwirkung)

**2 beständig**  
(geringfügige Einwirkung ist möglich)

**3 schlecht beständig**  
(der Werkstoff wird vom Medium angegriffen)

**X nicht beständig**  
(kann nicht empfohlen werden)

**offene Stellen**  
(ohne einen dieser Vermerke bedeuten, dass keine praktischen Erfahrungswerte vorliegen)

### Bereich Elastomere

Wenn nicht anders angegeben, basieren die Daten bei Gasen und organischen Lösungsmitteln auf vier Wochen bei 23 °C, bei Ölen auf 14 Tagen bei 100 °C und bei wässrigen Lösungen auf vier Wochen bei 70 °C.

ISO-Kurzzeichen	Elastomere
NR	Naturkautschuk
SBR	Styrol-Butadien-Kautschuk
IIR	Butylkautschuk
EPDM	Ethylen-Propolyen-Kautschuk (APTK)
NBR	Perbunan (Nitril)
CR	Neoprene (Chloropren-Kautschuk)
CSM	Hypalon
FPM	Fluorkautschuk (Viton)
EAC	Vamac

### Bereich Kunststoffe

Die angegebenen Daten sind Richtwerte bei Raumtemperatur.

ISO-Kurzzeichen	Kunststoffe
PTFE	Polytetrafluorethylen
FEP	Fluorethylenpropylen
PFA	Perfluoralkoxy
PVDF	Polyvinylidenfluorid
PETP	Polyethylenterephthalat
POM	Polyoxymethylen
PC	Polycarbonat
PA	Polyamid
PMMA	Polymethylmethacrylat
PP	Polypropylen
PVC	Polyvinylchlorid
PE	Polyethylen
PUR	Polyurethan
MQ	Silikon



# Chemische Beständigkeit

Kunststoffe (Werte bei Raumtemperatur)											Elastomere											
PTFE/FFEP/PFA	PVDF	PETP	POM	PC	PA 6/PA 6.6	PMMA	PP	PVC	PE	PUR	MQ	Konzentration	Temperatur	NR	SBR	IIR	EPDM	NBR	CR	CSM	FPM	EAC
1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1											
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	50	1	1	1	1	x	1	1	1	3	
1	1		3		3		3	3	3	3	x			x	x	x		x	x	3	1	
														x	x	x	x	x	x	x	x	1
														x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1		3		3		1	1	1		x	37	1	2	1	1	x	2	1	1	1	
														x	x	x	x	1	x	x	1	
1	1		1				2	1	3		3			x	x	3	3	x	2	2	2	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3			x	x	x	x	1	2	2	1	
1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	2	2	50	1	1	2	1	1	1	1	1	1	x
												100	x	x	1		1	3	2	3	x	
1	1		1		1		1	1	1	1	1	100	x	x	x	3	1	3	3	1	x	
1	1	1	1		1	3	2	3	1	x	x			x	x	3	2	x	x	x	x	x
														3	x	1	1	3	x	2	1	
1	1											50		x	x	x	x	x	x	x	3	
1	2		3							x	2			x	x	x	3	x	x	x		
1	1		2				2							x	x	1	1	x	x	1		
1	1													2		1	1	1	3	2	1	
1	1		1				3		3	3	3			x	x	x	x	2	3	3	1	
														x	1	1	1	1	2	2		
1	1									1	2	70	x	x	2	3	1	x	x	1		
1	1		2			3					3			3	3	2	2	3	3	3	x	
1	1	2	1	1			1	1	1	2	1	15	100	1	1	1	1	2	1	1	1	
1	1		2		3	1	1	1	1	2	2			1	1	1	3	2	1	1		
														2	2	1	2	3	3	2	2	
1	1		3		3	3	3	3	3	x	3			3	3	3	3	3	2	2		
1														2	2	3	1	x	3	3	x	
1	1	1	1	x	1	3	2	3	2	x	x	50		x	x	x	x	x	x	1		
1			2		1		x		x	3	x			x	x	x	3	x	x	x	2	
1			x					x	x	x	3			x	x	x	3	x	x	2	1	
														x	x	x	x	x	x	1		
1	1		3		3		1	1	1	3	x			3	3	2	2	3	2	2	x	
1														x	x	x	x	x	x	1		
														x	x	x	x	x	x	1		
1	1	2	3	x	2	x	2	3	2	x	3			x	x	x	x	x	x	x	1	
														x	x	x	x	x	x	1		
1	3		3		3	3	3	3	3	3	x	10		x	x	x	x	x	x	x	x	
1														x	x	x	x	x	x	1		
1	1		3		3	1	3	1	3					x	x	3	x	x	x	x	x	
1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	x	3	40	50	x	x	3	x	x	x	1	1	
														x	x	x	x	x	x	1		
1	1		3	3		3	1	1	1	x	3			x	x	x	x	x	x	1		
1	1		1	2	1	3	1	1	1	2	3	20		2	3	1	1	3	3	1	1	2
1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	3				Cyclohexanol				1	3	3	1	3
1	1		1	3	1	3	1	x	1	3	x			2	x	x	x	2	1	1	1	
1														x	x	3	1	x	x	x	x	
1														x	x	x	x	x	x	1		
														x	x	x	x	x	x	1		
														x	x	x	x	x	x	1		
1	1	1	1	3	1	3	1	3	1	x	2			x	x	2	1	x	x	x	2	x
1		1	1			2	1	3	1	3	2			x	x	2	2	x	x	x	2	
1			2	x		2	x	2		x	x			x	x	x	x	x	x	x	1	
1														x	x	3	3	x	x	x	3	
1														x	x	x	x	x	x	x	x	
1	1	1	1											x	x	2	1	x	x	x	2	x
1		1	1			2	1	3	1	3	2			x	x	2	2	x	x	x	2	
1			2	x			2	x	2		x			x	x	x	x	x	x	x	1	
1														x	x	3	3	x	x	x	3	
1														x	x	x	x	2	x	x	x	
1	1	1	1		1		1	2	1	2	x			x	x	x	x	1	2	2	1	
1														x	x	x	x	2	3	3	1	





