

AHP **MERKLE**[®]
BEWEGT



ahp informiert.

Hilfreiche Apps und Online-Tools:



ahp.app
App Hydraulikzylinder



Zylinder konfigurieren

ahp.de/hydraulikzylinder



ahp.calc
App Hydraulikrechner



CAD-Daten

ahp.de/cad

Useful apps and online-tools:



ahp.app
App hydraulic cylinder



Configuring the cylinder

en.ahp.de/products/hydraulic-cylinders



ahp.calc
App hydraulic calculator



CAD data

en.ahp.de/products/cad-data

Applications d'aide et outils en ligne :



ahp.app
Appli. vérin hydraulique



Configurateur de vérin

fr.ahp.de/verin-hydraulique



ahp.calc
Appli. Calculateur



Données CAO

fr.ahp.de/cad

ahp informiert.

de 5 – 51

Seite

Seit 1973 steht AHP Merkle für 100% Qualität, Flexibilität und kontinuierliche Innovationen. Jede unserer Entwicklungen beweist: AHP Merkle bewegt.

Mit „ahp informiert“ gehen wir einen Schritt weiter und ergänzen unser umfassendes Zylinderprogramm um grundlegende Erkenntnisse, hilfreiche Zusammenhänge sowie wertvolle Tipps rund um das Thema Hydraulikzylinder.

BZP 1/64

MBZ 1/80

NEW

1



BZ, BZ 250,
BZN, BZN 250,
BZP, MBZ,
BZR, BZH, BRB,
BRBN, BVZ

Blockzylinder
Block cylinder
Vérin-bloc

2



STZ

Stanzzylinder
Stamping cylinder
Vérin d'estampage

3



RZ

Rundblockzylinder
Circular block cylinder
Vérin-bloc cylindrique

4



BSE, BSEP,
ZSE, ZSEP,
BZS

Schiebereinheiten
Push unit
Pousseur

5



UZ 100, UZN 100,
HZ 160, HZN 160,
HZ 250, HZH 250,
HZN 250, HZHN 250,
MHZ 160, HMZ

Standardzylinder
Standard cylinder
Vérin standard

NEW

6



DHZ,
ZHZ

Normzylinder
DIN standard cylinder
Vérin normalisé

7



HZF

Hydraulikzylinder mit äußerer Führung
Hydraulic cylinder with external guide
Vérin hydraulique avec guidage extérieur

NEW

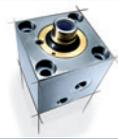
8



VBZ

Verriegelungszylinder
Locking cylinder
Vérin Autobloquant

9



WKHZ, KHZ

Kurzhubzylinder
Short-stroke cylinder
Vérin-cube à course réduite

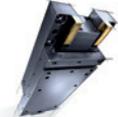
10



EZ

Einschraubzylinder
Screw-in cylinder
Vérin fileté

11



KZE
KZEP

Kernzugeinheit
Core pull unit
Unité tire-noyau

12



FZ

Flanschzylinder
Flanged cylinder
Vérin à collet

13



DFZ

Doppelrohrzylinder
Double-lined cylinder
Vérin à double tube

14



BZF, BZK

Spannelemente
Clamping elements
Éléments de bridage

15



DA

Drehantrieb
Rotary drive unit
Servomoteur rotatif

16



ahp.solutions

17



Zubehör
Accessories
Accessoires

ZHZ 6/2

VBZ 8/1

ahp informiert.

1 Grundlegendes zu Hydraulikzylindern 9

Hier werden Zylinderarten, physikalische und technische Details sowie besondere Einsatzmöglichkeiten erläutert.

2 Zylinder Merkmale 24

Hier werden wichtige Erklärungen zum allgemeinen Aufbau von Hydraulikzylindern und zu den qualitativen Unterschieden thematisiert.

3 Schalter und Abfragesysteme 33

Hier wird die richtige Verwendung von Positionssensoren und Wegmesssystemen in Verbindung mit Hydraulikzylindern behandelt.

4 Betriebs- und Wartungshinweise 36

Hier wird Grundlegendes zur Durchführung von Servicearbeiten erklärt, wie zum Beispiel die detaillierte Beschreibung vom Dichtungswechsel.

5 Zylinder Finder 48

Übersichtliche Darstellung des umfassenden ahp Produktsortiments. Schnelle Auswahl der passenden Zylinderlösung erfolgt anhand der jeweiligen Produkteigenschaften.



Inhalt

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | Grundlegendes zu Hydraulikzylindern | |
| 1.1 | Erklärungen zu den unterschiedlichen Zylinderarten | 9 |
| 1.2 | Bauarten | 9 |
| 1.3 | Allgemeine Berechnungen | 12 |
| | Umrechnung von SI-Einheit zu SI-konformer Einheit | 12 |
| | Kraft / Kolbendurchmesser | 12 |
| | Kolbengeschwindigkeit aus Volumenstrom / Pumpenleistung | 13 |
| | Erforderliche Ölmenge / Volumenstrom | 13 |
| | Empfohlene Strömungsgeschwindigkeiten | 13 |
| | Knickfestigkeit | 14 |
| 1.4 | Drücke in Hydraulikzylindern | 15 |
| 1.5 | Schleppdruck | 15 |
| 1.6 | Dichtsysteme | 15 |
| 1.7 | Betriebstemperatur | 16 |
| 1.8 | Luft im Hydrauliksystem | 16 |
| 1.9 | Kolbengeschwindigkeit | 16 |
| 1.10 | Wirkungsweise der Dämpfung | 17 |
| 1.11 | Einfluss äußerer Kräfte | 18 |
| 1.12 | Hydraulikmedien | 18 |
| 1.13 | Stangenqualität und Dichtungsauswahl | 19 |
| 1.14 | Anwendungssituationen von Hydraulikzylindern | 20 |
| | Stanzen | 20 |
| | Hohe Kolbengeschwindigkeiten und / oder große Massen | 20 |
| | Querkräfte | 20 |
| | Synchronanwendung | 20 |
| | Ungewollte Druckübersetzungen | 21 |
| | Drückende Last / Knickfestigkeit | 21 |
| | Lecköl | 22 |
| | Setzverhalten | 22 |
| 1.15 | Lebensdauer von Hydraulikzylindern | 22 |
| 1.16 | ATEX-Zulassung | 23 |
| 2 | Zylinder Merkmale | |
| 2.1 | Bauteildefinition | 24 |
| 2.2 | Oberflächengüte von Kolbenstangen und Zylinderlaufflächen | 25 |
| 2.3 | Funktionsarten | 25 |
| 2.4 | Hydraulikzylinder mit Besonderheiten | 26 |
| | Kernzugeinheit | 26 |
| | Zweikraftzylinder – drückend | 26 |
| | Zweikraftzylinder – ziehend | 27 |
| | Mehrstellungszylinder | 27 |
| | Hydraulikzylinder mit Verdrehsicherung | 28 |
| | Sonstige Sonderausführungen (S) | 28 |
| 2.5 | Entlüftung der Hydraulik | 28 |
| 2.6 | Dichtsysteme, Führungen | 29 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.7 | Zentrierbund | 30 |
| 2.8 | Nut | 30 |
| 2.9 | Vom Standard abweichendes Kolbenstangenende..... | 31 |
| 2.10 | Korrosionsbeständige Ausführungen..... | 32 |
| 3 | Schalter und Abfragesysteme | |
| 3.1 | Induktive Näherungsschalter..... | 33 |
| 3.2 | Magnetfeldsensoren | 34 |
| 3.3 | Mechanische Schalter..... | 35 |
| 3.4 | Wegmesssysteme | 35 |
| 4 | Betriebs- und Wartungshinweise | |
| 4.1 | Allgemeine Hinweise zum Service bei Hydraulikzylindern | 36 |
| 4.2 | Vorgehensweise bei Montage- und Servicearbeiten..... | 36 |
| | Dichtungsdemontage..... | 37 |
| | Montage der Stangendichtung..... | 38 |
| | Montage der Kolbendichtung..... | 39 |
| | Montage von Führungsbändern..... | 40 |
| | Montage des Zylinders..... | 40 |
| 4.3 | Entsorgung..... | 40 |
| 4.4 | Ersatzteile schnell und sicher beziehen | 41 |
| 4.5 | Montage und Inbetriebnahme von Hydraulikzylindern | 42 |
| 4.6 | Einstellen der Dämpfung..... | 43 |
| 4.7 | Richtiger Umgang mit Schaltern und Wegmesssystemen..... | 43 |
| 4.8 | Allgemeine Sicherheitshinweise | 45 |
| 5 | Zylinder Finder | |
| | Kolbenkrafttabelle..... | 46 |
| | Blockzylinder | 47 |
| | Stanzzylinder | 48 |
| | Rundblockzylinder..... | 48 |
| | Standardzylinder | 48 |
| | Normzylinder | 48 |
| | Hydraulikzylinder mit äußerer Führung..... | 48 |
| | Schiebereinheiten..... | 48 |
| | Kernzugeinheiten..... | 49 |
| | Flanschzylinder | 49 |
| | Doppelrohrzylinder | 49 |
| | Kurzhubzylinder..... | 49 |
| | Einschraubzylinder..... | 49 |
| | Spannelemente..... | 49 |
| | Drehantrieb | 49 |

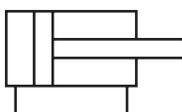
1 Grundlegendes zu Hydraulikzylindern

1.1 Erklärungen zu den unterschiedlichen Zylinderarten

Differentialzylinder

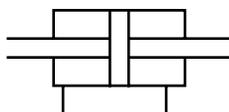
Bei Hydraulikzylindern wird bezüglich ihrer Betriebsweise zwischen Differentialzylindern und Gleichlaufzylindern unterschieden. Differentialzylinder besitzen meist nur eine Kolbenstange. Dadurch kommt es zu Unterschieden in der Größe derjenigen Flächen, die für die Kraftentwicklung sowie die Kolbengeschwindigkeit maßgeblich sind. Bei gleichen Druck- bzw. Strömungsverhältnissen teilt sich sowohl die Kraftentwicklung als auch die Geschwindigkeit beim Vor- bzw. Rückhub des Zylinders entsprechend dem Flächenverhältnis.

Zusätzlich wird zwischen einfach und doppelt wirkenden Zylindern unterschieden. Während die einfach wirkenden lediglich auf einer Seite einen Druckanschluss besitzen, haben doppelt wirkende Hydraulikzylinder zu beiden Zylinderkammern einen Anschluss, um vor- und rücklaufende Bewegungen ausführen zu können. Bei einfach wirkenden Zylindern muss entweder Vor- oder Rückhub durch eine äußere Kraft wie z. B. Feder- oder Gewichtskraft ausgeführt werden.



Gleichlaufzylinder

Bei Zylindern mit durchgehender Kolbenstange spricht man von Gleichlaufzylindern. Die druckbeaufschlagte Fläche für Vor- und Rückhub ist im Gegensatz zu den Differentialzylindern gleich groß. Dadurch arbeiten sie in Vor- und Rückhub bei gleichen Bedingungen in gleicher Weise. Das zuzuführende Volumen der Hydraulikflüssigkeit entspricht dem zu verdrängenden Volumen.



1.2 Bauarten

Blockzylinder (BZ)

Charakteristisch für Blockzylinder ist ihr rechteckiges Gehäuse. Durch diese Gehäuseform lassen sich unterschiedliche Befestigungsmöglichkeiten realisieren. Sie können mit einem Betriebsdruck von bis zu 500 bar betrieben werden, und verschiedene Abfragemöglichkeiten der Kolbenposition sind möglich. Bei Hüben bis 200 mm hat das Gehäuse eine Quaderform, größere Hübe werden durch ein Rohr zwischen quaderförmigem Kopf und Boden realisiert. Das Haupteinsatzgebiet von Blockzylindern ist der Formenbau.

Blockzylinder mit Keilspannelement / Führungsstange (BZK / BZF)

Bei diesen Zylindern wird ein Führungsgehäuse an einen Blockzylinder angeflanscht. In diesem Gehäuse wird eine gehärtete Stange geführt, die mit seitlichen Kräften belastet werden kann. Beim Keilspannelement (BZK) ist eine Schräge an der Führungsstange angebracht, die z. B. zum Klemmen von Werkstücken verwendet werden kann. Beim BZF dient die Führungsstange zur Führung mit der Eigenschaft der Aufnahme von seitlichen Kräften, was normalerweise bei Hydraulikzylindern vermieden werden muss.

Blockzylinder mit Verdrehsicherung (BVZ)

Diese Zylinder gibt es bis zu 250 bar und maximal zulässigen Drehmomenten zwischen 3 und 90 Nm. Diese Zylinderart ist immer dann von Vorteil, wenn sich die Kolbenstange – und evtl. damit bewegte Werkzeuge etc. – nicht drehen dürfen.

Rundblockzylinder (RZ)

Rundblockzylinder sind eine Variante des Blockzylinderprogramms. Der konstruktive Aufbau entspricht dem der Blockzylinder. Der nach außen sichtbare Unterschied dazu ist das zylinderförmige Gehäuse, was sich in manchen Einbausituationen mit wenig Platzangebot als vorteilhaft erweist.

Flanschzylinder (FZ)

Flanschzylinder sind Hydraulikzylinder in Rundbauweise mit Flansch. Aufgrund ihrer kleinen Baumaße werden sie häufig im Vorrichtungs- und Formenbau eingesetzt. Die Druckanschlüsse befinden sich im Anschraubflansch und somit auf einer Seite des Zylinders. In der Praxis eignen sich Flanschzylinder am besten bis zu Hüben von 100 mm, darüber hinaus sind Doppelrohrzylinder zu empfehlen.

Würfelkurzhubzylinder (WKHZ)

Würfelkurzhubzylinder sind Zylinder mit besonders kleinen Außenmaßen. Entsprechend werden sie immer dann gerne eingesetzt, wenn kein Platz für Standard- oder Blockzylinder ist. Es gibt sie für einen maximalen Betriebsdruck von 400 bar.

Kurzhubzylinder (KHZ)

Die Kurzhubzylinder sind über die gesamte Länge mit einem Außengewinde versehen. Sie lassen sich auf diese Weise direkt in eine Vorrichtung einschrauben bzw. daran anflanschen und damit optimal justieren. Mithilfe der mitgelieferten Kontermutter kann ein solcher Zylinder sehr einfach fixiert werden. Beide Hydraulikanschlüsse sind axial am Zylinderboden angeordnet.

Doppelrohrzylinder (DFZ)

Doppelrohrzylinder sind Hydraulikzylinder mit einer ganz speziellen Bauform. Konstruktiv sind sie so aufgebaut, dass zwei Zylinderrohre ineinander verbaut und druckfest gegeneinander abgedichtet sind. Diese können auch für große Hübe hergestellt werden. Das Kennzeichen von Doppelrohrzylindern ist die Rundbauweise mit einem Flansch auf einer Seite. Der Flansch befindet sich entweder auf der Stangen- oder auf der Kolbenseite. An diesem Flansch sind beide Anschlüsse für Vor- und Rückhub angebracht und an diesem wird der Zylinder auch befestigt. Doppelrohrzylinder erweisen sich immer dann als sinnvoll, wenn durch längere Hübe und den Einbau in größere Formen eine Seite des Zylinders schlecht zugänglich ist und sich somit beide Anschlüsse auf einer Seite befinden sollen.

Standardzylinder (UZ, HZ, HZH)

AHP Merkle unterteilt seine Standardzylinder in drei Druckbereiche (100, 160 und 250 bar) und vier Baureihen (UZ 100, HZ 160, HZ 250 und HZH 250). Charakteristisch für alle ist die Rundbauweise mit geschraubtem Kopf und Boden. Kunden können zwischen zwölf unterschiedlichen Befestigungsarten und der Möglichkeit, ob mit oder ohne integrierte Näherungsschalter bzw. Wegmesssystem, auswählen.

Normzylinder (DHZ, ZHZ)

Normzylinder sind gemäß den Einbaumaßen nach den Normen DIN ISO 6020/2, DIN ISO 6020/1 bzw. ISO 6022, DIN 24333 konstruiert und hergestellt. Es wird zwischen den Druckbereichen 160 und 250 bar unterschieden. Verschiedene Befestigungsarten sind möglich.

Schiebereinheiten (BSE, ZSE)

Schiebereinheiten können aufgrund ihrer zusätzlichen externen Führungen hohe Querkräfte und Momente aufnehmen. Es gibt in dieser Baureihe Varianten mit 2, 3 oder 4 Führungssäulen. Auf einer Frontplatte können von Kundenseite Werkzeuge angebracht werden.

Verriegelungszyylinder (VBZ)

Abhängig von der zu spritzenden Artikelgeometrie kann es notwendig sein, einen Durchbruch oder Hinterschnitt zu erzeugen. Die Anwendung erfordert also einen Kern oder Schieber in der Kavität zu halten. Diese Aufgabe bewerkstelligt der neue Verriegelungszyylinder. In kompakter Bauform hält er durch eine mechanische Verriegelung (formschlüssig) sehr hohen Kräften stand. Dabei findet dieser hauptsächlich im Spritzgussformenbau Verwendung.

Block-Schieber (BZS)

Block-Schieber-Einheiten sind modifizierte Blockzylinder mit integrierten Führungen. Dadurch sind sie in der Lage gewisse Seitenkräfte aufzunehmen. Diese sind zwar geringer als bei Schiebereinheiten dafür sind Block-Schieber sehr kompakt und lassen sich auch bei beengten Platzverhältnissen einbauen. Diese Zylindervariante verbindet in idealer Weise die Vorteile von Blockzylindern und Schiebereinheiten.

Stanzzylinder (STZ)

Die Stanzzylinder sind eine Weiterentwicklung des Blockzylinders. Charakteristisch für Stanzzylinder ist, dass sie durch die besondere Gestaltung der Dichtungs- und Führungsanordnung die großen dynamischen Belastungen, die beim Stanzen auftreten, aufnehmen können.

Einschraubzylinder (EZ)

Die platzsparendste Variante der Hydraulikzylinder von AHP Merkle sind die Einschraubzylinder. Dadurch, dass diese Zylinder direkt in das Werkzeug eingeschraubt werden, übernimmt das Werkzeug die Funktion des Gehäuses. Der Kunde / Anwender muss lediglich die Aufnahmebohrung mit den dazugehörigen Zulaufbohrungen für Vor- und Rücklauf im Werkzeug anbringen. Es gibt sowohl einfach als auch doppelt wirkende Varianten.

Kernzugeinheiten (KZE)

Kernzugeinheiten wurden hauptsächlich für den Formenbau konstruiert, aber auch andere Einsatzmöglichkeiten, bei denen eine präzise Führung gewünscht ist, sind denkbar. Durch die Verwendung dieser Einheiten entfällt für den Anwender die aufwändige Konstruktion einer Führung, wie sie zum Beispiel bei Kernzügen notwendig ist. Die Kernzugeinheit ist so konstruiert, dass zum „Ziehen“ die gesamte Kolbenfläche beaufschlagt wird. Im Gegensatz zu einem ziehenden Zylinder kann somit bei gleichem Betriebsdruck ein kleinerer Kolben verwendet werden. Die Platzersparnis kann durch diesen Aufbau im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen bis zu 35 Prozent betragen. Die präzise Führung des Schlittens ist durch die Verwendung von Kreuzrollenführungen gewährleistet.