# Chemische Beständigkeit

PTFE/PEP/PFA	Kunststoffe (Werte bei Raumtemperatur)												Elastomere										
	PVDF	PETP	POM	PC	PA 6/PA 6.6	PMMA	PP	PVC	PE	PUR	MQ		Konzentration	Temperatur	NR	SBR	IIR	EPDM	NBR	CR	CSM	FPM	EAC
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x												
1	1	1	1		1			2	1	2	x		80	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1
														x	x	x	x	2					1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	1		100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2	2	3	3	1	1	1	1	1	2	3		100	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x
1	2	2	3	3	1	1	1	1	1	2	3		100	1	1	1	1	x	1	1	1	x	x
1	1	1	3		2	1	1	1	1	x	2		50	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1
														2	2	2	2	x	3	2	x	x	3
1	1	x	2	x	3	3	1	3	1	x	3		50	x	x	1	1	x	x	x	x	3	3
1	1							3		x	x			3	3	3	3	x	3	3	x	x	x
														3	3	1	1	x				x	x
1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	3			x	x	x	3	1	x	3	1	1	1
1														x	x	x	x	x	x	x	x	x	1
1	1	1	1		1	2	1	1	1	3	x			x	x	x	x	1	2	2	1	1	1
1	1	1	1		1		1	2	1	2	2			x	x	x	x	2	1	2	1	1	1
1	1		3	1	3	1	1	1	1	1	2		50	50	70	1	1	1	3	2	1	1	1
													25	70	1	1	1	1	3	2	1	1	1
1	1	1	3	1	3	1	2	1	2	1	1		25	70	x		x		2	3	x		
1	1	1	3	1	3	1	2	1	2	1	1		50	40	x	x	2	1	x	2	1	1	1
1	1		2				1	1	3	3	3			3	3	2	2	1	2	3	1	1	1
1	1	1	1	2	2	x	2	3	2	3	3			x	x	x	x	3	x	x	1	1	1
1	1	2		2		1	1	1	1	x	x			2	2	2	2	x	2	2	1	1	1
1	1	3	3	x	x	3	1	2	1	3	x		100	x	x	2	2	1	2	2	1	1	1
														x	x	2	2	x	x	x	2		
1							3	x	3	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1														1	3	3	2	x	3	x	1	1	1
														x	x	2	2	x	x	x	x	x	x
1			3		3		1			3	x		50	2	1	1	1	3	2	1	1	1	1
1	1		2				1	3	1	3	3			x	x	1	1	x	x				
1	1		2				2	2	3	3	3		10	100	2	2	2	2	2	1	1	1	1
														70	x	x	x	x	2	x	3	1	1
														70	x	x	x	x	2	x	x	1	1
															x	x	x	x	2	x	x	x	x
															x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1			x	x	x	x	1	2	2	1	1	1
1														x	x	x	x	3	x	x	1	1	1
1														x	x	x	x	3	x	x	1	1	1
1			2				1			x	x			x	x	2	2	x	x	x	x	x	x
1	3	3	2	3	1	3	2	3	1	x	x			x	x	3	3	x	x	x	x	x	x
1															x	2	2		x	x	x	x	x
1															x	x	x	x	2	3	3	1	x
1															x	x	x	x	2	x	x	1	x
1	3		2	3	1	3	2	3	1	x	3		80	x	x	3	2	x	x	x	1	1	1
1														x	x	1	2	x	x	x			
1														3	3	x	3	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1			1		2					2	3		100	x	x	3	2	1	2	3	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		100	2	1	1	1	2	3	2	1	1	1
1	1																						
1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	3	x		50	2	2	1	1	2	3	1	1	1	1
1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	x	x			x	x	x	x	x	x	2	1	1	1
1	2	2	3		3		3	3	2	x	x			x	x	x	x	x	x	3			
1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	3	3		sat	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
														100	x	3	2	x	3	1	1	1	1
														50	3	2	1	2	2	1	1	1	1
															2	2	1	1	2	1	1	1	1
1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1			3	3	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2		100	x	x	x	x	1	2	2	1	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			x	x	1	1	x	1	1	1	1	1