Hydraulikzylinder mit äußerer Führung (HZF)

Für Drücke bis maximal 160 bar gibt es diese Hydraulikzylinder mit äußerer Führung. Das Zylinderrohr ist plasmanitriert und als Führung geeignet. Sehr häufig werden diese Zylinder in Aluminium-Druckguss-Anlagen verwendet.

Drehantriebe (DA)

Hydraulische Drehantriebe gibt es mit Drehwinkeln von 0° bis 720° und Drehmomenten bis zu 1 400 Nm. Die Rotationsbewegung wird dabei über eine hydraulisch bewegte Zahnstange in Verbindung mit einem Ritzel erreicht. Diese Art der Kinematik ist deshalb auch nicht mit der von Hydraulikmotoren vergleichbar. Das maximale Drehmoment wird bei einem Betriebsdruck von 50 bar erreicht.

1.3 Allgemeine Berechnungen



Mit dem Konstruktionstool ahp.calc lassen sich viele komplizierte Berechnungen einfach und benutzerfreundlich durchführen. Alle in Kapitel 1.3 aufgeführten Rechnungen sind ebenfalls in der App enthalten.

Umrechnung von SI-Einheit zu SI-konformer Einheit

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2}$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 10 \text{ bar}$$

$$1 \text{ PSI} = 6,8948 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 6,8948 \cdot 10^{-2} \text{ bar}$$

$$1 \text{ N} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$1 \text{ W} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3}$$

Kraft / Kolbendurchmesser

- A: wirksame Kolbenfläche [mm²]
- F: Kraft [N]
- p: Druck [bar]
- D: Kolbendurchmesser [mm]
- d: Stangendurchmesser [mm]
- η: Wirkungsgrad des Hydraulikzylinders

Der Wirkungsgrad [η], der sich hauptsächlich durch Reibungsverluste (Dichtungen, Führungen) ergibt, kann näherungsweise mit 0,8 angenommen werden. Je größer der Zylinder ist, desto geringer wird der Einfluss der Reibung auf die Gesamtkraft. Bei Geschwindigkeiten über 0,05 m/s ist die Reibung nahezu unabhängig vom Druck. Ab Kolbendurchmessern von 100 mm liegt der prozentuale Verlust selbst in ungünstigen Fällen nicht über 2 Prozent. Bei noch größeren Kolbendurchmessern ist er sogar vernachlässigbar.

Beispiel:

Bei Zylindern mit Kolbendurchmesser unter 20 mm und einem Betriebsdruck von ca. 140 bar können die Reibungsverluste etwa 20 Prozent ausmachen. Bei einem Kolbendurchmesser von 100 mm reduziert sich dieser Wert auf 2 Prozent.

In der Praxis ist zu beobachten, dass neue Dichtungen verhältnismäßig hohe Reibwerte aufweisen, die bei zunehmender Betriebsdauer jedoch geringer werden und damit der Wirkungsgrad des Hydraulikzylinders steigt. Dies ist vor allem auch beim Dichtungswechsel zu berücksichtigen, wenn die Zylinder mit niedrigen Geschwindigkeiten (Stick-slip-Effekt) gefahren werden oder niedrige Arbeitsdrücke vorherrschen.

Der Zusammenhang zwischen der Kraft [F], dem Systemdruck [p] und der Kolbenfläche [A] folgt bei Hydraulikzylindern folgender Formel:

$$F = 0,1 \cdot A \cdot p \cdot \eta$$

! Die Kraft, die aus dem Systemdruck resultiert, ist auf der Stangenseite kleiner als auf der Kolbenseite. Hierzu wird die wirksame Fläche folgendermaßen errechnet:

$$A = A_{\text{Kolben}} - A_{\text{Stange}} = \frac{(D^2 - d^2) \cdot \pi}{4}$$

Grundsätzlich errechnet sich die Kreisfläche [A] aus dem Durchmesser [D] nach folgender Formel:

$$A = \frac{D^2 \cdot \pi}{4}$$

Beziehungsweise aus der aufzubringenden Kraft [F] und dem Druck [p]:

$$A = \frac{F}{p \cdot \eta}$$

Ermittlung des Kolbendurchmessers in Abhängigkeit von Systemdruck und der erforderlichen Kraft:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{p \cdot \pi \cdot \eta}}$$



Vor allem bei drückenden Lasten muss zusätzlich zur Hydraulikzylinderauslegung auch die Knickfestigkeit der Kolbenstange berechnet werden.



Zur einfachen Berechnung von Hydraulikzylindern steht Ihnen im Internet unter www.ahp.de ein Zylinderrechner zur Verfügung, der Ihnen auch die passenden Zylinder für Ihre Anwendung vorschlägt.

Kolbengeschwindigkeit aus Volumenstrom / Pumpenleistung

- v: Kolbengeschwindigkeit [m/s]
- Q: Volumenstrom [l/min]
- A: Kolbenfläche [mm²]
- P: Erforderliche Pumpenleistung [KW]
- p: Systemdruck [bar]
- η: Wirkungsgrad des Hydrauliksystems

$$v = \frac{Q}{A \cdot 0,06}$$

$$v = \frac{P \cdot \eta \cdot 10^4}{A \cdot p}$$

$$P = \frac{Q \cdot p}{600 \cdot \eta}$$

Erforderliche Ölmenge / Volumenstrom

- Q: Volumenstrom [l/min]
- A: Kolbenfläche [mm²]
- v: Kolbengeschwindigkeit [m/s]
- η: Wirkungsgrad des Hydraulikzylinders

$$Q = A \cdot 0,06 \cdot v$$

$$Q = \frac{P \cdot 600 \cdot \eta}{p}$$

Empfohlene Strömungsgeschwindigkeiten

Strömungsgeschwindigkeiten in Rohrleitungen sind begrenzt.

Die empfohlenen Strömungsgeschwindigkeiten sind abhängig vom Druck.

- Saugleitungen: ≤ 1,5 m/s
- Rücklaufleitungen: ≤ 3 m/s

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------|
| Druckleitungen: | ≤ 25 bar | ≤ 3 m/s |
| | 25 bis 63 bar | 3 – 5 m/s |
| | 63 bis 160 bar | 4 – 6 m/s |
| | 160 bis 250 bar | 5 – 8 m/s |
| | > 250 bar | ≤ 10 m/s |

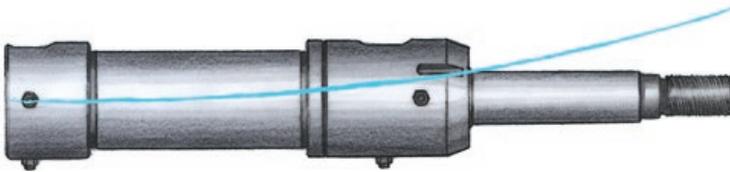
Knickfestigkeit

Zur richtigen Dimensionierung von Hydraulikzylindern mit drückender Belastung werden die vier so genannten Euler'schen Knickfälle verwendet. Da die folgenden Berechnungen bereits eine fünffache Sicherheit enthalten, können die Ergebnisse direkt verwendet werden.

- d: Kolbenstangendurchmesser [mm]
- F: Axialkraft [N]
- L: Befestigungsabstand [mm]

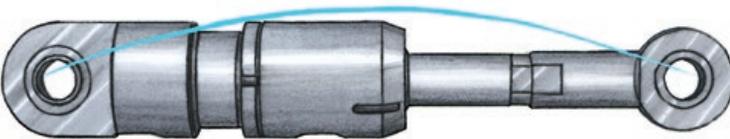
Erster Euler'scher Knickfall: Kolbenstange weder geführt noch befestigt – Zylinder fixiert

$$L = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot d^4 \cdot 164,06}{F}}$$



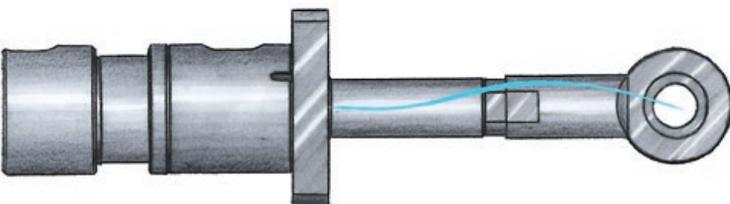
Zweiter Euler'scher Knickfall: Kolbenstange und Zylinder beidseitig schwenkbar gelagert

$$L = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot d^4 \cdot 656,25}{F}}$$



Dritter Euler'scher Knickfall: Kolbenstange schwenkbar gelagert – Zylinder fixiert

$$L = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot d^4 \cdot 1312,5}{F}}$$



Vierter Euler'scher Knickfall: Kolbenstange geführt – Zylinder fixiert

$$L = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot d^4 \cdot 2625}{F}}$$



1.4 Drücke in Hydraulikzylindern

Druckspitzen

Grundsätzlich gilt beim Betrieb von Hydraulikzylindern, dass die zulässigen Druckwerte nicht überschritten werden dürfen – auch nicht kurzzeitig. Es ist darauf zu achten, dass weder von der Pumpe ausgehend noch aufgrund äußerer mechanischer Einwirkungen Druckspitzen im System auftreten. Ansonsten können an den Dichtungen oder am Zylinder Beschädigungen auftreten.



Druckspitzen aufgrund hochdynamischer Bewegungen sollten auf jeden Fall über eigene Dämpfungsmaßnahmen im Zylinder (Endlagendämpfung) oder außerhalb des Zylinders (Stoßdämpfer) abgefangen werden. Es muss unter allen Umständen sicher gestellt sein, dass die Dynamik des Bewegungsvorgangs NICHT in den Endlagen des Zylinders abgebaut wird.



Bei speziellen Anwendungen sind solche Druckspitzen unumgänglich. So können zum Beispiel beim Stanzen Druckspitzen auftreten, deren Wert ein Vielfaches des Systemdrucks erreicht. Normale Hydraulikzylinder sind hierfür nicht geeignet, dafür gibt es spezielle Stanz(block)zylinder, die für solche Extrembelastungen ausgelegt sind.

1.5 Schleppdruck

Die Zylinder sind von AHP Merkle so konstruiert, dass unter normalen Anwendungsbedingungen kein Schleppdruck entsteht. Bei ungünstigen Betriebsbedingungen kann sich jedoch auf der Stangenseite ein Schleppdruck aufbauen, der höher als der Druck im Zylinderraum werden kann.

Dies kann zum Beispiel passieren, wenn die Kolbenstange durch äußere Kräfte so eingefahren wird, dass die Dichtung keine Möglichkeit zur Rückführung des Lecköls hat – z. B. durch Vibrationen oder Stöße. Steigt der Schleppdruck übermäßig an, kann das zu Beschädigungen der Primärdichtung und damit zum Ausfall des Dichtsystems führen.

1.6 Dichtsysteme

Moderne Dichtungssysteme sind aus unterschiedlichen Einzelkomponenten (z. B. Dichtring, Stützring, Abstreifer, etc.) mit entsprechenden Aufgabenstellungen zusammengesetzt. Deren richtige Abstimmung auf spezielle Betriebsanforderungen entscheidet über die störungsfreie Betriebsdauer von Hydraulikzylindern. Das bedeutet unter anderem, dass Dichtungen, die bei hohen Drücken korrekt abdichten, nicht unbedingt für geringe Drücke geeignet sind.



Die Verträglichkeit der Druckflüssigkeit mit den Dichtungswerkstoffen muss geprüft werden.



Durch jahrelange Erfahrung in Entwicklung und Herstellung von Hydraulikzylindern erfolgt die Wahl der Dichtungen bei AHP Merkle so, dass ein möglichst großes Anwendungsspektrum abgedeckt wird.

1.7 Betriebstemperatur

Die Obergrenze für die Betriebstemperatur liegt bei Standardhydraulikzylindern bei 80 °C. Das liegt an der Wahl der Dichtungen, die meist aus den Elastomerwerkstoffen Polyurethan (PU), Polytetrafluorethylen (PTFE) oder Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) bestehen.

Mit temperaturbeständigeren Dichtungswerkstoffen wie Fluorkautschuk (FKM) kann eine höhere maximale Betriebstemperatur in Sonderfällen von bis zu 180 °C erreicht werden.



Kurze Hübe führen zu einem sehr geringen Ölaustausch in den Zylinderkammern und damit zu einer Erwärmung des Druckmediums, die auch die Dichtungen negativ beeinflusst. Durch den daraus resultierenden mangelnden Ölaustausch erhöht sich die Ölverschmutzung (z. B. durch Abrieb) bzw. reduziert sich die Öladditivierung.



Bezüglich der beim Betrieb von Hydraulikzylindern auftretenden Temperaturen ist darauf zu achten, dass alle konstruktiven Elemente für diese Temperatur ausgelegt sind. Dazu gehören nicht nur Dichtungen, Führungen, Schalter etc., sondern auch die Druckflüssigkeit selbst. Außerdem muss die Verträglichkeit der Druckflüssigkeit mit den Dichtungswerkstoffen geprüft werden. Für gewisse Anwendungsfälle kann es hilfreich sein, einen Hydraulikzylinder mit integrierter Wasserkühlung zu verwenden. Auf diese Weise kann die Temperatur des Zylinders reduziert werden.

1.8 Luft im Hydrauliksystem

Es muss unbedingt darauf geachtet werden, dass sich keine Lufteinschlüsse im Hydraulikmedium befinden (Ölwechsel, Wartungsarbeiten, etc.). Durch schnelles Verdichten können sich solche Luftbläschen so stark erhitzen, dass eine Selbstzündung (in Mineralöl) des Luft-Gas-Gemischs auftreten kann. Der dadurch entstehende Druck- und Temperaturanstieg trägt nicht nur zur Ölalterung bei, sondern kann auch die Dichtungen sowie die Bauteile im Hydraulikzylinder beschädigen. Dieser Vorgang ist auch als Dieseleffekt bekannt.

Bis zu zehn Volumenprozent Luft können in Hydraulikflüssigkeiten unter Atmosphärendruck gelöst sein. Fällt der Systemdruck unter den Dampfdruck der Flüssigkeit, bilden sich Luftbläschen, die sich schnell mit Öldampf zu größeren Blasen erweitern. Bei Kompressionsvorgängen kann es dann zum Dieseleffekt kommen.

1.9 Kolbengeschwindigkeit

Die maximal zulässige Kolbengeschwindigkeit orientiert sich wie die Höhe der maximalen Betriebstemperatur an der Auswahl der Dichtungen im Hydraulikzylinder. Im Allgemeinen geht man in der Praxis von einer maximalen Kolbengeschwindigkeit von 0,5 m/s aus.

Wird diese überschritten, sollte eine Zylinderlösung speziell an die vorliegenden Anforderungen angepasst sein. Entsprechende Zylinderauswahlmöglichkeiten gibt es unter anderem auf www.ahp.de.

Gleichermaßen sollte ein Zylinder an die jeweilige Applikation angepasst werden, wenn die Kolbengeschwindigkeiten sehr niedrig sind. Dann treten so genannte Stick-slip-Effekte auf, die die Kolbenstange im Mikrobereich „ruckeln“ lassen. Das bedeutet, die Kolbenstange verfährt im engen Grenzbereich zwischen Haft- und Gleitreibung. Bei Geschwindigkeiten über 0,05 m/s ist die Reibung nahezu unabhängig vom Druck.



Ein solch unerwünschter Stick-slip-Effekt wird durch Nachgiebigkeiten im Hydrauliksystem, wie beispielsweise Luftblasen in der Hydraulikflüssigkeit, wesentlich verstärkt und ist meist mit erhöhter Geräuschentwicklung verbunden.

Bei sehr dynamischen Anwendungen, die zudem noch große Massen bewegen, kommt es zu hohen Beanspruchungen der Zylinder, der Dichtungen und des Druckmediums. Die vorhandene kinetische Energie muss in kürzester Zeit abgeleitet werden. In solchen Fällen empfiehlt es sich, Hydraulikzylinder mit integrierter Endlagendämpfung, bzw. bei hohen Belastungen externe Stoßdämpfer, einzusetzen. Die integrierte Endlagendämpfung gibt es regelbar und nicht regelbar – abhängig vom Zylindertyp und Kolbendurchmesser.



Der Einsatz einer Dämpfung ist erst ab einer Hublänge sinnvoll, die die Länge eines Dämpfungswegs übersteigt, da sich der Kolben sonst ausschließlich innerhalb des Dämpfungswegs bewegen würde. Dies würde zu längeren Taktzeiten und erhöhtem Energiebedarf führen und müsste bei der Auslegung beachtet werden.

1.10 Wirkungsweise der Dämpfung

Interne und externe Dämpfungseinrichtungen empfehlen sich bei hohen Verfahrgeschwindigkeiten mit schneller Anfahrt der Endlage – also bei sehr dynamischen Antrieben. Dadurch lassen sich Beschädigungen am Zylinder oder der Kolbenstange vermeiden, Betriebsgeräusche reduzieren und Verschleiß in der Anwendung vermindern.

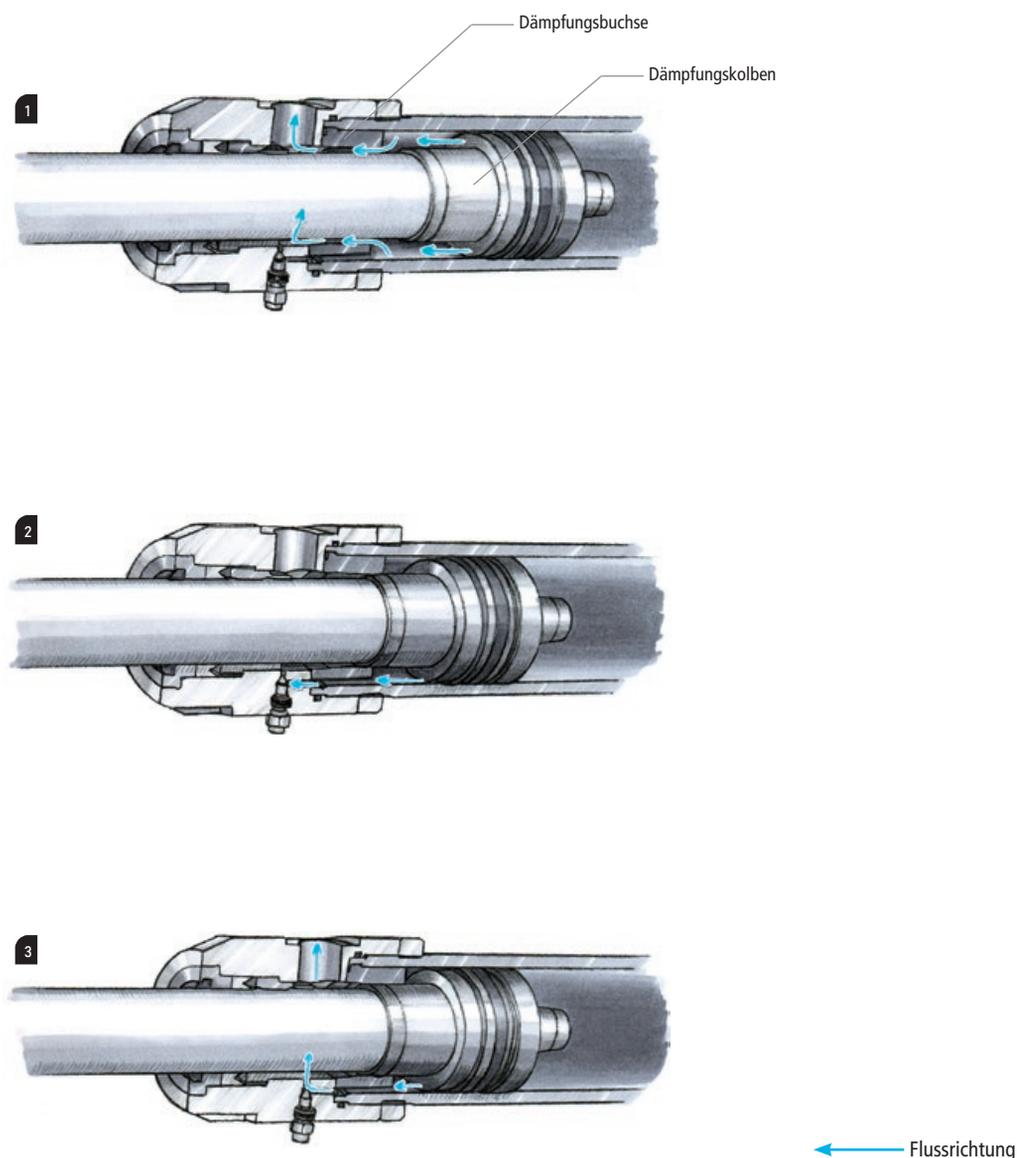
Integrierte Endlagendämpfungen besitzen den zusätzlichen Nutzen, dass sie die kinematische/potentielle Energie in der Endlage reduzieren, ohne dabei einen Kraftverlust des Zylinders zu verursachen. Endlagendämpfungen erweisen sich zum Beispiel auch bei einer ersten Anlagenprogrammierung bzw. bei Inbetriebnahmen als vorteilhaft. Eine Dämpfung sollte bei Anschlaggeschwindigkeiten des Kolbens von über 0,1 m/s vorgesehen werden.