## Internationale Maßeinheiten

Größe, Name und Formelzeichen	Maßeinheit	Vielfache und Teile (Beispiel)	Sonstige Einheiten und Anmerkungen
Länge: l	Meter: m	km, dm, cm, mm	
Fläche: A	Quadratmeter: m <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup> = 1 m x 1 m	km <sup>2</sup> , dm <sup>2</sup> , cm <sup>2</sup> , mm <sup>2</sup>	1 Hektar (ha) = 10000 m <sup>2</sup> 1 Ar (a) = 100 m <sup>2</sup>
Volumen: V	Kubikmeter: m <sup>3</sup> 1 m <sup>3</sup> = 1 m x 1 m x 1 m	dm <sup>3</sup> , cm <sup>3</sup> , mm <sup>3</sup>	1 Liter (l) = 1 dm <sup>3</sup> 1000 l = 1 m <sup>3</sup>
Zeit: t	Sekunde: s	h, min, sec	1 Stunde (h) = 60 min 1 Minute (min) = 60 s
Geschwindigkeit: v	Meter je Sekunde: m/s	km/s, mm/s	1 km/h = 0,2778 m/s, 1 m/s = 3,6 km/h
Beschleunigung: a	Meter je Sekundenquadrat: m/s <sup>2</sup>	mm/s <sup>2</sup>	Fallbeschleunigung: g g = 9,81 m/s <sup>2</sup>
Masse: m	Kilogramm: kg	t, g, mg	1 Tonne (t) = 1000 kg 1 Karat (ct) = 0,2 g
Dichte: g	Kilogramm je Kubikmeter: kg/m <sup>3</sup>	g/m <sup>3</sup>	1 t/m <sup>3</sup> = 1 kg/dm <sup>3</sup> = 1 g/cm <sup>3</sup>
Kraft: F	Newton: N 1 N = 1 kg x 1 m/s <sup>2</sup> = 1 Ws/m	kN mN	Gewicht = Maße x Fallbeschleunigung G = m x g
Druck: p	Pascal: Pa 1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup> Newton je Quadratmeter	MPa	1 MPa = 1 N/mm <sup>2</sup> , 1 mm Hg = 133,322 Pa bei Flüssigkeiten und Gasen: 1 Millibar (mbar) = 100 Pa
Arbeit: W	Joule: J	kJ	1 Wattsekunde (Ws) = 1 J = 1 kg m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup>
Energie: E	1 J = 1 N x 1 m		1 Kilowattstunde (kWh) = 3,6 MJ
Wärmemenge: Q			
Leistung: P	Watt: W $1 W = \frac{1 J}{1 s} = \frac{1 N \times 1 m}{1 s}$	MW kW	
Celsius-Temperatur: t	Grad Celsius: °C		0 °C entspricht etwa 273 K
Kelvin-Temperatur: T	Kelvin: K		Δt = ΔT
Elektrische Stromstärke: I	Ampere: A	kA mA	
Elektrische Spannung: U	Volt: V 1 V = 1 W/A	kV mV	
Elektrischer Widerstand: R	Ohm: Ω 1 Ω = 1 V/A	kΩ MΩ	
Spez. Wärmekapazität	Joule pro kg und Kelvin $\frac{J}{kg \cdot K}$		$1 \frac{Kcal}{kg \cdot Grad} = 4,19 \frac{KJ}{kg \cdot K}$
Wärmedurchgangskoeffizient:	Watt/m <sup>2</sup> und Kelvin $\frac{W}{m^2 \cdot K}$		$1 \frac{Kcal}{m^2 \cdot h \cdot Grad} = 1,16 \frac{W}{m^2 \cdot K}$
Dynamische Viskosität: η	Pascalsekunde Pa·s	M · Pa·s	1 m · Pa·s = 1 cP = 10 <sup>-3</sup> Ns/m
Kinematische Viskosität:	Quadratmeter durch Sekunde m <sup>2</sup> /s		1 mm <sup>2</sup> /s = 1 cSt = 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> /s

## Bildung von dezimalen Vielfachen

Die Einheiten werden mit nachstehenden Faktoren multipliziert.

Vorsilben	Zeichen	Faktoren	
Deka	da	= 10 <sup>1</sup>	10
Hekto	h	= 10 <sup>2</sup>	100
Kilo	k	= 10 <sup>3</sup>	1.000
Mega	M	= 10 <sup>6</sup>	1.000.000
Giga	G	= 10 <sup>9</sup>	1.000.000.000
Tera	T	= 10 <sup>12</sup>	1.000.000.000.000
Peta	P	= 10 <sup>15</sup>	1.000.000.000.000.000
Exa	E	= 10 <sup>18</sup>	1.000.000.000.000.000.000

## Bildung von dezimalen Teilen

Die Einheiten werden mit nachstehenden Faktoren multipliziert.

Vorsilben	Zeichen	Faktoren	
Dezi	d	= 10 <sup>-1</sup>	0,1
Zenti	c	= 10 <sup>-2</sup>	0,01
Milli	m	= 10 <sup>-3</sup>	0,001
Mikro	μ	= 10 <sup>-6</sup>	0,000.001
Nano	n	= 10 <sup>-9</sup>	0,000.000.001
Piko	p	= 10 <sup>-12</sup>	0,000.000.000.001
Femto	f	= 10 <sup>-15</sup>	0,000.000.000.000.001
Atto	a	= 10 <sup>-18</sup>	0,000.000.000.000.000.001

## Umrechnungsfaktoren für Temperaturen

Bekanntes Maßsystem	Gesuchtes Maßsystem	
	°C	°F
Fahrenheit (°F)	5 / 9 (F - 32)	1
Grad Celsius (°C)	1	(C x 9 / 5) + 32

Beispiel: 320 °F = 5 : 9 (320 - 32) = 5 : 9 x 288 = 160 °C  
160 °C = (160 x 9 / 5) + 32 = 320 °F

# Umrechnungstabellen

## Umrechnungstabellen der wegfallenden Maßeinheiten auf SI-Einheiten und umgekehrt

Einheiten in den grauen Feldern sollten nicht verwendet werden, da sie der heutigen Norm nicht mehr entsprechen.