Die Dämpfung in den Hydraulikzylindern sorgt für die Energieabsorption. Am Kolbenende befindet sich ein so genannter Dämpfungskolben (Bild 1). Dieser fährt in eine Dämpfungsbuchse und trennt dabei den Kolbenraum vom Anschluss (Bild 2). Das Hydraulikmedium strömt dann über Kanäle zum Rücklaufanschluss (Bild 3). Anhand ihrer Dimensionierung ergibt sich die Dämpfungscharakteristik.

Die regelbaren Endlagendämpfungen besitzen eine Einstellschraube, mit der der Überströmquerschnitt variiert werden kann. Durch die Form des Dämpfungskolbens ergibt sich zu Beginn der Dämpfung ein progressiver Dämpfungsverlauf. Das bedeutet: Je weiter der Kolben einfährt, desto stärker ist die Dämpfung. Ab einem bestimmten Punkt bleibt dann die Dämpfungsintensität bis zur Endlage konstant.

Tipp

Eine optimale Lösung zur Reduzierung der Kolbengeschwindigkeit in der Endlage sollte ohne Kraftverlust arbeiten wie es zum Beispiel integrierte Endlagendämpfungen von AHP Merkle ermöglichen.



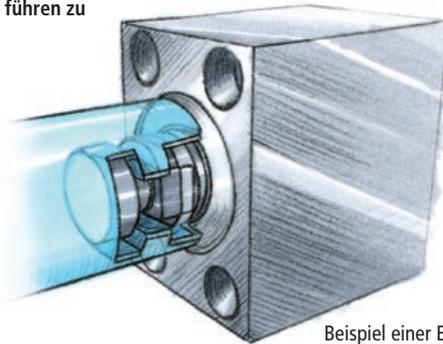
1.11 Einfluss äußerer Kräfte

Hydraulikzylinder sind äußerst kraftvolle Elemente deren spezifische Kraftentwicklung nahezu mit keinem anderen Antrieb vergleichbar ist. Ihre Leistungsfähigkeit bringen sie in axialer Richtung auf. Hierzu sind Berechnungen der Knickfestigkeit und der grundsätzlichen Systemgrenzen aus Zug- und Druckbelastungen notwendig. Gleichzeitig treten im Zusammenspiel mit der jeweiligen Anwendung nahezu immer auch seitliche Kräfte auf. Diese gilt es so gut wie möglich zu eliminieren bzw. über eigene (mechanische) Zusatzkonstruktionen aufzunehmen wie auch die DIN EN ISO 4413 fordert. Eine gute Möglichkeit ist zum Beispiel die Verwendung von entsprechenden Kupplungen wie sie AHP Merkle anbietet, die eine seitliche Bewegung zulassen, ohne sie auf die Kolbenstange zu übertragen.

Alternativ dazu gibt es bei AHP Merkle Zylindervarianten, die Querkräfte oder Momente aufnehmen können wie zum Beispiel Schiebereinheiten (BSE, ZSE) und Kernzueinheiten (KZE).

Seitliche Kräfte oder Momente auf Hydraulikzylinder führen zu

- beschädigten Führungen
- beschädigten Kolbenstangen
- beschädigten Laufflächen
- zerstörten Dichtungen



Beispiel einer Entkopplung der Kolbenstange

1.12 Hydraulikmedien

Grundsätzlich werden hydraulische Druckflüssigkeiten unterteilt in

- Mineralölbasierende Druckflüssigkeiten
- Schwer entflammbare Druckflüssigkeiten
- Biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten

Die mineralölbasischen Hydraulikflüssigkeiten sind in der ISO 6743/4 als HL, HM, HV bezeichnet, in der DIN 51524 mit HL, HLP, HVLP.

HL steht für Hydrauliköle aus Mineralölen mit Wirkstoffen, die den Korrosionsschutz und die Alterungsbeständigkeit verbessern. HLP-Öle verbessern den Korrosionsschutz, die Alterungsbeständigkeit und den Fressverschleiß im Mischreibungsbereich. HVLP verbessern zusätzlich das Viskositäts-Temperatur-Verhalten. Außerdem gibt es HLP-D Druckflüssigkeiten, die mit reinigenden (detergierenden) Zusätzen versehen sind.

Es gibt bestimmte Additive in Mineralölen, die bei höheren Temperaturen die Alterung von Elastomerdichtungen beschleunigen können. Die Folge ist eine Nachvulkanisierung, was zum Erhärten und zum Verlust von Elastizität führt.

Werden zinkfreie HLP-Öle eingesetzt, kann dies in Verbindung mit bestimmten Dichtungswerkstoffen zu erhöhtem Verschleiß der Dichtelemente und Laufflächen führen.

Schwer entflammbare Druckflüssigkeiten sind in der VDMA 24317 klassifiziert. Es gibt sie als HFAE, HFAS, HFB, HFC und HFD Öle.

HFAE sind Öl-in-Wasser-Emulsionen mit einem Wassergehalt größer 80 Prozent und einem Konzentrat auf Mineralölbasis oder auf Basis von löslichen Polyglykolen. Bei der Mineralöl basierenden Variante muss auf eine mögliche Entmischung bzw. auf Mikrobewachstum geachtet werden. Die Flüssigkeit kann bei Temperaturen von +5 °C bis +60 °C verwendet werden.

Bei HFAS mit synthetischen Konzentraten besteht die Gefahr der Entmischung nicht. Allerdings sollte hier auf die deutlich erhöhte Korrosionsanfälligkeit geachtet werden.

HFB sind Wasser-in-Mineralöl-Emulsionen mit einem Wassergehalt, der über 40 Prozent liegt. Auch diese Druckflüssigkeiten sind von +5 °C bis +60 °C einsetzbar, sind aber in Deutschland aufgrund mangelnder brandtechnischer Eigenschaften nicht zugelassen.

HFC sind so genannte Wasserglykole, gewissermaßen wässrige Monomer- bzw. Polymerlösungen (häufig Polyglykole). Ihr Wassergehalt liegt in der Regel zwischen 35 und 65 Prozent. Diese schwer entflammbaren Hydraulikflüssigkeiten sind einsetzbar bis 250 bar und Temperaturen zwischen -20 °C und +60 °C.



Bei Verwendung von HFC Flüssigkeiten muss geklärt werden, ob sich die eingesetzten Dichtungswerkstoffe eignen. Während Fluorkautschuk (FKM) nicht in jedem Fall passend ist, sind Dichtungen aus Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) unproblematisch.

HFD sind wasserfreie Flüssigkeiten, die im Temperaturbereich zwischen +20 °C und +150 °C eingesetzt werden können. Sie sind in ihrer Zusammensetzung sehr unterschiedlich, was zu folgender Unterscheidung führt: HFD-R, HFD-S, HFD-T, HFD-U. Diese Flüssigkeiten sind schwer entflammbar, können aber beim Ansaugverhalten von Pumpen Probleme verursachen und greifen viele Dichtungswerkstoffe an.

Biologisch schnell abbaubare Druckflüssigkeiten sind auf pflanzlicher Basis aufgebaut. Ihr Kürzel HE bedeutet Hydraulic Environmental und findet sich in den unterschiedlichen Bezeichnungen wieder: HETG (Basis Triglyceride / pflanzliche Öle), HEES (Basis synthetischer Ester), HEPG (Polyglykole), HEPR (andere Basisflüssigkeiten / hauptsächlich Poly-alpha-olefine).

Reines Wasser als Hydraulikmedium gibt es nur in sehr wenigen Anwendungen, weil seine physikalischen Eigenschaften nur schwer zu beherrschen sind.

1.13 Stangenqualität und Dichtungsauswahl

Hydrauliksysteme lassen sich aufgrund der verbesserten Dichtungstechnik heute vollkommen dicht ausführen. Bei den Dichtsystemen, die die Kolbenstange gegenüber dem Druckraum abdichten, ist jedoch ein minimaler „Schmierfilm“ gewünscht. Dieser verbessert nicht nur die Gleiteigenschaften an der Kolbenstange, sondern vermindert auch den Verschleiß.

Hierzu besitzen die speziellen Dichtsysteme Rückführungseigenschaften, die diesen Mikrofilm wieder zum Druckraum befördern, so dass der Mikrofilm nicht zur Tropfenbildung führt und somit keine Hydraulikflüssigkeit in die Umwelt gelangt.

Um eine möglichst hohe Lebensdauer zu erreichen, müssen Dichtung, Mikrofilm und Stangenbeschaffenheit optimal aufeinander abgestimmt sein. Besonders bei den Stangenoberflächen ist auf Qualität zu achten, die auf folgende Arten erzielt werden kann:

- Geschliffen und hartverchromt
- Gehärtet und geschliffen
- Gehärtet, geschliffen und hartverchromt



Selbst kleinste Riefen in der Kolbenstange führen unweigerlich zu Leckage und mindern die Lebensdauer von Dichtungen deutlich. Deshalb ist darauf zu achten, dass Kolbenstangen keinen äußeren mechanischen Einwirkungen ausgesetzt werden – weder beim Betrieb, noch bei Servicearbeiten.



Die Verwendung von gehärteten, geschliffenen und hartverchromten Kolbenstangen wie sie AHP Merkle anbietet mindert das Risiko von Beschädigungen erheblich.



Gehärtete Kolbenstange (AHP Merkle Standard)



Nicht gehärtete Kolbenstange

1.14 Anwendungssituationen von Hydraulikzylindern

Die typischen Hubbereiche von AHP Merkle Hydraulikzylindern reichen von 1 mm bis 2000 mm. Natürlich gibt es auch Sonderkonstruktionen mit längeren Hübten. Bei der Festlegung bzw. Dimensionierung sollten wichtige Betriebsbedingungen wie Dynamik, Kolbengeschwindigkeit, Kraftverhältnisse, etc. besondere Beachtung finden.

Stanzen

Beim Stanzen treten zum Beispiel sehr hohe dynamische Belastungen (Schaltschläge, Druckspitzen) auf, für die sowohl die Zylinder als auch die Dichtungen ausgelegt sein müssen. Deshalb sind die Führungen verstärkt, die Dichtsysteme angepasst und die Gesamtkonstruktion auf die erheblich höheren Belastungen ausgelegt. Ein weiterer Unterschied der Stanzzylinder zu den Blockzylindern sind die größeren Anschlüsse, um höhere Volumenströme zu erzielen.

Hohe Kolbengeschwindigkeiten und / oder große Massen

Bei hohen Kolbengeschwindigkeiten und großen bewegten Massen muss die Anfahrt in die Endlage besonders berücksichtigt werden. Um unnötige Stoßbelastungen zu vermeiden, empfiehlt es sich Hydraulikzylinder mit integrierten Endlagendämpfungen einzusetzen, oder externe Stoßdämpfer vorzusehen – möglicherweise auch beides. Dies gilt immer dann, wenn der Kolben mit einer Geschwindigkeit über 0,1 m/s in die Endlage fährt.

Wichtig bei der Entscheidung für integrierte Endlagendämpfungen oder externe Stoßdämpfer ist nicht nur die bewegte Masse, sondern auch der Hub. Ist der Hub sehr kurz, kann eine Endlagendämpfung die Dynamik der Zylinderbewegung stark beeinflussen und „träge“ machen. Dann empfiehlt es sich, externe Dämpfungsmaßnahmen vorzusehen.



Je größer die Kolbengeschwindigkeit oder die durch den Zylinder bewegte Masse ist, desto wichtiger sind Dämpfungsmaßnahmen.

Querkräfte

Nicht selten treten in mechanischen Konstruktionen auch Querkräfte auf, die keinesfalls vom Hydraulikzylinder aufgenommen werden dürfen (siehe hierzu auch DIN EN ISO 4413). Zum einen werden dadurch die Führungen und Dichtungen beschädigt, zum anderen kann die Kolbenstange bei übermäßiger Krafteinwirkung eine plastische Verformung erfahren. Aus diesem Grund müssen geeignete Führungen, wie sie z. B. bei den Schieber-einheiten und den Kernzugeinheiten von AHP Merkle Standard sind, die auftretenden Querkräfte aufnehmen. Zudem besteht die Möglichkeit, ungewollte Krafteinwirkungen auf Hydraulikzylinder über geeignete Kupplungen und Gelenklager abzufangen.



Werden Querkräfte nicht hundertprozentig von entsprechenden konstruktiven Elementen aufgenommen, drohen Beschädigungen der Führungen, Laufflächen, Dichtungen und der Kolbenstange.

Synchronanwendung

Möchte man in einer Anwendung mehrere (auch gleiche) Zylinder gleichlaufend betreiben, muss man sich der Besonderheiten dieser Anordnung bewusst sein. Denn ein Synchronlauf mehrerer Achsen, das gilt auch für Hydraulikzylinder, ist nur mit zusätzlichen konstruktiven Maßnahmen wie zum Beispiel präzisen und stabilen Führungen zu erreichen. Dies ergibt sich aus der Vielzahl der auf das System wirkenden physikalischen Parameter. Bei Hydraulikzylindern bedeutet das, dass einer der Zylinder immer den geringsten Widerstand hat, und deshalb selbst baugleiche Einheiten nicht hundertprozentig identisch aus- und einfahren. Werden Synchronanwendungen ohne entsprechende konstruktive Gleichlaufmaßnahmen betrieben, können als Folge Schäden an den Zylindern auftreten und gegebenenfalls auch an weiteren Elementen der Anordnung.

Eine wirksame Maßnahme, um einen störungsfreien Synchronlauf zu erreichen, ist der Einsatz von Mengen- oder Stromteilern wie sie am Markt verfügbar sind. Diese verteilen die verfügbare Ölmenge gleichmäßig auf die Zylinder. Des Weiteren sollten die Leitungen für die Volumenstromzuführung zu den einzelnen Zylinder gleich lang sein (Synchrone Verrohrung) und mit einem ausreichend großen Leitungsquerschnitt versehen werden. Zusätzlich müssen externe Führungen vorhanden sein, die besonders genau und stabil ausgelegt worden sind. In den meisten Fällen ist eine synchrone Verrohrung mit einer gut durchdachten Führung der zu bewegenden Formteile für viele Anwendungsfälle schon ausreichend.

Eine weitere Maßnahme zum Erreichen von Gleichlauf ist die Achsensynchronisation mittels Wegmesssystem. Ein so geregeltes System verspricht die größte Gleichlaufgenauigkeit bei der Umsetzung einer Synchronanwendung. Proportional-, Regel- oder Servoventile übernehmen dabei die präzise Steuerung des Volumenstroms – und somit der Zylinderbewegung. Die dafür notwendige Regelelektronik ist allerdings erheblich aufwändiger zu realisieren.



Aufgrund der Komplexität einer Synchronanwendung und den daraus resultierenden Auswirkungen auf Zylinder, Gesamtkonstruktion oder/und Maschine empfiehlt AHP Merkle eine eingehende Prüfung hinsichtlich der Kräfteverhältnisse, der Achsenbewegungen und sonstiger konstruktiver Details der geplanten Synchronanwendung.

Ungewollte Druckübersetzungen

Werden zur Optimierung von Bewegungsprofilen oder Kraftentwicklungen Hydraulikzylinder miteinander kombiniert, müssen die möglichen Auswirkungen detailliert beobachtet und konstruktiv berücksichtigt werden.

Beispiel 1 (gekoppelte Zylinder):

Besitzen zwei an der Kolbenstange gekoppelte Hydraulikzylinder unterschiedliche Kolbendurchmesser, steigt der Druck im kleineren (p_1 , A_1) erheblich, wenn der größere (p_2 , A_2) „drückt“. Diese Situation folgt folgendem Zusammenhang:

$$p_1 =$$

Bei einem Ausgangsdruck von 250 bar und Kolbendurchmessern von 50 mm (großer Zylinder) und 32 mm (kleiner Zylinder) wächst der Kammerdruck im kleineren Zylinder auf etwa 610 bar. Bei einem noch kleineren Kolbendurchmesser von 25 mm (kleiner Zylinder) steigt der Wert in der Zylinderkammer sogar auf 800 bar. Drückt in dieser Anordnung der große Hydraulikzylinder nicht auf die Kolbenfläche, sondern auf die Ringfläche des kleineren Hydraulikzylinders, fällt der Druckanstieg noch erheblich dramatischer aus.

$$p_1 = \frac{p_2 \cdot A_2}{A_1}$$

Beispiel 2 (äußere Kräfte):

Eine typische Risikoquelle ist gegeben, wenn große externe Kräfte auf Hydraulikzylinder wirken. Eine solche Situation kann sich z. B. ergeben, wenn das Ventil zum Zurückfahren des Auswerfers nicht rechtzeitig öffnet. Die große Kraftentwicklung über die große Fläche des Presszylinders wird dabei auf die kleine Fläche des Auswerfers übertragen, was zu riesigem Druck führt und den Hydraulikzylinder regelrecht „aufbläht“.

Drückende Last / Knickfestigkeit

Bei der Auslegung von Hydraulikzylindern ist besonders wichtig, ob die Einheiten ziehend oder drückend arbeiten bzw. in beiden Richtungen Kraft ausüben. Im Fall von drückenden Lasten muss die Knickfestigkeit der Kolbenstange berücksichtigt werden. Dies gilt vor allem bei langen Hübten.

Die Knickfestigkeit der Kolbenstange wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Durchmesser der Kolbenstange
- Länge der Kolbenstange / des Zylinders
- Befestigung der Kolbenstange und des Zylinders

Tipp

Auf www.ahp.de gibt es ein interaktives Berechnungstool zur richtigen Auslegung, Dimensionierung und Auswahl von Hydraulikzylindern.



Mit dem Konstruktionstool ahp.calc (App) lassen sich viele komplizierte Berechnungen einfach und benutzerfreundlich durchführen.

Lecköl

Als Sonderkonstruktion gibt es auch die Möglichkeit, einen zusätzlichen Leckölanschluss im Hydraulikzylinder vorzusehen. Dies ist immer dann notwendig, wenn keinerlei Mikrofilm auf der Kolbenstange zulässig ist, wie zum Beispiel im Lebensmittelbereich u. ä.

Hierfür muss im Zylinder ein nochmals abgedichteter Ringraum vorhanden sein. Dort kann sich das Öl des Schmierfilms absetzen und wird über einen zusätzlichen Anschluss abgeführt. Diese konstruktive Maßnahme erweist sich auch dann als sinnvoll, wenn selbst bei nachlassender Dichtwirkung der Stangendichtungen aufgrund des üblichen Verschleißes keinerlei Druckflüssigkeit in die Umgebung gelangen soll.

Setzverhalten

Im Allgemeinen wird bei Hydraulikflüssigkeiten von einer Inkompressibilität ausgegangen. Tatsächlich zeigt sich in der Praxis eine spürbare „Stauchung“ der Flüssigkeit bei hohen Druckbelastungen. Eine solche „negative Dehnung“ überträgt sich natürlich auf die Kolbenstange, was zu ungewollten Veränderungen in der Positionierung der Kolbenstange bzw. in der tatsächlich ausführbaren Hubbewegung der Kolbenstange führt.

Beispiel:

Ein Zylinder mit einem Kolbendurchmesser von 100 mm und einem Hub von 100 mm kann sich bei einer Belastungsänderung von 0 kN auf 157 kN (entspricht etwa 200 bar Druckänderung) um knapp 1,5 mm setzen. Bei 500 bar erreicht eine solche „Stauchung“ bereits den Wert von 3,75 mm.

Bei diesem Beispiel sind aber weder Dichtungseinflüsse noch Rückwirkungen aus der gesamten Hydraulikkonstruktion wie zum Beispiel die Verwendung von Hydraulikschläuchen berücksichtigt.

1.15 Lebensdauer von Hydraulikzylindern

Die Lebensdauer von Hydraulikzylindern hängt von sehr vielen Parametern ab, weshalb nur schwer ein Zeitraum bzw. ein Zeitpunkt angegeben, geschweige denn berechnet werden kann. Grundsätzlich gilt allerdings, dass Hydraulikzylinder sehr robuste und langlebige Antriebe sind, die im Servicefall auch schnell und einfach zu warten sind.

Bei richtiger Auslegung, Dimensionierung und Betriebsweise erweisen sich Hydraulikzylinder als langlebige Einheiten. Folgende Punkte sollten jedoch unter allen Umständen im Betrieb berücksichtigt werden:

- Druckspitzen (über Pumpe oder äußere Krafteinwirkung) vermeiden
- Querkräfte vermeiden bzw. über entsprechende Führungen aufnehmen
- Dichtungen nicht überhitzen
- Kolbenstange vor mechanischer Beschädigung / Riefenbildung (Montage, Servicearbeiten, Umgebungsbedingungen) schützen
- Kein Schmutzeintrag (von innen über Abrieb und Korrosion bzw. von außen über verschlissene Dichtungen, Umgebungsschmutz, Metallspäne oder Zusatz von ungefiltertem Frischöl)
- Kein Wasser im Öl
- Keine Luft im Hydrauliksystem
- Funkensprung auf Kolbenstange

Sobald Riefen an einer Kolbenstange auftreten bzw. sichtbar werden ist das ein Zeichen dafür, dass die Betriebsbedingungen oder die konstruktive Auslegung nicht optimal sind. Außerdem weisen dann auch die Dichtsysteme Beschädigungen auf.

Der Effekt der Riefenbildung bzw. der Beschädigung von Dichtungen wird durch Verunreinigungen in der Hydraulikflüssigkeit nachhaltig gefördert. Deshalb sollten Hydrauliksysteme entsprechende Filtereinrichtungen haben, die die Feststoffverschmutzung so gering wie möglich halten und auch vorhandenes Wasser im Öl ausfiltern. Entsprechende Kennwerte und Systemlösungen sind direkt bei Filterherstellern zu erfahren.

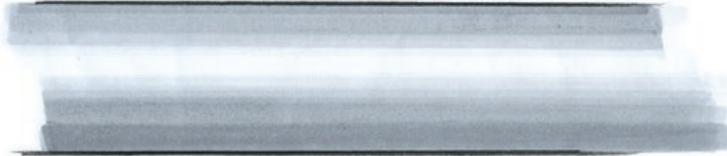
Grundsätzlich gilt jedoch: Je höher die Systemdrücke, desto höher sollte die Ölreinheit sein. Hochdrucksysteme sollten deshalb auf jeden Fall die Reinheitsklasse 14/10 gemäß ISO 4406 erfüllen.



Bei Nichtbeachtung dieser Punkte, können Hydraulikzylinder schon nach wenigen Arbeitshüben erhebliche Beschädigungen aufweisen, bis hin zum kompletten Funktionsausfall.



Für eine möglichst lange Lebensdauer von Hydraulikzylindern ist es empfehlenswert, widerstandsfähige Oberflächen zu schaffen. Bei AHP Merkle sind deshalb alle Kolbenstangen standardmäßig gehärtet.



Gehärtete Kolbenstange (AHP Merkle Standard)



Nicht gehärtete Kolbenstange

1.16 ATEX-Zulassung

Die Bezeichnung ATEX steht für die französische Abkürzung „Atmosphère explosible“. Der Begriff bezieht sich auf zwei Richtlinien der Europäischen Gemeinschaft (EU), nämlich die ATEX-Produktrichtlinie 94/9/EG und die ATEX-Betriebsrichtlinie 1999/92/EG. Die Explosionsschutzverordnung (11. BPSGV) setzt in Deutschland die Europäische ATEX-Produktrichtlinie 94/9/EG in nationales Recht um.

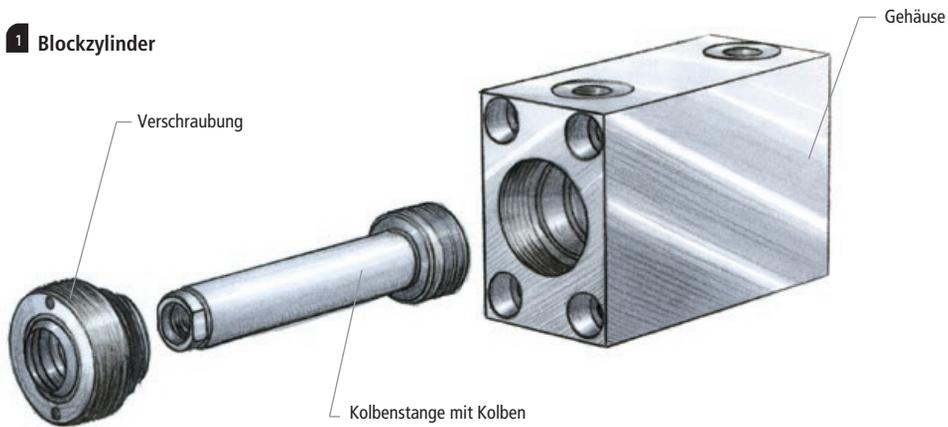
AHP Merkle kann Hydraulikzylinder gemäß der ATEX Richtlinie herstellen. Hierzu bedarf es jedoch einer detaillierten Betrachtung des Einsatzfalls.

2 Zylinder Merkmale

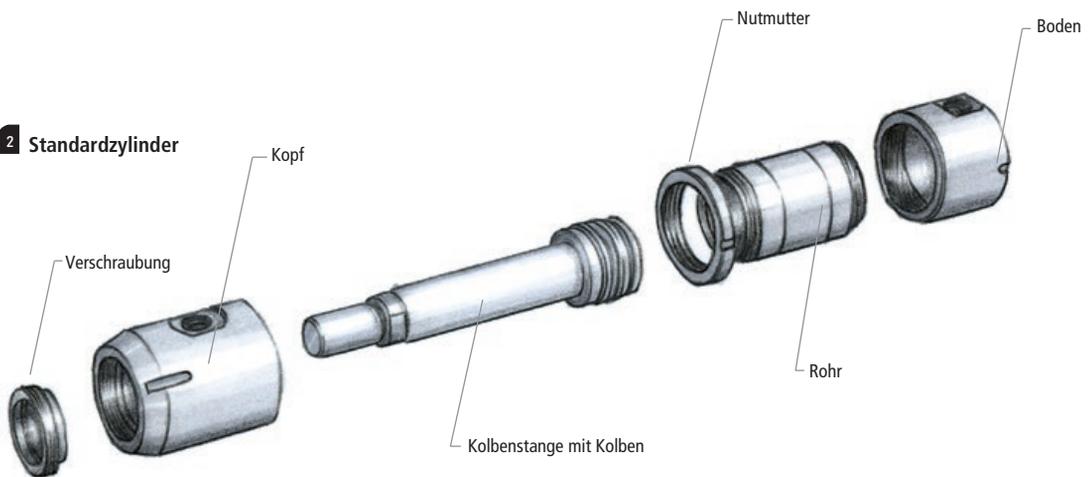
2.1 Bauteildefinition

Eindeutige Begrifflichkeiten vermeiden unnötigen Zeitverlust beim Gespräch und beim Finden der besten Lösung. Gleiches gilt bei der wunschgemäßen Her- bzw. Zusammenstellung der bestellten Waren. Deshalb werden im folgenden Kapitel die einzelnen Bauteile näher erläutert.

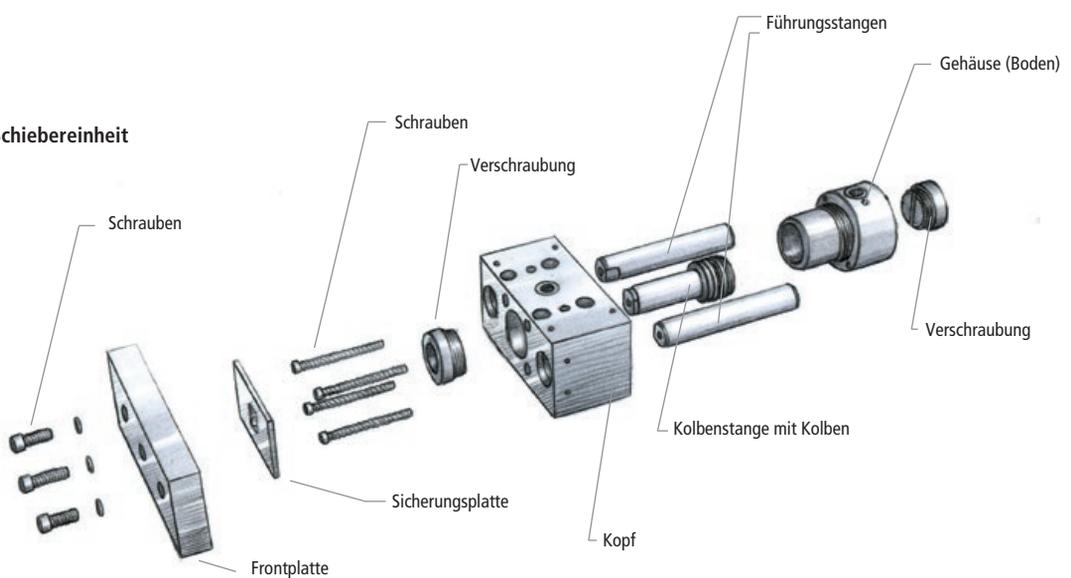
1 Blockzylinder



2 Standardzylinder



3 Schiebereinheit



2.2 Oberflächengüte von Kolbenstangen und Zylinderlaufflächen

Härten, schleifen, hartverchromen

Die Lebensdauer von Hydraulikzylindern hängt unter anderem auch von der Güte der Kolbenstange ab. Gehärtete Stangen besitzen gegenüber nur hartverchromten Stangen eine deutlich dickere Härteschicht, was deren Widerstandsfähigkeit gegen Verschleiß – und vor allem gegen Schlageinwirkung – deutlich erhöht. Zur optimalen Oberflächenanpassung werden die gehärteten Stangen geschliffen und bei Bedarf noch zusätzlich hartverchromt. Bei AHP Merkle sind nahezu alle Kolbenstangen gehärtet und geschliffen. Bei langhubigen Zylindern sind die Kolbenstangen zusätzlich noch hartverchromt.

Das Kolbenstangenmaterial erhält durch den Härtevorgang eine Härteschicht im Bereich von 0,5 bis 2,5 mm. Diese erreicht einen Härtewert von bis zu 57 HRC. Ergänzend steigert die oberflächige Hartverchromung den Härtewert bis zu 67 HRC und damit die Widerstandsfähigkeit der Kolbenstange.

Die Folge ist, dass die gehärteten Kolbenstangen erheblich widerstandsfähiger gegen Schläge, Kratzer und andere Abnutzungen sind. Das steigert ihre Lebensdauer und natürlich im gleichen Maß die Lebensdauer der Dichtungen.

Rollieren

Alternativ zu thermischen, chemischen und anderen Verfahren zur Oberflächenhärtung wird bei Zylinderlaufflächen auch das Rollieren eingesetzt. Dieses Glattwalzen ist eine spanlose Oberflächenbehandlung, die hohe Präzision und hohe Festigkeit an der Zylinderlauffläche erzeugt.

Bei AHP Merkle werden zum Beispiel die Gehäuse der Blockzylinder über das Rollierverfahren in ihrer Qualität „veredelt“. Dabei wird der Traganteil der Kolbenlauffläche erhöht was in puncto Verschleiß und Lebensdauer optimale Praxiswerte ergibt.

2.3 Funktionsarten

Bei Hydraulikzylindern gibt es sowohl konstruktive als auch antriebstechnische Unterschiede. Durch die große Vielfalt der Möglichkeiten gibt es für nahezu jede Anwendung die optimale Zylinderlösung. Zur einfachen Unterscheidung sind den einzelnen Lösungen bei AHP Merkle unterschiedliche Zahlenkombinationen zugeordnet. Die wichtigsten sind nachfolgend aufgeführt.

Einfach wirkend:

- 101: einfachwirkend stoßend – einfahren über äußere Kraft
- 102: einfachwirkend ziehend – ausfahren über äußere Kraft
- 111: einfachwirkend stoßend – einfahren erfolgt über eine integrierte Feder
- 112: einfachwirkend ziehend – ausfahren erfolgt über eine integrierte Feder

Bei Rückzug des Zylinders über eine integrierte Feder wird lediglich die Kraft für den Rückhub aufgebracht. Externe Massen sind nicht berücksichtigt.

In der Praxis ist diese Art der Kolbenrückführung einfach wirkender Zylinder meist nur bei kurzen Hübten relevant.

Doppelt wirkend:

- 201: doppelwirkend – ohne Endlagendämpfung
- 204: doppelwirkend – Endlagendämpfung beidseitig
- 206: doppelwirkend – Endlagendämpfung vorne
- 208: doppelwirkend – Endlagendämpfung hinten
- 244: doppelwirkend – lineare Dämpfung beidseitig
- 246: doppelwirkend – lineare Dämpfung vorne
- 248: doppelwirkend – lineare Dämpfung hinten

Sonderkonstruktionen:

- 202: doppel wirkend für unterschiedliche Medien (Rücksprache mit AHP Merkle ist notwendig)

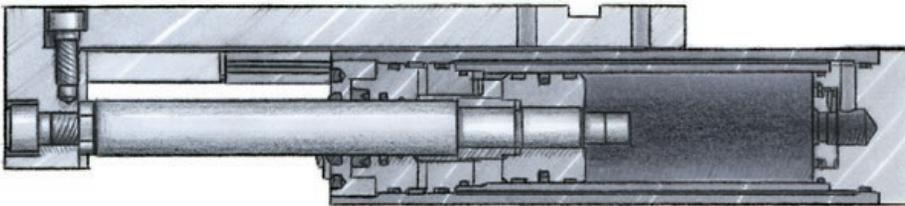
Nicht alle Funktionsarten gibt es für alle Zylindertypen. AHP Merkle zeichnet sich allerdings durch eine sehr hohe Flexibilität aus. Viele Zylinderkonstruktionen sind aufgrund von Kundenprojekten entstanden. Für spezielle Zylinderlösungen steht Ihnen AHP Merkle gerne zur Verfügung.

2.4 Hydraulikzylinder mit Besonderheiten

Kernzugeinheit

Kernzugeinheiten sind Hydraulikzylinderkonstruktionen, die in Kombination mit einer Führung hohe Linearkräfte und eine sehr präzise Bewegung ausführen können. Sie eignen sich daher ideal im gesamten Bereich der Kunststoffmaschinen. Durch die Anordnung von Führung und Zylinder „zieht“ die Einheit den Kern eines Spritzgießwerkzeugs mit hoher Kraft heraus. Denn dabei „drückt“ der Hydraulikzylinder mit seiner gesamten Kolbenfläche – und nicht nur mit der Ringfläche wie sonst üblich bei Zugbewegungen. Auf diese Weise bringt er bei gleichen Druckverhältnissen die 1,6-fache Kraft auf. Dadurch kann ein kleinerer Kolbendurchmesser gewählt werden.

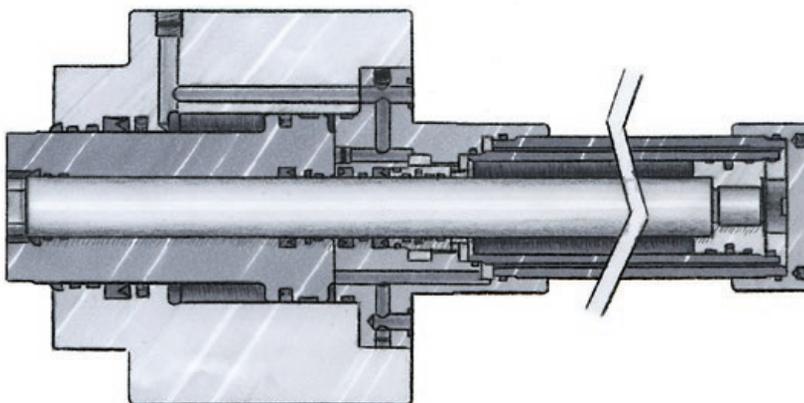
Kernzugeinheiten sparen zudem Platz und nehmen sehr starke seitliche Kräfte bzw. Momente auf. Beides sind wichtige Voraussetzungen, um in Spritzgießmaschinen bzw. -werkzeugen optimale Lösungen bauen zu können.