### Längenmaße

		km	m	dm	cm	mm
Kilometer	km =	1	1000	10000	100000	1000000
Meter	m =	0,001	1	10	100	1000
Dezimeter	dm =	0,0001	0,1	1	10	100
Zentimeter	cm =	0,00001	0,01	0,1	1	10
Millimeter	mm =	0,000001	0,001	0,01	0,1	1

Feet (ft): 100 ft = 30,50 m; 1 m = 3,2787 ft

ft	m	ft	m	ft	m	ft	m
1	0,30	11	3,35	25	7,62	75	22,86
2	0,61	12	3,66	30	9,14	80	24,38
3	0,91	13	3,96	35	10,67	85	25,91
4	1,22	14	4,27	40	12,19	90	27,43
5	1,52	15	4,57	45	13,72	95	28,96
6	1,83	16	4,87	50	15,24	100	30,48
7	2,13	17	5,18	55	16,76		
8	2,44	18	5,49	60	18,29		
9	2,74	19	5,79	65	19,81		
10	3,05	20	6,10	70	21,34		

### Kraft

	N	kN	p	kp	Mp
1 N	1	0,001	102	0,102	0,000102
1 kN	1.000	1	102.000	102	0,102
1 p	0,00981	0,00000981	1	0,001	0,000001
1 kp	9,81	0,00981	1.000	1	0,001
1 Mp	9.810	9,81	1.000.000	1.000	1

### Leistung

	W	kW	PS	kpm/s
1 W	1	0,001	0,00136	0,102
1 kW	1.000	1	1,36	102
1 PS	735,5	0,7355	1	75
1 kpm/s	9,81	0,00981	0,0133	1

### Arbeit, Energie, Wärmemenge

	J = Ws	cal	kcal = WE	kpm	kpcm
1 J = 1 Ws	1	0,238	0,000238	0,102	10,2
1 cal	4,19	1	0,001	0,427	42,7
1 kcal = 1 WE	4.190	1.000	1	427	42.700
1 kpm	9,81	2,34	0,00234	1	100
1 kpcm	0,0981	0,0234	0,0000234	0,01	1

### Mechanische Spannung

	N/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	kN/cm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	Pa	kp/cm <sup>2</sup>	kp/mm <sup>2</sup>
1 N/cm <sup>2</sup>	1	0,01	0,001	0,0001	10.000	0,102	0,00102
1 N/mm <sup>2</sup>	100	1	0,1	0,001	1.000.000	10,2	0,102
1 kN/cm <sup>2</sup>	1.000	10	1	0,01	10.000.000	102	1,02
1 kN/mm <sup>2</sup>	100.000	1.000	100	1	1.000.000.000	10.200	102
1 Pa	0,0001	0,000001	0,0000001	0,000000001	1	0,0000102	0,000000102
1 kp/cm <sup>2</sup>	9,81	0,0981	0,00981	0,0000981	98.100	1	0,01
1 kp/mm <sup>2</sup>	981	9,81	0,981	0,00981	9.810.000	10	1

### Druck

	Pa	bar	mbar	at	atm	Torr	mWS
1 Pa	1	0,00001	0,01	0,0000102	0,00000987	0,0075	0,000120
1 bar	100.000	1	1.000	1,2	0,987	750	10,197
1 mbar	100	0,001	1	0,00102	0,000987	0,75	0,0102
1 at	98.100	0,981	981	1	0,968	736	10
1 atm	101.300	1,013	1.013	1,033	1	760	10,33
1 Torr	133	0,00133	1,33	0,00136	0,00132	1	0,01356
1 mWS	9.806,65	0,0980665	98,0665	0,1	0,09679	73,55	1
1 mPa	9.806,650	9,80665	9.806,65	10,003	9,61	7.355	117,68

Die grau hinterlegten Maßeinheiten sind nicht mehr gültig und sollten vermieden werden.