Zweikraftzylinder – drückend

Es gibt bestimmte Anwendungen, in denen sehr unterschiedliche Bewegungscharakteristiken zu einem optimalen Fertigungsprozess führen. In der Praxis ist zu beobachten, dass in manchen Anwendungen hohe (Losbrech-) Kräfte zu Beginn einer Bewegung benötigt werden und anschließend vergleichsweise niedrige Kräfte für die restliche Bewegung vonnöten sind. Die Zylinder werden in solchen Fällen auf die größte aufzubringende Kraft ausgelegt.

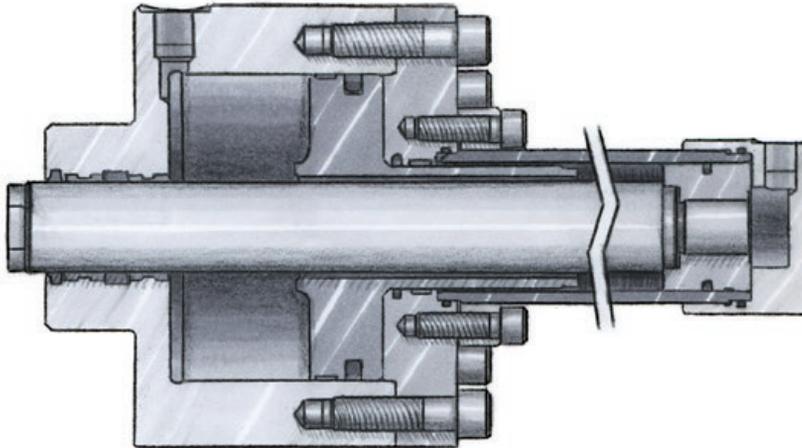
Als wirtschaftlichere Alternative dazu wurden von AHP Merkle Zweikraftzylinder entwickelt, die konstruktiv so gestaltet sind, dass sie unterschiedliche Kraft- und Geschwindigkeitsprofile fahren können. Dies ist durch zwei konzentrische, ineinander laufende Kolbenstangen möglich. Ihr Vorteil ist die hohe Kraftentwicklung am Anfang der Bewegung und die spätere automatische Umschaltung auf höhere Verfahrgeschwindigkeiten bei gleichem Volumenstrom.



Zweikraftzylinder – ziehend

Bei dieser Variante eines Hydraulikzylinders mit stufenweiser Kraft- und Bewegungscharakteristik ist der Linearantrieb auf Zug ausgelegt. Auch hier laufen zwei konzentrische Kolbenstangen ineinander. Zuerst erhält ein großer Kolben mit entsprechend großer Ringfläche Druck, was zu hoher Kraftentwicklung und niedriger Geschwindigkeit führt. Steht der große Kolben an der Gehäusewandung an und der Druck wirkt nur noch auf die Ringfläche des kleineren Kolbens, reduziert sich die Kraft, und gleichzeitig nimmt die Verfahrgeschwindigkeit des Zylinders zu.

Die Variante „Zweikraftzylinder – ziehend“ entwickelt im Gegensatz zu den „Zweikraftzylindern – drückend“ die höchste Kraft im ausgefahrenen Zustand der Kolbenstange.



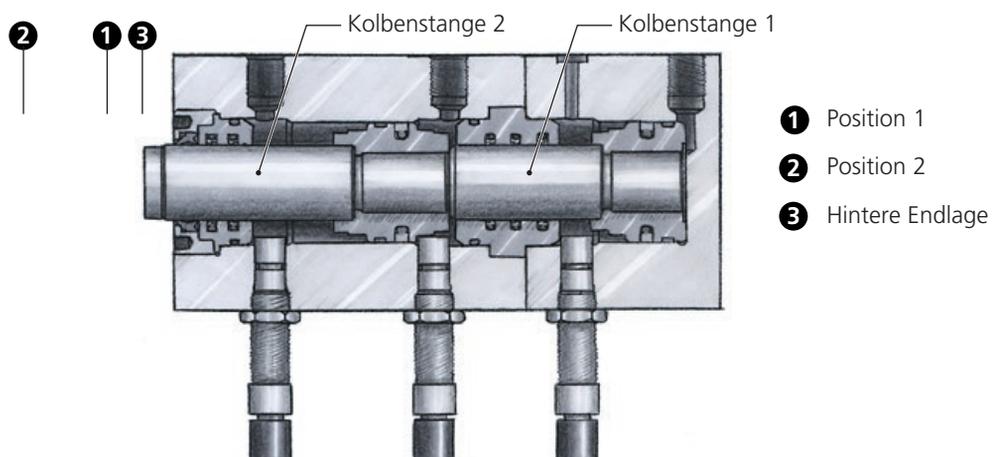
Zweikraftzylinder sind im Grunde genommen immer kundenspezifische Lösungen. Das bedeutet, der Umschaltunkt von hoher Kraft auf hohe Geschwindigkeit wird von AHP Merkle auf die individuellen Kundenanforderungen angepasst.

Mehrstellungszyylinder

Der Mehrstellungszyylinder ist zum Anfahren von definierten Positionen zwischen der vorderen und hinteren Endlage konstruiert. Mehrstellungszyylinder sind eine einfache, robuste und besonders preisgünstige Alternative zu aufwändigen Servo- bzw. Proportionalzylindern mit entsprechender Regelungstechnik.

Konstruktiv betrachtet handelt es sich dabei um kompakte Zylindereinheiten, die hintereinander angereicht sind. Zuerst fährt Kolbenstange 1 in Endlage und schiebt dabei alle vor ihr befindlichen Kolbenstangen mit nach vorne, womit Position 1 erreicht ist.

Um in Position 2 zu gelangen, wird nun die Kolbenstange 2 mit Druck beaufschlagt. Über Positionsschalter kann Anfangs- bzw. Endposition jeder einzelnen Stufe detektiert werden.



Hydraulikzylinder mit Verdrehsicherung

Bei Hydraulikzylindern kann sich die Kolbenstange verdrehen. Wenn ein solches Verdrehen der Kolbenstange verhindert werden soll, müssen konstruktive Anpassungen erfolgen. Hierzu wird in die Kolbenstange ein von außen nicht sichtbares Element eingelassen, das die Kolbenstange führt und so ein Verdrehen verhindert. Bei solchen Lösungen wird die Baulänge des Hydraulikzylinders etwas größer. Bei der Befestigung eines Bauteils an der Kolbenstange muss diese jedoch fixiert werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Verdrehsicherung nur für die internen Kräfte des Zylinders ausgelegt ist.

Sonstige Sonderausführungen (S)

Das umfangreiche Zylinderangebot von AHP Merkle ist über Jahrzehnte homogen gewachsen. Viele Zylindervarianten im Standardkatalog sind aus individuellen Kundenprojekten entstanden. Der hohe Grad an Flexibilität in der Entwicklung und dem Bau von Hydraulikzylinderlösungen ist noch heute eine Domäne von AHP Merkle. Wer trotz der hohen Angebotsvielfalt im Katalog keine passende Zylinderlösung findet, wendet sich am besten direkt an die Spezialisten von AHP Merkle.

www.ahp.de

E-Mail: beratung@ahp.de

Tel.: +49 76 65 42 08-0

Fax: +49 76 65 42 08-88

Bei vom Standard abweichenden Zylinderlösungen wird der Typenbezeichnung des Basiszylinders zur besseren Abgrenzung zu den Standardzylindern ein „S“ hinzugefügt:

Basiszylinder: BZ 500.50/32.01.201.025

Sonderzylinder: BZ 500.50/32.01.201.025 S

Dabei kann die Modifikation am gleichen Basiszylinder von Kunde zu Kunde unterschiedlich ausfallen (z. B. zusätzliche Bohrungen/Gewinde, veränderte Maße im Vergleich zum Standard usw.).



Aus diesem Grund ist bei Rückfragen, Ersatzteil- oder Neuteilbestellungen die Angabe der Typenbezeichnung alleine nicht ausreichend, um eine Sonderzylinderlösung eindeutig zu identifizieren. Hierzu sind weitere Angaben notwendig:

Artikel-Nummer + Auftrags-Nummer

2.5 Entlüftung der Hydraulik

Die Notwendigkeit der Entlüftung von Hydrauliksystemen hat viele Gründe. Lufteinschlüsse im Hydrauliköl gerade bei großen Druckschwankungen können den so genannten Dieseleffekt verursachen, der aufgrund stark erhöhter Temperaturen zur Ölalterung und zum Dichtungsverschleiß führt. Ein weiterer negativer Effekt ist, dass Luft durch den Dichtungswerkstoff in Richtung Niederdruckseite diffundiert. An der Oberfläche der Dichtung fällt der Druck steil ab, wodurch die Luftbläschen schlagartig expandieren und die Dichtung beschädigen bzw. zerstören können. Je nach Ausmaß solcher „Mikro-Explosionen“ können in kürzester Zeit sogar die Oberflächen der Dicht- und Laufflächen derart in Mitleidenschaft gezogen werden, dass diese wie bei abrasivem Verschleiß aussehen. Komprimierte Lufteinschlüsse – die unter hohem Druck nicht mehr sichtbar sind – können beim Überstreichen der Dichtung die Dichtfläche wie kleine Messer zerschneiden.

Fazit

Hydraulikzylinder – ebenso wie das gesamte Hydrauliksystem – sind vor der Inbetriebnahme sorgfältig zu entlüften. Um sicher zu gehen, dass nicht an irgendeiner Stelle im Hydrauliksystem noch Luft vorhanden ist, sollten die Anwendung und die Zylinder mehrmals mit möglichst niederem Druck betätigt werden, was eine vollständige Entlüftung ermöglicht. Aus diesem Grund bietet AHP Merkle für fast alle Hydraulikzylinder optionale Entlüftungen an.

Die detaillierte Vorgehensweise bei der Entlüftung von Hydraulikzylindern finden Sie im Kapitel „Betriebs- und Wartungshinweise“



Da in der Hydraulikflüssigkeit gelöste Luft unter gewissen Umständen auslösen kann, empfiehlt es sich, das System spätestens bei der Wartung erneut zu entlüften.



Damit Hydraulikzylinder vollständig entlüftet werden können, sollten die Entlüftungsschrauben an der höchsten Stelle platziert sein.

2.6 Dichtsysteme, Führungen

Die Dichtungsauswahl gehört neben der konstruktiven Gestaltung der Einbauräume zu den wichtigsten Aspekten funktioneller und langlebiger Hydraulikzylinder. Folgende Parameter müssen deshalb sehr genau in die Auslegung bzw. Wahl von Dichtungssystemen einbezogen werden:

- Temperatur
- Kolbengeschwindigkeit
- Medium
- Betriebsdruck

Dichtungen

Die in den Zylindern von AHP Merkle eingesetzten Dichtsysteme sind so ausgelegt, dass die maximale Kolbengeschwindigkeit 1 m/s betragen kann. Aufgrund der jahrzehntelangen Erfahrung und dem konsequenten Einsatz neuer Technologien sowie innovativer Technik ist das Anwendungsspektrum der von AHP Merkle eingesetzten Dichtungen entsprechend groß und vielseitig.

Standard-Dichtungen

- Standarddichtungen: –15 °C bis +80 °C
- Viton®-Dichtung: –15 °C bis +180 °C

Beim AHP Merkle Katalogprogramm sind die Dichtungen auf HL oder HLP-Öle ausgelegt, bei HFC oder anderen Flüssigkeiten ist das Datenblatt des Fluid-Herstellers zu beachten. Die Verträglichkeit der Druckflüssigkeit mit den Dichtungswerkstoffen muss geprüft werden.



Werden zinkfreie HLP-Öle eingesetzt, kann dies in Verbindung mit bestimmten Dichtungswerkstoffen zu erhöhtem Verschleiß der Dichtelemente und Laufflächen führen.



Bei sehr kurzen Hübem empfehlen wir die Verwendung von speziellen Dichtungsvarianten.



Bei der Dichtungsauswahl sollte unter allen Umständen berücksichtigt werden, inwieweit Druckspitzen auftreten oder ein besonders niedriges Druckniveau vorherrscht. Bei besonders niedrigen Drücken steigt die Gefahr der Leckage, weil die Dichtungen aufgrund der Eigenspannung bzw. der Wirkungsweise erst ab bestimmten Drücken „richtig“ funktionieren.

Weitere Dichtungslösungen für vom Standard abweichende Parameter sind auf Anfrage möglich.

Führungselemente

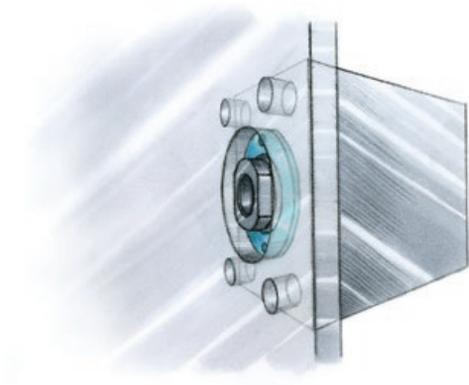
Anzahl, Platzierung und Ausführung der Führungsbänder sind in den Hydraulikzylindern von AHP Merkle den jeweiligen Beanspruchungen angepasst. Durch Einsatz besonders hochwertiger Führungen in Verbindung mit konstruktiven Optimierungen sind einige Produktgruppen an spezielle, hoch beanspruchte Anwendungen angepasst worden. Hierzu zählen zum Beispiel die Stanzzylinder (STZ).



Führungen sind rein auf die Bewegungen des Zylinders ausgelegt, nicht zur Aufnahme von seitlichen Kräften.

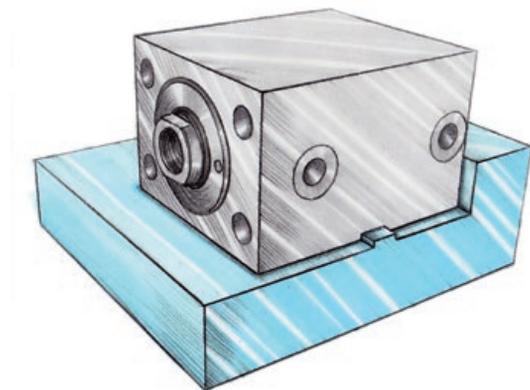
2.7 Zentrierbund

Wird der Zylinder in axialer Richtung befestigt, bietet sich ein Zentrierbund an. Diese, zur Kolbenstange zentrische Andrehung, justiert den Hydraulikzylinder präzise. Vorteil dieser Option: Die Konstruktion für eine passgenaue mittige Ausrichtung des Hydraulikzylinders ist sehr einfach auszuführen.



2.8 Nut

Beim Blockzylinder kann als Option eine seitliche Passnut in das Gehäuse eingebracht werden. Diese Nut dient zur Aufnahme von Kräften und kann gleichzeitig zur präzisen Positionierung verwendet werden. Bei höheren Kräften muss eine zusätzliche rückwärtige Abstützung des Hydraulikzylinders vorhanden sein.



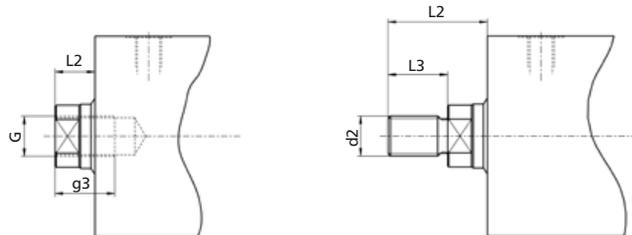
! Grundsätzlich müssen auch bei der Befestigung von Hydraulikzylindern die Berechnungsgrundlagen für Maschinenelemente beachtet werden. Abhängig davon, ob zum Beispiel Schraubverbindungen axial oder radial belastet werden, müssen die Anzugsmomente entsprechend angepasst sein. Bei der Berechnung der Befestigung müssen deshalb nicht nur die statischen Kräfte, sondern auch die möglichen hohen dynamischen Beanspruchungen von Hydraulikzylindern Berücksichtigung finden.

2.9 Vom Standard abweichendes Kolbenstangenende

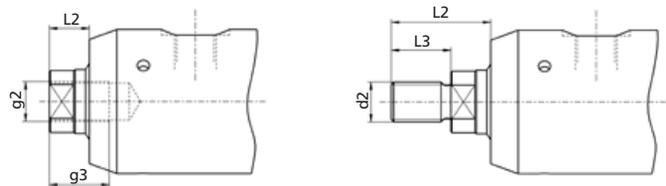
Das Kolbenstangenende ist grundsätzlich mit einem standardisierten Außen- bzw. Innengewinde versehen. Auf Kundenwunsch fertigt AHP Merkle auch andere Gewindeabmessungen.

Bei der Bestellung eines vom Standard abweichenden Kolbenstangenendes muss im Bestelltext die Option „M“ mit den dazugehörigen Werten mitgeteilt werden. Die gewünschten Gewindedaten können von Kunden anhand einer technischen Zeichnung übermittelt werden. Alternativ dazu genügt es, die entsprechenden Zahlenwerte für die Gewinde wie folgt anzugeben:

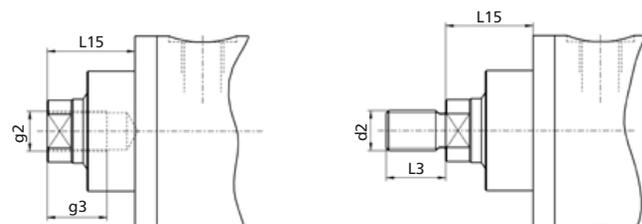
| Blockzylinder | Innengewinde | Außengewinde |
|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Kolbenstangenüberstand | L2 | L2 |
| Gewinde | G | d2 |
| Gewindelänge / -tiefe | g3 | L3 |
| Beispiel | G=M20x2, g3=30, L2=15 | d2=M20x2, L3=30, L2=45 |



| Standardzylinder | Innengewinde | Außengewinde |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| Kolbenstangenüberstand | L2 | L2 |
| Gewinde | g2 | d2 |
| Gewindelänge / -tiefe | g3 | L3 |
| Beispiel | g2=M20x2, g3=30, L2=15 | d2=M20x2, L3=30, L2=45 |



| Normzylinder | Innengewinde | Außengewinde |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kolbenstangenüberstand | L15 | L15 |
| Gewinde | g2 | d2 |
| Gewindelänge / -tiefe | g3 | L3 |
| Beispiel | g2=M20x2, g3=30, L15=30 | d2=M20x2, L3=30, L15=60 |



Wird ein Zubehörteil aus dem AHP Merkle Zubehörprogramm ausgewählt, muss das Gewinde der Kolbenstange gegebenenfalls an das Zubehörteil angepasst werden.

2.10 Korrosionsbeständige Ausführungen

Für bestimmte Anwendungen bietet AHP Merkle die Möglichkeit der korrosionsbeständigen Ausführung an. Hierbei wird zwischen chemisch vernickelt außen (korrosionsbeständig) und innen (für Wasserhydraulik) unterschieden. Die generelle Unterscheidung wird bei AHP Merkle folgendermaßen getroffen:

- Bestelltext BZW für Wasserhydraulik (Korrosionsschutz innen)
- Zusatztext W1 für besonderen Korrosionsschutz außen

Beispiel für einen Bestelltext:

BZW 500.50/32.03.201.50

BZ 500.50/32.03.201.50.W1



Die meisten AHP-Zylinder können durch Spezialbehandlung in korrosionsbeständiger Ausführung geliefert werden. Die Dichtungselemente werden hierbei dem jeweiligen Anwendungsfall angepasst.

3 Schalter und Abfragesysteme

Grundsätzlich unterscheiden sich die möglichen Schalter zur Steuerung bzw. Positionsabfrage von Hydraulikzylindern durch ihre physikalische Wirkungsweise, ihre Bauweise, ihre Robustheit und ihre Einsatzgrenzen.

Typische Positionserfassungssensoren sind:

- Induktive, im Zylinder integrierte Schalter bis 120 °C (Standard 80 °C)
- Induktive, extern befestigte Schalter bis 120 °C (Standard 80 °C)
- Mechanische Schalter bis 180 °C (Standard 80 °C)
- Magnetfeldsensoren bis 130 °C (Standard 80 °C)
- Wegmesssysteme bis 75 °C

! Bei der Auswahl eines Hydraulikzylinders muss im Vorfeld der Bedarf einer Abfrage geklärt werden. Ein nachträglicher Einbau von Schaltern ist nicht mehr möglich.

Elektronische Positionsschalter weisen im „Leerlauf“ einen gewissen Spannungsabfall auf. Das bedeutet, es können nicht beliebig viele elektronische Schalter an einer Spannungsquelle in Reihe geschaltet betrieben werden. Mechanische Positionsschalter dagegen weisen keinen Spannungsverlust auf.

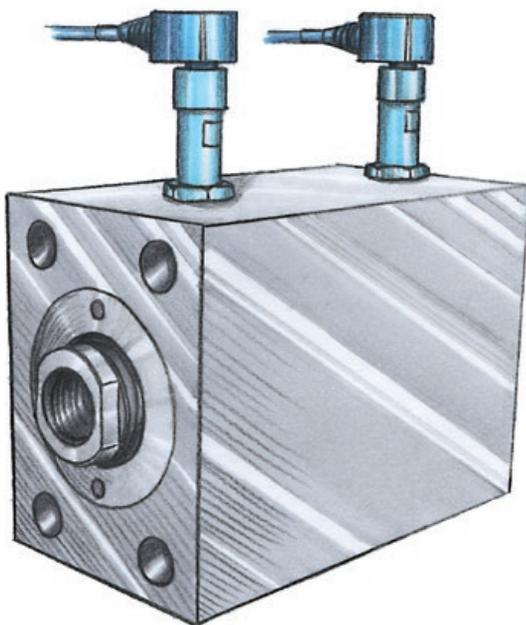
3.1 Induktive Näherungsschalter

Die Wirkungsweise von induktiven Sensoren beruht darauf, dass eine Spule (Wicklung) ein Magnetfeld erzeugt. Nähert sich ein elektrisch leitendes Material dem Sensor, erzeugt das im Magnetfeld Wirbelströme. Ein Oszillator erkennt die Veränderung des Magnetfelds und der Sensor schaltet. Mit diesem einfachen Prinzip eines Sensors lassen sich berührungslos und damit verschleißfrei Positionen erfassen.

Induktive Näherungsschalter besitzen eine hohe Schaltgenauigkeit (0,1 mm) und sind bis 80 °C (in Sonderfällen bis 120 °C) einsetzbar. Damit sind sie ideale Positionssensoren in Hydraulikzylindern. Sie lassen sich druckfest in Hydraulikzylinder integrieren und werden als Endlagenabfrage eingesetzt.

Wird ein Zylinder mit einem druckfesten induktiven Sensor ausgewählt, kann der Schaltpunkt bis zu 5 mm vor der Hubendlage definiert werden. Ein nachträgliches Versetzen von Schaltpunkten ist nicht möglich.

Eine spezielle Variante von Zylindern mit induktiven Näherungsschaltern ist die Anbringung einer externen Abfrage, welche gegenüber der Kolbenstange mittels Schaltstange realisiert wird. Hier lassen sich die Schaltpunkte problemlos einstellen.

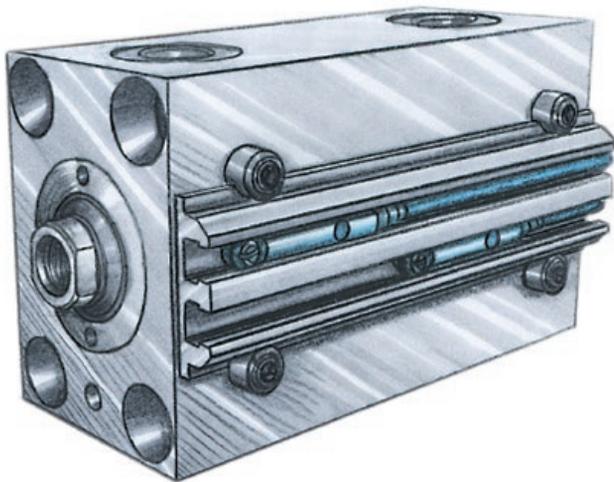


! Bei zu hoher Restwelligkeit des elektronischen Systems können bei induktiven Sensoren Fehlfunktionen auftreten.

3.2 Magnetfeldsensoren

Magnetfeldsensoren werden von einem Strom durchflossen und erkennen Magnetfelder bestimmter Stärke. Wird ein Magnet(feld) zum Sensor gebracht, liefert dieser eine Ausgangsspannung. Hierzu wird im Kolben ein Magnet integriert, der dann von außen detektiert werden kann. Damit lassen sich die Schaltpunkte flexibel und individuell einstellen. Allerdings muss das Zylindergehäuse bei Verwendung von Magnetfeldsensoren unmagnetisch sein, damit das zu erfassende Magnetfeld unbeeinflusst bleibt.

Die Einsatzgrenzen dieser einfachen Positionssensoren liegen bei 105 °C. AHP Merkle bietet auch eine Lösung bis 130 °C an, die durch die Verwendung von Schaltern mit abgesetzter Elektronik realisiert wird. Hierbei sitzt die Auswertelektronik nicht direkt am Sensorelement, sondern über Kabelverbindungen in bis zu 0,5 m Entfernung.



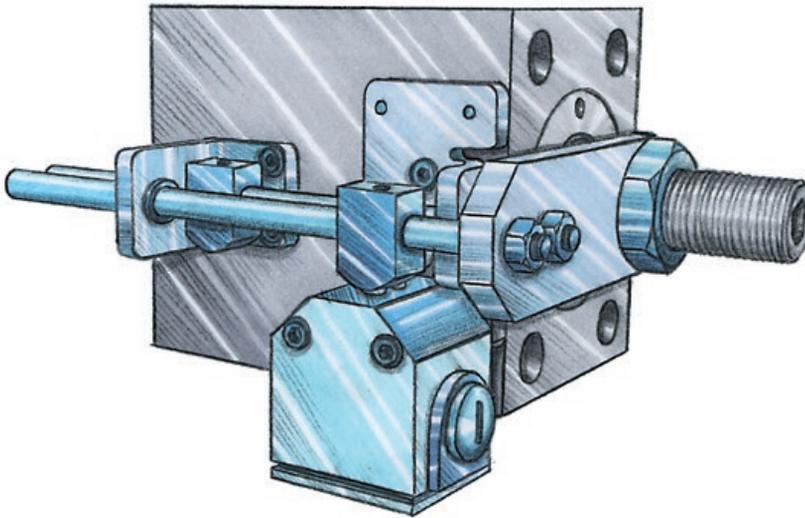
! Aufgrund des Messprinzips reagieren Magnetfeldsensoren besonders empfindlich auf elektromagnetische Störpulse wie sie im industriellen Umfeld auftreten können. Deshalb sollte vorher geprüft werden, ob sich dieser Sensortyp für die jeweilige Anwendung eignet.

Grundsätzlich haben ferromagnetische Bauteile einen negativen Einfluss auf die Funktionsweise von Magnetfeldsensoren und sollten deshalb nicht näher als 30 mm zum Sensor platziert sein.

3.3 Mechanische Schalter

Die größten Vorteile von mechanischen Positionsschaltern sind ihre robuste Ausführung und die hohe Schaltstrombelastbarkeit. Meist werden sie über eine Nocke oder eine Schaltfahne geschaltet, die den Sensorstößel betätigen, der dann den Stromkreis schließt. Durch ihre hohen Temperatureinsatzgrenzen von etwa 80 °C (in Sonderfällen sogar bis zu 180 °C) eignen sie sich hervorragend für besonders schwierige Umgebungsbedingungen wie zum Beispiel Gießereien.

Bei hoher Schaltzahl muss geprüft werden, ob der damit verbundene mechanische Verschleiß keine Auswirkungen auf die Funktionsweise während der gesamten Betriebsdauer hat.



3.4 Wegmesssysteme

Vor allem für geregelte Prozesse eignen sich Wegmesssysteme hervorragend. Es gibt sie als berührungslos arbeitende (magnetostruktiv und induktiv) und kontaktbehaftete (Potentiometer) Varianten.

Die in Hydraulikzylindern am häufigsten verwendeten Wegmesssysteme basieren auf dem magnetostruktiven Prinzip. Magnetostruktion ist die Deformation ferromagnetischer Stoffe infolge eines angelegten magnetischen Felds. Dabei erfährt der Körper bei konstantem Volumen eine elastische Längenänderung.

Ein bedeutender Vorteil ist, dass sie sich direkt an übliche Bussysteme anschließen lassen wie zum Beispiel CAN-Bus oder Profibus. Ihre maximale Genauigkeit von 1 µm ist hervorragend für sehr präzise Regelungen von Hydraulikzylindern geeignet. Ihre maximal mögliche Messlänge beträgt 4000 mm.

4 Betriebs- und Wartungshinweise

4.1 Allgemeine Hinweise zum Service bei Hydraulikzylindern

Grundsätzlich gelten bei Hydraulikzylindern die gleichen Rahmenbedingungen rund um das Thema Servicearbeiten wie bei anderen Maschinenteilen. Servicearbeiten sind ausschließlich von ausgebildetem Fachpersonal auszuführen. Hierbei ist immer auf Sauberkeit zu achten, um Beschädigungen an den Dichtungen und Zylinderteilen zu vermeiden.

Beim Dichtungswechsel müssen einige wichtige Punkte beachtet werden. Kratzer, Riefen und Kerben beschädigen Dichtungen und reduzieren ihre Standzeit. Während der Servicearbeiten sollte deshalb auch darauf geachtet werden, nicht an Oberflächen oder Kanten zu kratzen bzw. nicht durch Schlageinwirkung Beschädigungen am Zylinder bzw. Dichtungen zu verursachen. Für die sichere Dichtungsmontage gibt es entsprechende Montage-Sets, die direkt bei AHP Merkle bezogen werden können.



Bei einigen Zylindern mit induktiven Näherungsschaltern sind vor der Demontage die Schalter zu entfernen.

Des Weiteren müssen nicht nur bei Servicearbeiten, sondern auch bei der Lagerung entscheidende Punkte beachtet werden. Hierzu gehören die Art der Lagerung sowie die Schaffung bestimmter Lagerbedingungen am Zylinder bzw. den Dichtungen und Anbauteilen wie Einfetten sowie Schutz vor Lichteinstrahlung, Feuchtigkeit, Wärme, etc.

Auch muss sicher gestellt sein, dass Dichtungen nicht in der Nähe von Klebstoffen und Lösungsmitteln sowie Kraftstoffen, Chemikalien, Säuren, Desinfektionsmitteln o. ä. gelagert werden. Siehe hierzu auch DIN 7716 „Erzeugnisse aus Kautschuk und Gummi – Anforderungen an die Lagerung, Reinigung und Wartung“.



Dichtungen können NICHT beliebig lange gelagert werden. Hitze und Lichteinstrahlung beschleunigen Materialveränderungen zusätzlich.



Komplette Montage-Sets für Dichtungen können direkt bei AHP Merkle bezogen werden.

www.ahp.de

E-Mail: beratung@ahp.de

Tel.: +49 76 65 42 08-0

Fax: +49 76 65 42 08-88

4.2 Vorgehensweise bei Montage- und Servicearbeiten

Grundsätzlich gilt, dass nur Fachpersonal Arbeiten an Hydraulikzylindern durchführen darf. Zu Beginn von Servicearbeiten an Hydraulikzylindern muss sichergestellt werden, dass keine Lastenbewegungen möglich sind, wenn das Hydrauliksystem drucklos gemacht wird. Hierzu müssen geeignete Maßnahmen ergriffen und die Richtlinien zur Arbeitssicherheit beachtet werden. Zur Montage bzw. Demontage des Hydraulikzylinders sind die Hinweise der Maschinenhersteller bzw. Anlagenbauer zu beachten.

Der systembedingte Einsatz von Sicherungssystemen wie beispielsweise Rückschlagventilen oder ähnlichem allein ist nicht zulässig.

Bevor der Zylinder geöffnet wird oder Schraub- bzw. Schlauchverbindungen gelöst werden muss sicher gestellt sein, dass das gesamte Hydrauliksystem nicht mehr unter Druck steht – und auch nicht unbeabsichtigt Druck aufgebaut werden kann.

Vor dem Lösen der Befestigung sind sämtliche an den Zylinder angeschlossene Leitungen zu demontieren. Es ist darauf zu achten, dass durch das Lösen der Befestigung keine Gefahr für das Servicepersonal oder andere Personen besteht.

Tipp

Es ist sinnvoll sich zu vergewissern, dass keine größeren Ölmengen nach dem Öffnen des Hydrauliksystems am Zylinder auslaufen können. Hierzu gibt es möglicherweise Absperrhähne innerhalb der Hydraulikanlage, mit denen sich große Ölvolumina vom restlichen System abtrennen lassen.

Sind alle Vorbereitungsarbeiten abgeschlossen, kann der Zylinder geöffnet und die Kolbenstange entnommen werden. Hierzu bietet sich die Stangenseite am besten an.

Die demontierten Einzelteile sollten zuerst gereinigt und danach auf Beschädigungen wie Riefen, Kratzer und Ähnliches untersucht werden. Die Reinigung sollte nur mit nicht faserndem Gewebe und geeignetem Reinigungsmittel erfolgen.

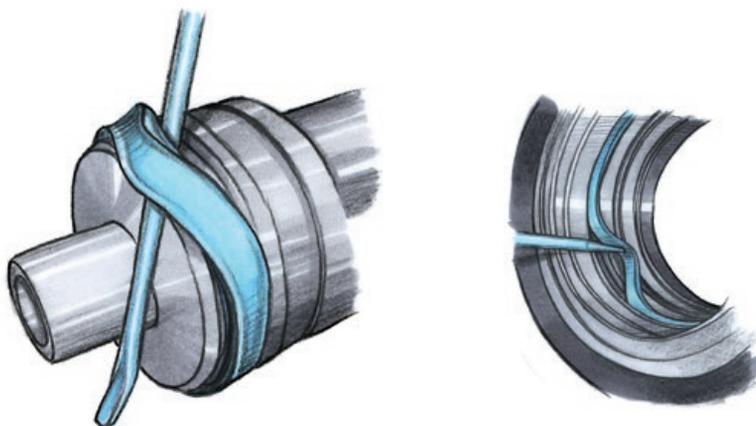
!

Selbst kleinste Kratzer und Riefen verursachen Schäden an den Dichtsystemen und führen zu vorzeitigem Verschleiß der Dichtungen. Stärker beschädigte Teile sind zu ersetzen.

Bei normalen Verschleißerscheinungen ist die Wartung in gewissen Zeitabständen ein notwendiger Aufwand. In Fällen vorzeitiger Beschädigungen sollte auf jeden Fall die Ursache dafür gefunden werden, damit die neue Dichtung eine längere Lebensdauer erreichen kann.

Dichtungsdemontage

Beim Herausnehmen der Dichtungen darauf achten, dass keine spitzen oder harten Werkzeuge dafür verwendet werden. Durch unsachgemäßes Entfernen können an den Zylinderoberflächen (Ränder, Nutgrund) Beschädigungen auftreten, die die Funktion der Dichtung und des Hydraulikzylinders später beeinträchtigen. Zur richtigen Dichtungsdemontage bietet sich ein abgerundeter und polierter Schraubendreher an.



Nach dem Entfernen der Dichtungen sollte alles sorgfältig gereinigt und zur Montage der neuen Dichtungen vorbereitet werden. Die Einbauträume müssen frei von Schmutz und scharfen Kanten sein.

!

Beim Einbau der neuen Dichtungen ist darauf zu achten, dass sie an der richtigen Stelle und in der richtigen Lage eingebaut werden.

Beim Einbau von Stangendichtungen muss besonders aufmerksam und sorgfältig gearbeitet werden, weil die Einstiche für unterschiedliche Dichtungsarten sowie Dichtungsgrößen oft sehr ähnlich aussehen. Grundsätzlich wird empfohlen, die neuen Dichtungen möglichst zeitnah nach der Demontage der alten Dichtungen einzubauen. Ein Vergleichen von alten und neuen Dichtungen hilft bei der richtigen Zuordnung.

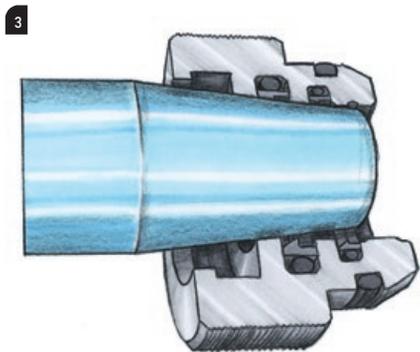
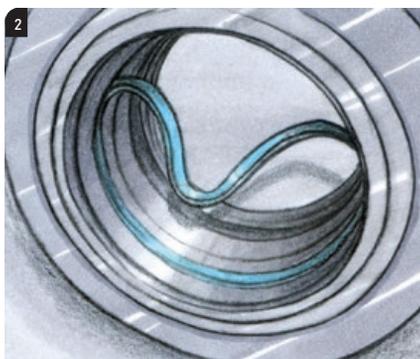
Auskunft über die richtige Anordnung kann auch AHP Merkle geben.

Tipp

Als sehr hilfreich erweist es sich auch, mit einer Digitalkamera vor der Demontage ein Foto der Dichtungsanordnung und gegebenenfalls auch anderer Maschinenelemente zu machen, um nach erfolgter Montage eine entsprechende Prüfung vornehmen zu können.

Montage der Stangendichtung

Besteht die Stangendichtung aus zwei Teilen, ist zuerst der O-Ring zu montieren. Der Einbau erfolgt immer nach folgendem Schema: Die Dichtung wird in Form einer Niere unter Beachtung der Einbaurichtung in den entsprechenden Einbauraum (Bild 1) gelegt und dort vorsichtig in die Nut gedrückt (Bild 2). Nach dem Einlegen bringt man die Dichtung mit Hilfe eines Kalibrierdorns in die richtige Form und auf das richtige Maß (Bild 3).



Bei einteiliger Stangendichtung (z. B. Nutring) wird diese oval verformt und in die Nut eingelegt. Auch hier muss auf die korrekte Einbaurichtung geachtet werden.