# Umrechnungstabellen

## Zoll – Millimeter

1" entspricht 25,40 mm

Zoll = Millimeter	bar	kp/cm <sup>2</sup> (atü)	Megapascal (MPa)	PSI
1/8" = 3,18	0,5	0,51	0,05	7,49
1/4" = 6,35	1,0	1,02	0,10	14,99
5/16" = 7,94	1,5	1,53	0,15	22,48
3/8" = 9,53	2,0	2,04	0,20	29,97
7/16" = 11,11	2,5	2,55	0,25	37,46
1/2" = 12,70	3,0	3,06	0,30	44,96
5/8" = 15,88	3,5	3,57	0,35	52,45
3/4" = 19,05	4,0	4,08	0,40	59,94
1" = 25,40	4,5	4,59	0,45	67,44
1 1/4" = 31,75	5,0	5,10	0,50	74,93
1 1/2" = 38,10	5,5	5,61	0,55	82,42
2" = 50,80	6,0	6,12	0,60	88,18
2 1/2" = 63,50	6,5	6,63	0,65	97,41
3" = 76,20	7,0	7,14	0,70	104,90
3 1/2" = 88,90	7,5	7,65	0,75	112,39
4" = 101,60	8,0	8,16	0,80	119,88
5" = 127,00	8,5	8,67	0,85	127,38
6" = 152,40	9,0	9,18	0,90	134,87
8" = 203,20	9,5	9,69	0,95	142,36
10" = 254,00	10,0	10,20	1,00	149,85
12" = 304,80	20,0	20,39	2,00	299,71
14" = 355,60	30,0	30,59	3,00	449,56
16" = 406,40	40,0	40,79	4,00	599,42
18" = 457,20	50,0	50,99	5,00	749,27
20" = 508,00	100,0	101,97	10,00	1498,54

## Druckeinheiten

## Gewindemaßtabellen

Amerikanisches Rohrgewinde NPT (kegelig) nach ASA B 2.1

Gewindebenennung Zoll	Gewindeaußen-Ø mm	Gangzahl auf 1" = 25,4 mm
1/8" NPT	10,287	27
1/4" NPT	13,716	18
3/8" NPT	17,145	18
1/2" NPT	21,336	14
3/4" NPT	26,670	14
1" NPT	33,401	11 1/2
1 1/4" NPT	42,164	11 1/2
1 1/2" NPT	48,260	11 1/2
2" NPT	60,32	11 1/2

Rundgewinde DIN 405, auch Kordelgewinde

Gewindebenennung Zoll	Nenn-Ø außen gerundet in mm	Kern-Ø innen in mm	Gangzahl auf 1" = 25,4 mm
RD 24 x 1/8"	24	21,14	8
RD 32 x 1/8"	32	29,14	8
RD 38 x 1/8"	38	35,14	8
RD 46 x 1/8"	46	42,19	6
RD 55 x 1/8"	55	51,19	6
RD 62 x 1/8"	62	58,19	6
RD 75 x 1/8"	75	71,19	6
RD 90 x 1/8"	90	86,19	6
RD 105 x 1/4"	105	99,28	4
RD 150 x 1/4"	150	144,28	4

Whitworth-Rohrgewinde (zylindrisch)

nach DIN 259 (ISO 228), auch Gas-Gewinde

Gewindebenennung Zoll	Gewindeaußen-Ø mm	Kern-Ø mm	Gangzahl auf 1" = 25,4 mm
G 1/8"	9,278	8,566	28
G 1/4"	13,157	11,445	19
G 3/8"	16,662	14,950	19
G 1/2"	20,955	18,631	14
G 5/8"	22,911	20,587	14
G 3/4"	26,441	24,117	14
(G 7/8")	30,201	27,877	14
G 1"	33,249	30,291	11
G 1 1/8"	37,897	34,939	11
G 1 1/4"	41,910	38,952	11
G 1 3/8"	44,323	41,365	11
G 1 1/2"	47,803	44,845	11
G 1 3/4"	53,746	50,788	11
G 2"	59,614	56,656	11
G 2 1/4"	65,710	62,752	11
G 2 3/8"	63,390	66,440	11
G 2 1/2"	75,184	72,226	11
G 2 3/4"	81,534	78,577	11
G 3"	87,884	84,926	11
G 3 1/4"	93,980	91,022	11
G 3 1/2"	100,330	97,372	11
G 3 3/4"	106,680	103,722	11
G 4"	113,030	110,072	11
G 4 1/2"	125,730	122,772	11
G 5"	138,430	135,472	11
G 5 1/2"	151,130	148,172	11
G 6"	163,830	160,872	11

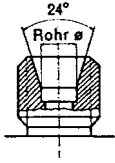
Whitworth-Rohrgewinde (kegelig)

nach DIN 2999 (ISO 7/1), Rp – R BS 21 (BSP – BSPT)

Gewindebenennung Zoll	Gewindeaußen-Ø mm	Kern-Ø mm	Gangzahl auf 1" = 25,4 mm
R 1/8"	9,278	8,566	28
R 1/4"	13,157	11,445	19
R 3/8"	16,662	14,950	19
R 1/2"	20,955	18,631	14
R 5/8"	22,911	20,587	14
R 3/4"	26,441	24,117	14
(R 7/8")	30,201	27,877	14
R 1"	33,249	30,291	11
R 1 1/8"	37,897	34,939	11
R 1 1/4"	41,910	38,952	11
R 1 3/8"	44,323	41,365	11
R 1 1/2"	47,803	44,845	11
R 1 3/4"	53,746	50,788	11
R 2"	59,614	56,656	11
R 2 1/4"	65,710	62,752	11
R 2 3/8"	63,390	66,440	11
R 2 1/2"	75,184	72,226	11
R 2 3/4"	81,534	78,577	11
R 3"	87,884	84,926	11
R 3 1/4"	93,980	91,022	11
R 3 1/2"	100,330	97,372	11
R 3 3/4"	106,680	103,722	11
R 4"	113,030	110,072	11
R 4 1/2"	125,730	122,772	11
R 5"	138,430	135,472	11
R 5 1/2"	151,130	148,172	11
R 6"	163,830	160,872	11

# Tabellen zur Ermittlung des richtigen Gewindes

## Metrische Gewindeanschlüsse

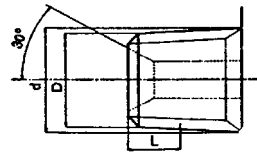


Schneidringanschluss

Gewinde	D mm	d mm	Schneidringanschlüsse für Rohr-Ø		
			LL	L	S
M 8 x 1	8,00	6,70	4	–	–
M 10 x 1	10,00	8,70	5 / 6	–	–
M 12 x 1	12,00	10,70	8	–	–
M 12 x 1,5	12,00	10,05	–	6	–
M 14 x 1,5	14,00	12,05	–	8	6
M 16 x 1,5	16,00	14,05	–	10	8
M 18 x 1,5	18,00	16,05	–	12	10
M 20 x 1,5	20,00	18,05	–	–	12
M 22 x 1,5	22,00	20,05	–	15	14
M 24 x 1,5	24,00	22,05	–	–	16
M 26 x 1,5	26,00	24,05	–	18	–
M 30 x 1,5	30,00	28,05	–	–	–
M 30 x 2	30,00	27,40	–	22	20
M 36 x 2	36,00	33,40	–	28	25
M 38 x 1,5	38,00	36,05	–	–	–
M 42 x 2	42,00	39,40	–	–	30
M 45 x 1,5	45,00	43,05	–	–	–
M 45 x 2	45,00	42,40	–	35	–
M 52 x 1,5	52,00	50,05	–	–	–
M 52 x 2	52,00	49,40	–	42	38
M 65 x 2	65,00	62,40	–	–	–
M 78 x 2	78,00	75,40	–	–	–
M 90 x 2	90,00	87,40	–	–	–
M 100 x 2	100,00	97,40	–	–	–
M 110 x 2	110,00	107,40	–	–	–
M 120 x 2	120,00	117,40	–	–	–