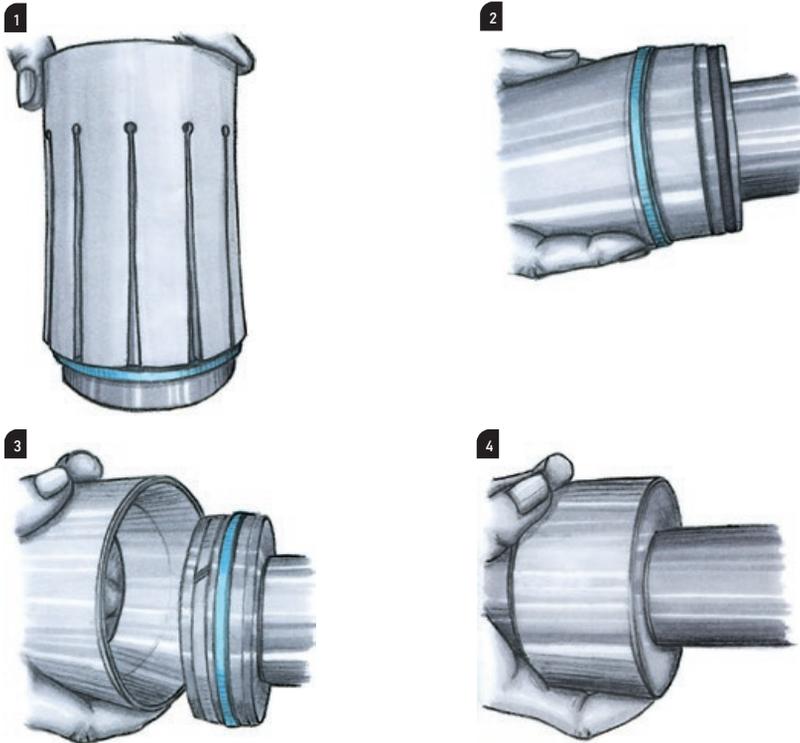


Die Montage von Stangendichtungen sollte zügig erfolgen, damit sie wieder weitgehend in ihr ursprüngliches Maß gebracht werden können.

Montage der Kolbendichtung

Die Montage der Kolbendichtung ist mit dem passenden Werkzeug (Montagekegel, Montagehülse) relativ einfach auszuführen. Besteht die Kolbendichtung aus zwei Komponenten, ist zuerst der O-Ring zu montieren. Die Dichtung wird mit einer Montagehülse (Bild 1) über einen Montagekegel (Bild 2) in die vorgesehene Nut gebracht. Im Fall eines Sets mit O-Ring ist darauf zu achten, dass der O-Ring dabei nicht verdrillt wird. Bei Dichtungen, die nicht selbständig ihre ursprüngliche Form annehmen, ist eine Kalibrierhülse zu verwenden (Bild 3 und 4). Diese wird nach der Dichtungsmontage über Kolben und Dichtung aufgeschoben, um so die Dichtung radial in die Nut einzudrücken.

Dichtung bestehend aus zwei Komponenten:



Dichtung bestehend aus einer Komponente:



Tipp

Stehen die notwendigen Werkzeuge nicht zur Verfügung, kann die Dichtung in der auf etwa 60 °C erwärmten Hydraulikflüssigkeit flexibler gemacht werden. Dadurch lässt sie sich leichter dehnen und kann vorsichtig über den Kolben gestreift werden.

!

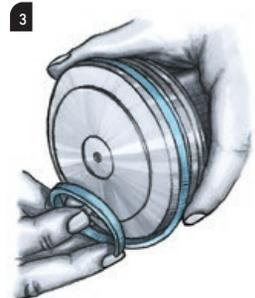
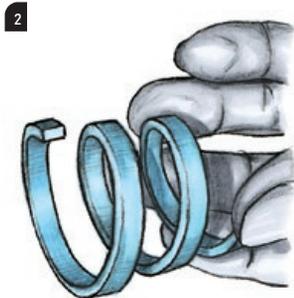
Die Montage von Kolbendichtungen sollte zügig erfolgen, damit sie wieder weitgehend in ihr ursprüngliches Maß gebracht werden können.

Montage von Führungsbändern

Die Montage der Führungsbänder unterscheidet sich je nachdem, ob sie für die Kolben- oder für die Stangenführung eingebaut werden.

Bei Führungsbändern für die Stange wird das Führungsband in die entsprechende Nut eingelegt, und leicht angepresst. Gegebenenfalls muss ein Kalibrierdorn zur Formgebung verwendet werden.

Bei Führungsbändern für den Kolben wird das Führungsband zu einer Spirale gerollt (Bild 1 und 2), um eine für die Montage vorteilhafte Vorspannung zu erreichen. Nun kann das Führungsband in die Nut eingebracht werden (Bild 3).



Die Enden der Führungsbänder sollten keinesfalls fluchtend zu den Anschlussbohrungen eingebaut werden. Ansonsten besteht die Gefahr des Abscherens in den Anschlussbohrungen. Bei zwei oder mehr Führungsbändern sollten die Enden der Führungsbänder keinesfalls in einer Linie zueinander liegen.

Die Montage von Führungsbändern sollte unter Zuhilfenahme geeigneter Schmierstoffe geschehen.



Weil Dichtungs-Sets häufig mehr Dichtungen und Führungsringe beinhalten als benötigt werden, sollten vor dem Zusammenbau alle gewechselten Teile nochmals überprüft werden.

Montage des Zylinders

Vor der Montage sind sämtliche Dichtungen und Führungen mit einem geeigneten Schmierstoff oder dem verwendeten Hydraulikmedium zu benetzen. Bei der Montage der Zylinderbauteile ist darauf zu achten, dass diese zueinander fluchtend montiert werden. Hierbei sollte besonders beachtet werden, dass die Dichtungen während der gesamten Montage nicht durch zu große Druckausübung bzw. scharfe Kanten beschädigt werden.



Eventuelle Schäden an Dichtungsübergängen (z. B. Schlüsselflächen) müssen vor der Montage gerundet bzw. poliert werden.

Beschädigte oder defekte Hydraulikzylinder dürfen nicht mehr wieder verwendet werden.

Am Ende der Servicearbeiten muss die ordnungsgemäße Inbetriebnahme des Hydraulikzylinders sowie des Hydrauliksystems erfolgen. Siehe hierzu die Vorgehensweise wie unter „Montage und Inbetriebnahme“ beschrieben.

4.3 Entsorgung

Demontierte Teile und eventuell aufgefangenes oder ausgetretenes Hydraulikmedium sind fachgerecht zu entsorgen.

4.4 Ersatzteile schnell und sicher beziehen

AHP Merkle fertigt seit über 35 Jahren Hydraulikzylinder, zu denen bis heute Ersatzteile lieferbar sind. Das belegt die Investitionssicherheit der Produkte und die lange Lebensdauer. Realisierbar wird ein reibungsloser Ersatzteilservice durch die klare Strategie, Hydraulikzylinder modular aufzubauen und dabei möglichst gleichartige Standardteile zu verwenden.

Die einfache Ersatzteillieferung äußert sich beispielsweise bei der Bestellung neuer Dichtungen, indem die meisten Teile vorrätig sind und dadurch, dass die Dichtungs-Sets für viele unterschiedliche AHP-Zylinder einsetzbar sind. Das vereinfacht natürlich auch die Lagerhaltung beim Endkunden und erhöht die Prozesssicherheit von Maschinen und Anlagen.

Aber auch andere Einzelteile zu jedem bis heute gelieferten Hydraulikzylinder sind in kürzester Zeit lieferbar.

Bevor allerdings eine Ersatzteilbestellung in Auftrag gegeben wird, sollten einige wichtige Punkte geklärt sein, um exakt das richtige Teil zu bekommen. Denn eine Spezialität von AHP Merkle ist die Umsetzung individueller Kundenwünsche. Deshalb sind viele Standardprodukte durch individuelle Anpassungen modifiziert.

Fazit:

Die Zylinderbezeichnung wie sie auf Lieferschein, Rechnung und Typenschild steht, gibt nur Auskunft über Bautyp und Baugröße eines Zylinders.

Die eindeutige Zuordnung eines Produkts ist allein durch die Artikel-Nummer unverwechselbar. Jede Artikel-Nummer gibt es nur einmal und stellt somit ein unverwechselbares Kennzeichen des betreffenden Produkts dar. Deshalb sollte die Artikel-Nummer – am besten zusammen mit Auftrag, Lieferschein oder Rechnung – bei der Ersatzteilbestellung übermittelt werden. Die Artikel-Nummer befindet sich auch auf dem Typenschild. Sollte dieses nicht mehr lesbar sein, befindet sich die Artikel-Nummer auf jedem ausgelieferten AHP-Merkle-Produkt als Schlagzahl eingeprägt.



Jede Artikel-Nummer gibt es nur einmal und stellt somit die einzige unverwechselbare Kennzeichnung eines Produkts bei der Ersatzteilbeschaffung dar. Sie ist auf dem Typenschild und als Schlagzahl im Produkt eingeprägt sowie auf Auftrag, Lieferschein und Rechnung zu finden.

Auch die Auftrags-Nummer befindet sich auf dem Typenschild und ist zusätzlich in der Schlagzahl notiert.

Schnellste Ersatzteilbestellung = Artikel-Nummer + Auftrags-Nummer



Am schnellsten und einfachsten bestellen Sie Ersatzteile

per

Internet: www.ahp.de

oder per

Fax: +49 76 65 42 08-88

oder per

Telefon: +49 76 65 42 08-0

oder per

E-Mail: beratung@ahp.de

mit Hilfe von

Artikel-Nummer + Auftrag, Rechnung oder Lieferschein!

4.5 Montage und Inbetriebnahme von Hydraulikzylindern

Befestigungsschrauben für Zylinder und Anbauteile müssen so ausgelegt und montiert sein, dass sie alle vorhersehbaren Kräfte aufnehmen. Soweit möglich müssen die Schrauben frei von Scherkräften sein. (Siehe auch „Allgemeine Sicherheitshinweise“)

Beim Zylindereinbau ist darauf zu achten, dass keine Verspannung am Zylinder auftritt. Dies kann immer dann passieren, wenn die Maschine oder Anlage durch eine unsachgemäße mechanische Konstruktion oder durch zu große Fertigungstoleranzen nicht den Montagevorgaben entspricht. Daraus ergibt sich, dass Montagepunkte nicht richtig fluchten oder ungewollte Seitenkräfte auftreten.

Vor der Inbetriebnahme eines Hydraulikzylinders sowie eines Hydrauliksystems muss sich das Fachpersonal vergewissern, dass keinerlei Schmutz oder Reste aus Fertigung bzw. Montage der Einzelteile (z. B. Späne) mehr im System vorhanden sind. Hierzu ist es ratsam das gesamte Hydrauliksystem mehrmals mit Spülflüssigkeit unter Zuhilfenahme von Filtereinrichtungen zu reinigen. Sind alle hydraulischen Versorgungsleitungen gereinigt und druckfest montiert, kann mit der eigentlichen Inbetriebnahme begonnen werden.

Das anschließende Befüllen der Hydraulik mit der vorgesehenen Druckflüssigkeit sollte über eigene Befüllaggregate erfolgen, die das frische Hydraulikmedium bereits reinigen. Denn die Praxis zeigt, dass Frischöl keineswegs den hohen Reinheitsanforderungen bestimmter Hydrauliksysteme entspricht. Gleiches gilt natürlich auch bei einem eventuell späteren Nachfüllen von Hydraulikflüssigkeit.



Bevor das Hydrauliksystem auf Systemdruck gebracht wird, muss die gesamte Anlage entlüftet werden.

Das Entlüften des Hydrauliksystems erfolgt über geeignete Anschlüsse. Bei Hydraulikzylindern gibt es optional eigens dafür vorgesehene Entlüftungsschrauben. Bei Leerlaufdruck einfach die Entlüftungsschraube bzw. die boden- und stangenseitige Verschraubung lösen. Dabei wird die Schraube um maximal eine halbe Umdrehung geöffnet (Bild 1). Diese erst wieder schließen, wenn das austretende Öl blasenfrei ist (Bild 2). Anschließend das System ausschließlich mit stark reduziertem Betriebsdruck bewegen. Dieser Vorgang muss einige Male durchlaufen werden, um ein vollständiges luft- bzw. gasfreies Hydrauliksystem zu garantieren. Am Ende alle Entlüftungsschrauben bzw. Verschraubungen wieder druckdicht verschließen. Durch mehrmaliges Ein- und Ausfahren des Zylinders bei geringem Druck kann seine Funktion überprüft werden.



Da im Hydraulikmedium gelöste Luft unter gewissen Umständen desorbieren kann, empfiehlt es sich, das System spätestens bei einer Wartung erneut zu entlüften.

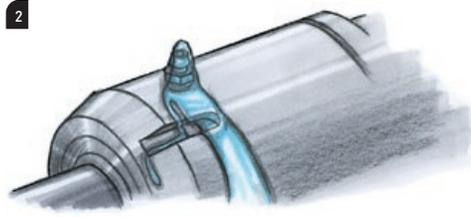


Bevor das Hydrauliksystem mit dem Betriebsdruck beaufschlagt wird, sollten sämtliche Komponenten nochmals auf ihre korrekte Montage überprüft werden.

1



2



4.6 Einstellen der Dämpfung

Bei Zylindern mit nicht einstellbaren Dämpfungen ist deren Dämpfungscharakteristik durch die Konstruktion vorgegeben.

Bei einstellbaren Endlagendämpfungen können die Durchflussquerschnitte im Hydraulikzylinder den jeweiligen Anforderungen entsprechend eingestellt werden. Hierzu sollte die Einstellschraube bis auf Anschlag gedreht werden und anschließend wieder zurück bis die gewünschte Dämpfungsintensität erreicht wird.

! Die Einstellschraube der Endlagendämpfung im Zylinder sollte nicht zu weit heraus gedreht werden (maximal 1,5 Umdrehungen), um eine ungebremste Endlagenfahrt zu verhindern. An diesem Punkt ist die minimale Dämpfungsintensität erreicht.

4.7 Richtiger Umgang mit Schaltern und Wegmesssystemen

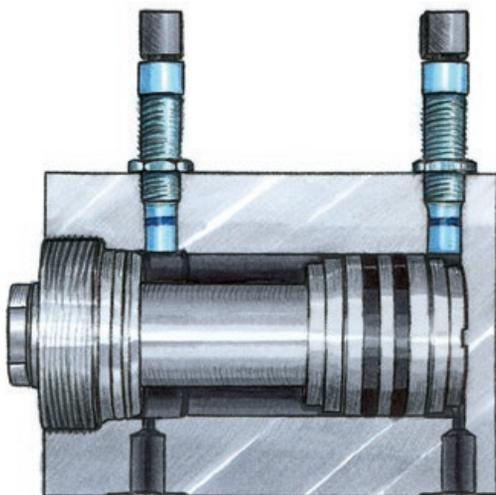
Druckfeste induktive Näherungsschalter

Hydraulikzylinder von AHP Merkle werden bei Bedarf mit induktiven Näherungsschaltern ausgestattet, die bis 500 bar druckfest sind. Die Schalter sind serienmäßig verpolungssicher und kurzschlussfest.

Werden Hydraulikzylinder mit induktiven Näherungsschaltern bestellt, sind die Sensoren betriebsfertig montiert und eingestellt. Es ist untersagt, die Näherungsschalter zu manipulieren, ansonsten erlöschen jegliche Gewährleistungsansprüche.

Sollte im Rahmen von Servicearbeiten ein solcher Näherungsschalter getauscht werden, muss unter allen Umständen auf die ordnungsgemäße Einstellung geachtet werden. Hierzu den Kolben an die abzufragende Position fahren, den neuen Näherungsschalter mit seiner Stirnseite vorsichtig auf Anschlag drehen und danach um 360° wieder zurückdrehen. Dadurch wird der erforderliche Schaltabstand von 1 mm erreicht. Anschließend über die Kontermutter arretieren.

Tipp Bei Hydraulikzylindern von AHP Merkle ist der Standard-Schaltpunkt in der Zylinderendlage. Es besteht die Möglichkeit den Schaltpunkt bis zu 5 mm vor Kolbenendlage zu verlegen. Ein solcher Sonderwunsch muss allerdings von Kunden bereits bei der Bestellung des Hydraulikzylinders deutlich gemacht werden, weil nachträgliche Anpassungen dann nicht mehr möglich sind.



Einstellbare induktive Näherungsschalter

Alternativ zu den druckfesten induktiven Näherungsschaltern gibt es die Variante der einstellbaren induktiven Näherungsschalter. Diese sind nicht druckfest und detektieren den Zylinderhub über eine nach hinten aus dem Druckraum herausgeführte Stange.

Diese Sensoren sind auch verpolungssicher aber NICHT kurzschlussfest.

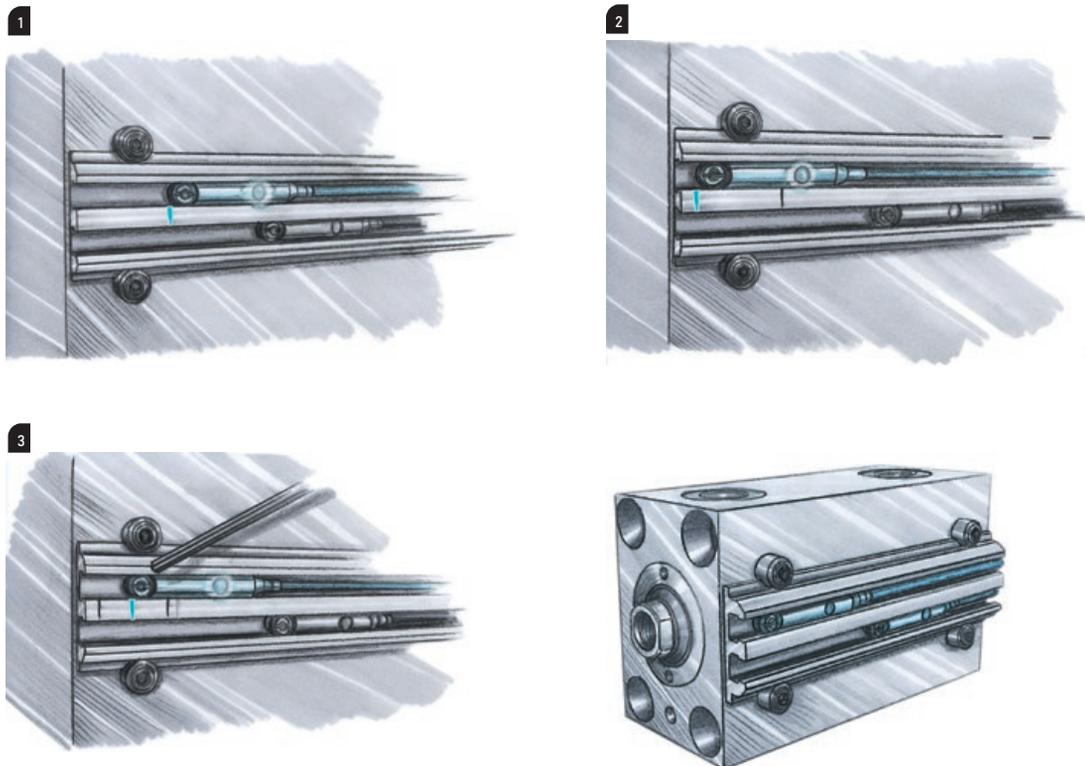
Magnetfeldsensoren

Die Magnetfeldschalter lassen sich über die Nutbefestigung sehr einfach justieren.