D = Außendurchmesser (Außengewinde) d = Innendurchmesser (Innengewinde)

## Amerikanisches NPT-Gewinde

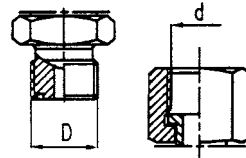


NPT-Gewinde

Gewinde	D mm	d mm	L mm	NPT Size
1/8 - 27	9,98	10,29	4,5	2
1/4 - 18	13,26	13,72	5,1	4
3/8 - 18	16,68	17,15	6,1	6
1/2 - 14	20,71	21,34	8,1	8
3/4 - 14	26,03	26,67	8,6	12
1 - 11 1/2	32,59	33,40	10,6	16
1 1/4 - 11 1/2	41,31	42,16	10,7	20
1 1/2 - 11 1/2	47,39	48,26	10,7	24
2 - 11 1/2	59,40	60,33	11,1	32
2 1/2 - 8	71,62	73,03	–	40
3 - 8	87,39	88,90	–	48

D = Außendurchmesser vorn d = Außendurchmesser hinten L = Einschraublänge von Hand

## Amerikanisches Gewinde ORFS

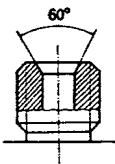


UNF (UN; UNS)-Gewinde  
O-Ring flachdichtend

Gewinde	D mm	d mm	ORFS Size
9/16" - 18	14,3	13,0	4
11/16" - 16	17,5	15,9	6
13/16" - 16	20,7	19,1	8
1" - 14	25,5	23,7	10
1 3/16" - 12	30,2	28,0	12
1 7/16" - 12	36,6	34,5	16
1 11/16" - 12	42,9	41,0	20
2" - 12	50,9	48,8	24

D = Außendurchmesser vorn d = Außendurchmesser hinten L = Einschraublänge von Hand

## BSP-Gewindeanschlüsse (Gas- oder Rohrgewinde)

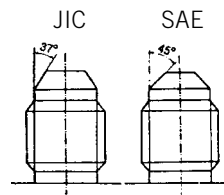


Dichtkegelanschluss

Gewinde	D mm	d mm	Gangzahl auf 1"	Size
R 1/8"	9,73	8,6	28	2
R 1/4"	13,16	11,5	19	4
R 3/8"	16,66	14,9	19	6
R 1/2"	20,96	18,6	14	8
R 5/8"	22,91	20,6	14	10
R 3/4"	26,44	24,1	14	12
R 1"	33,25	30,3	11	16
R 1 1/4"	41,91	38,9	11	20
R 1 1/2"	47,80	44,9	11	24
R 2"	59,62	56,7	11	32

D = Außendurchmesser (Außengewinde) d = Innendurchmesser (Innengewinde)

## Amerikanische Gewindeanschlüsse JIC bzw. SAE



Amerikanisches Gewinde hat einen  
Flankenwinkel von 60° und wird mit  
„Durchmesser-Gangzahl“ bezeichnet.

Gewinde	D mm	d mm	JIC Size	S.A.E. Size
1/16 - 20 UNF	11,07	10,00	4	4
1/8 - 20 UNF	12,70	11,60	5	5
9/16 - 18 UNF	14,25	13,00	6	–
3/8 - 18 UNF	18,85	14,70	–	6
3/4 - 16 UNF	19,00	17,60	8	–
7/8 - 14 UNF	22,17	20,50	10	8
1 1/16 - 12 UN	26,95	25,00	12	10
1 1/16 - 14 UNS	26,95	25,30	–	–
1 5/16 - 12 UN	33,30	31,30	16	12
1 3/8 - 12 UN	41,22	39,20	20	–
1 7/8 - 12 UN	47,57	45,60	24	–
2 1/2 - 12 UN	63,45	61,50	32	–
3 - 12 UN	76,20	74,30	40	–
3 1/2 - 12 UN	88,90	87,00	48	–

UN = amerikanisches Normgewinde UNF = amerikanisches Feingewinde UNS = Spezialgewinde