Zur exakten Positionierung wird der Schalter so lange in Richtung des vom Kolben erzeugten Permanentmagnetfelds verschoben bis er schaltet (Bild 1). Diese Stelle markieren.

Der gleiche Vorgang wird am Ende des Magnetfelds nochmals durchgeführt und mit einer entsprechenden Markierung abgeschlossen (Bild 2). In der Mitte der zwei Markierungen muss der Schalter dann endgültig positioniert und fixiert werden (Bild 3).

Magnetfeldsensoren besitzen aufgrund ihrer Funktionsweise einen vergleichsweise breiten Schaltbereich.



Mechanische Endschalter

Mechanische Endschalter werden über einen externen Anschlag oder eine Schaltnocke betätigt. Wird der Schalter über Schaltnocke betätigt, kann die Schaltposition nachträglich verändert werden. Die Schalter zeichnen sich durch eine hohe Schaltstrombelastbarkeit aus.

Wegmesssystem

Beim Einbau von Wegmesssystemen ist sehr genau darauf zu achten, dass nach dem Zusammenbau das Wegmesssystem sowie die Bohrung in Kolben und Kolbenstange optimal fluchten, um ein Quetschen oder eine andere Beschädigung zu verhindern. Das ist am einfachsten dadurch zu erreichen, dass man den Kolben bis auf Anschlag an der Kolbenseite fährt und erst danach das Wegmesssystem durch die Bohrung schiebt.

4.8 Allgemeine Sicherheitshinweise

Grundsätzlich gilt, dass nur Fachpersonal Arbeiten an Hydraulikzylindern durchführen darf.

Unter Druck stehende Hydrauliksysteme dürfen unter keinen Umständen geöffnet werden.

Hydrauliksysteme müssen vor Neuinbetriebnahme bzw. nach Servicearbeiten vollständig entlüftet werden.

Demontierte Teile und eventuell aufgefangenes oder ausgetretenes Hydraulikmedium sind fachgerecht zu entsorgen.

Beim Zusammenspiel von unterschiedlichen Hydraulikzylindern muss darauf geachtet werden, dass sich Kräfte bzw. Drücke nicht ungewollt addieren und somit zu gefährlichen Situationen innerhalb eines Hydrauliksystems führen.

Hydraulikzylinder dürfen niemals Querkräften ausgesetzt werden. Durch spezielle Zylinderausführungen mit zusätzlichen äußeren Führungen können diese aufgenommen werden.



Sämtliche mechanischen Modifikationen von Hydraulikzylindern sind mit dem Hersteller abzuklären, um sicherzustellen, dass dadurch die Charakteristik bzw. die Einsatzgrenzen des Zylinders nicht verändert wurden.

Normenauswahl

DIN 24343: Wartungs- und Inspektionsliste für hydraulische Anlagen

DIN 24346: Hydraulische Anlagen – Ausführungsgrundlagen

DIN EN ISO 4413: Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile

5 Zylinder Finder

| | | | | Kraftangaben (N) bei Betriebsdruck | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|----------------|---------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kolben-Ø (mm) | Kolbenfläche A1 (mm²) | Stangen-Ø (mm) | Ringfläche A2 (mm²) | 5 bar | | 10 bar | | 50 bar | | 80 bar | |
| | | | | stoßend | ziehend | stoßend | ziehend | stoßend | ziehend | stoßend | ziehend |
| Kolbenkrafttabelle | | | | | | | | | | | |
| 16 | 201,06 | 8 | 150,80 | 100,53 | 75,40 | 201,06 | 150,80 | 1005,31 | 753,98 | 1608,50 | 1206,37 |
| | | 10 | 122,52 | | 61,26 | | 122,52 | | 612,61 | | 980,18 |
| 20 | 314,16 | 10 | 235,62 | 157,08 | 117,81 | 314,16 | 235,62 | 1570,80 | 1178,10 | 2513,27 | 1884,96 |
| | | 12 | 201,06 | | 100,53 | | 201,06 | | 1005,31 | | 1608,50 |
| 25 | 490,87 | 12 | 377,78 | 245,44 | 188,89 | 490,87 | 377,78 | 2454,37 | 1888,88 | 3926,99 | 3022,21 |
| | | 14 | 336,94 | | 168,47 | | 336,94 | | 1684,68 | | 2695,49 |
| | | 16 | 289,81 | | 144,91 | | 289,81 | | 1449,06 | | 2318,50 |
| | | 18 | 236,40 | | 118,20 | | 236,40 | | 1182,02 | | 1891,24 |
| 32 | 804,25 | 14 | 650,31 | 402,12 | 325,15 | 804,25 | 650,31 | 4021,24 | 3251,55 | 6433,98 | 5202,48 |
| | | 16 | 603,19 | | 301,59 | | 603,19 | | 3015,93 | | 4825,49 |
| | | 18 | 549,78 | | 274,89 | | 549,78 | | 2748,89 | | 4398,23 |
| | | 20 | 490,09 | | 245,04 | | 490,09 | | 2450,44 | | 3920,71 |
| | | 22 | 424,12 | | 212,06 | | 424,12 | | 2120,58 | | 3392,92 |
| 40 | 1256,64 | 18 | 1002,17 | 628,32 | 501,08 | 1256,64 | 1002,17 | 6283,19 | 5010,84 | 10053,10 | 8017,34 |
| | | 20 | 942,48 | | 471,24 | | 942,48 | | 4712,39 | | 7539,82 |
| | | 22 | 876,50 | | 438,25 | | 876,50 | | 4382,52 | | 7012,03 |
| | | 25 | 765,76 | | 382,88 | | 765,76 | | 3828,82 | | 6126,11 |
| | | 28 | 640,88 | | 320,44 | | 640,88 | | 3204,42 | | 5127,08 |
| 50 | 1963,50 | 22 | 1583,36 | 981,75 | 791,68 | 1963,50 | 1583,36 | 9817,48 | 7916,81 | 15707,96 | 12666,90 |
| | | 25 | 1472,62 | | 736,31 | | 1472,62 | | 7363,11 | | 11780,97 |
| | | 28 | 1347,74 | | 673,87 | | 1347,74 | | 6738,72 | | 10781,95 |
| | | 32 | 1159,25 | | 579,62 | | 1159,25 | | 5796,24 | | 9273,98 |
| | | 36 | 945,62 | | 472,81 | | 945,62 | | 4728,10 | | 7564,96 |
| 63 | 3117,25 | 28 | 2501,49 | 1558,62 | 1250,75 | 3117,25 | 2501,49 | 15586,23 | 12507,47 | 24937,96 | 20011,95 |
| | | 32 | 2313,00 | | 1156,50 | | 2313,00 | | 11564,99 | | 18503,98 |
| | | 36 | 2099,37 | | 1049,68 | | 2099,37 | | 10496,85 | | 16794,95 |
| | | 40 | 1860,61 | | 930,30 | | 1860,61 | | 9303,04 | | 14884,87 |
| | | 45 | 1526,81 | | 763,41 | | 1526,81 | | 7634,07 | | 12214,51 |
| 80 | 5026,55 | 36 | 4008,67 | 2513,27 | 2004,34 | 5026,55 | 4008,67 | 25132,74 | 20043,36 | 40212,39 | 32069,38 |
| | | 40 | 3769,91 | | 1884,96 | | 3769,91 | | 18849,56 | | 30159,29 |
| | | 45 | 3436,12 | | 1718,06 | | 3436,12 | | 17180,58 | | 27488,94 |
| | | 50 | 3063,05 | | 1531,53 | | 3063,05 | | 15315,26 | | 24504,42 |
| | | 56 | 2563,54 | | 1281,77 | | 2563,54 | | 12817,70 | | 20508,32 |
| 100 | 7853,98 | 45 | 6263,55 | 3926,99 | 3131,78 | 7853,98 | 6263,55 | 39269,91 | 31317,75 | 62831,85 | 50108,40 |
| | | 50 | 5890,49 | | 2945,24 | | 5890,49 | | 29452,43 | | 47123,89 |
| | | 56 | 5390,97 | | 2695,49 | | 5390,97 | | 26954,86 | | 43127,78 |
| | | 60 | 5026,55 | | 2513,27 | | 5026,55 | | 25132,74 | | 40212,39 |
| | | 70 | 4005,53 | | 2002,77 | | 4005,53 | | 20027,65 | | 32044,25 |
| 125 | 12271,85 | 56 | 9808,84 | 6135,92 | 4904,42 | 12271,85 | 9808,84 | 61359,23 | 49044,19 | 98174,77 | 78470,70 |
| | | 70 | 8423,40 | | 4211,70 | | 8423,40 | | 42116,98 | | 67387,16 |
| | | 80 | 7245,30 | | 3622,65 | | 7245,30 | | 36226,49 | | 57962,38 |
| | | 90 | 5910,12 | | 2955,06 | | 5910,12 | | 29550,61 | | 47280,97 |
| 140 | 15393,80 | 80 | 10367,26 | 7696,90 | 5183,63 | 15393,80 | 10367,26 | 76969,02 | 51836,28 | 123150,43 | 82938,05 |
| | | 90 | 9032,08 | | 4516,04 | | 9032,08 | | 45160,39 | | 72256,63 |
| | | 100 | 7539,82 | | 3769,91 | | 7539,82 | | 37699,11 | | 60318,58 |
| 160 | 20106,19 | 70 | 16257,74 | 10053,10 | 8128,87 | 20106,19 | 16257,74 | 100530,96 | 81288,71 | 160849,54 | 130061,94 |
| | | 90 | 13744,47 | | 6872,23 | | 13744,47 | | 68722,34 | | 109955,74 |
| | | 100 | 12252,21 | | 6126,11 | | 12252,21 | | 61261,06 | | 98017,69 |
| | | 110 | 10602,88 | | 5301,44 | | 10602,88 | | 53014,38 | | 84823,00 |
| 180 | 25446,90 | 100 | 17592,92 | 12723,45 | 8796,46 | 25446,90 | 17592,92 | 127234,50 | 87964,59 | 203575,20 | 140743,35 |
| | | 110 | 15943,58 | | 7971,79 | | 15943,58 | | 79717,91 | | 127548,66 |
| | | 125 | 13175,05 | | 6587,53 | | 13175,05 | | 65875,27 | | 105400,43 |
| 200 | 31415,93 | 90 | 25054,20 | 15707,96 | 12527,10 | 31415,93 | 25054,20 | 157079,63 | 125271,01 | 251327,41 | 200433,61 |
| | | 110 | 21912,61 | | 10956,30 | | 21912,61 | | 109563,04 | | 175300,87 |
| | | 125 | 19144,08 | | 9572,04 | | 19144,08 | | 95720,40 | | 153152,64 |
| | | 140 | 16022,12 | | 8011,06 | | 16022,12 | | 80110,61 | | 128176,98 |

! Achtung: In den Tabellenwerten wurden keine Reibungsverluste berücksichtigt. Für weitere Informationen hierzu siehe Kapitel 1.3.

| Kraftangaben (N) bei Betriebsdruck | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|----------------------------------|----------------|------------------------------------|---------------|
| 100 bar | | 160 bar | | 250 bar | | 500 bar | | Ringfläche A2 (mm ²) | Stangen-Ø (mm) | Kolbenfläche A1 (mm ²) | Kolben-Ø (mm) |
| stoßend | ziehend | stoßend | ziehend | stoßend | ziehend | stoßend | ziehend | Kolbenkrafttabelle | | | |
| 2010,62 | 1507,96 | 3216,99 | 2412,74 | 5026,55 | 3769,91 | 10053,10 | 7539,82 | 150,80 | 8 | 201,06 | 16 |
| | 1225,22 | | 1960,35 | | 3063,05 | | 6126,11 | 122,52 | 10 | | |
| 3141,59 | 2356,19 | 5026,55 | 3769,91 | 7853,98 | 5890,49 | 15707,96 | 11780,97 | 235,62 | 10 | 314,16 | 20 |
| | 2010,62 | | 3216,99 | | 5026,55 | | 10053,10 | 201,06 | 12 | | |
| 4908,74 | 3777,77 | 7853,98 | 6044,42 | 12271,85 | 9444,41 | 24543,69 | 18888,83 | 377,78 | 12 | 490,87 | 25 |
| | 3369,36 | | 5390,97 | | 8423,40 | | 16846,79 | 336,94 | 14 | | |
| | 2898,12 | | 4636,99 | | 7245,30 | | 14490,60 | 289,81 | 16 | | |
| | 2364,05 | | 3782,48 | | 5910,12 | | 11820,24 | 236,40 | 18 | | |
| 8042,48 | 6503,10 | 12867,96 | 10404,95 | 20106,19 | 16257,74 | 40212,39 | 32515,48 | 650,31 | 14 | 804,25 | 32 |
| | 6031,86 | | 9650,97 | | 15079,64 | | 30159,29 | 603,19 | 16 | | |
| | 5497,79 | | 8796,46 | | 13744,47 | | 27488,94 | 549,78 | 18 | | |
| | 4900,88 | | 7841,42 | | 12252,21 | | 24504,42 | 490,09 | 20 | | |
| | 4241,15 | | 6785,84 | | 10602,88 | | 21205,75 | 424,12 | 22 | | |
| 12566,37 | 10021,68 | 20106,19 | 16034,69 | 31415,93 | 25054,20 | 62831,85 | 50108,40 | 1002,17 | 18 | 1256,64 | 40 |
| | 9424,78 | | 15079,64 | | 23561,94 | | 47123,89 | 942,48 | 20 | | |
| | 8765,04 | | 14024,07 | | 21912,61 | | 43825,22 | 876,50 | 22 | | |
| | 7657,63 | | 12252,21 | | 19144,08 | | 38288,16 | 765,76 | 25 | | |
| | 6408,85 | | 10254,16 | | 16022,12 | | 32044,25 | 640,88 | 28 | | |
| 19634,95 | 15833,63 | 31415,93 | 25333,80 | 49087,39 | 39584,07 | 98174,77 | 79168,13 | 1583,36 | 22 | 1963,50 | 50 |
| | 14726,22 | | 23561,94 | | 36815,54 | | 73631,08 | 1472,62 | 25 | | |
| | 13477,43 | | 21563,89 | | 33693,58 | | 67387,16 | 1347,74 | 28 | | |
| | 11592,48 | | 18547,96 | | 28981,19 | | 57962,38 | 1159,25 | 32 | | |
| | 9456,19 | | 15129,91 | | 23640,48 | | 47280,97 | 945,62 | 36 | | |
| 31172,45 | 25014,93 | 49875,92 | 40023,89 | 77931,13 | 62537,33 | 155862,27 | 125074,66 | 2501,49 | 28 | 3117,25 | 63 |
| | 23129,98 | | 37007,96 | | 57824,94 | | 115649,88 | 2313,00 | 32 | | |
| | 20993,69 | | 33589,91 | | 52484,23 | | 104968,46 | 2099,37 | 36 | | |
| | 18606,08 | | 29769,73 | | 46515,21 | | 93030,41 | 1860,61 | 40 | | |
| | 15268,14 | | 24429,02 | | 38170,35 | | 76340,70 | 1526,81 | 45 | | |
| | 40086,72 | | 64138,76 | | 100216,81 | | 200433,61 | 4008,67 | 36 | | |
| 50265,48 | 37699,11 | 80424,77 | 60318,58 | 125663,71 | 94247,78 | 251327,41 | 188495,56 | 3769,91 | 40 | 5026,55 | 80 |
| | 34361,17 | | 54977,87 | | 85902,92 | | 171805,85 | 3436,12 | 45 | | |
| | 30630,53 | | 49008,85 | | 76576,32 | | 153152,64 | 3063,05 | 50 | | |
| | 25635,40 | | 41016,63 | | 64088,49 | | 128176,98 | 2563,54 | 56 | | |
| 78539,82 | 62635,50 | 125663,71 | 100216,81 | 196349,54 | 156588,76 | 392699,08 | 313177,52 | 6263,55 | 45 | 7853,98 | 100 |
| | 58904,86 | | 94247,78 | | 147262,16 | | 294524,31 | 5890,49 | 50 | | |
| | 53909,73 | | 86255,57 | | 134774,32 | | 269548,65 | 5390,97 | 56 | | |
| | 50265,48 | | 80424,77 | | 125663,71 | | 251327,41 | 5026,55 | 60 | | |
| | 40055,31 | | 64088,49 | | 100138,27 | | 200276,53 | 4005,53 | 70 | | |
| 122718,46 | 98088,38 | 196349,54 | 156941,40 | 306796,16 | 245220,94 | 613592,32 | 490441,88 | 9808,84 | 56 | 12271,85 | 125 |
| | 84233,95 | | 134774,32 | | 210584,88 | | 421169,77 | 8423,40 | 70 | | |
| | 72452,98 | | 115924,77 | | 181132,45 | | 362264,90 | 7245,30 | 80 | | |
| | 59101,21 | | 94561,94 | | 147753,03 | | 295506,06 | 5910,12 | 90 | | |
| 153938,04 | 103672,56 | 246300,86 | 165876,09 | 384845,10 | 259181,39 | 769690,20 | 518362,79 | 10367,26 | 80 | 15393,80 | 140 |
| | 90320,79 | | 144513,26 | | 225801,97 | | 451603,94 | 9032,08 | 90 | | |
| | 75398,22 | | 120637,16 | | 188495,56 | | 376991,12 | 7539,82 | 100 | | |
| | 162577,42 | | 260123,87 | | 406443,55 | | 812887,10 | 16257,74 | 70 | | |
| 201061,93 | 137444,68 | 321699,09 | 219911,49 | 502654,82 | 343611,70 | 1005309,65 | 687223,39 | 13744,47 | 90 | 20106,19 | 160 |
| | 122522,11 | | 196035,38 | | 306305,28 | | 612610,57 | 12252,21 | 100 | | |
| | 106028,75 | | 169646,00 | | 265071,88 | | 530143,76 | 10602,88 | 110 | | |
| 254469,00 | 175929,19 | 407150,41 | 281486,70 | 636172,51 | 439822,97 | 1272345,02 | 879645,94 | 17592,92 | 100 | 25446,90 | 180 |
| | 159435,83 | | 255097,32 | | 398589,57 | | 797179,14 | 15943,58 | 110 | | |
| | 131750,54 | | 210800,87 | | 329376,35 | | 658752,71 | 13175,05 | 125 | | |
| | 250542,01 | | 400867,22 | | 626355,04 | | 1252710,07 | 25054,20 | 90 | | |
| 314159,27 | 219126,09 | 502654,82 | 350601,74 | 785398,16 | 547815,22 | 1570796,33 | 1095630,44 | 21912,61 | 110 | 31415,93 | 200 |
| | 191440,80 | | 306305,28 | | 478602,01 | | 957204,01 | 19144,08 | 125 | | |
| | 160221,23 | | 256353,96 | | 400553,06 | | 801106,13 | 16022,12 | 140 | | |

| Register | Kolben-Ø (mm) | Max. Druck (bar/PSI) | Hub (mm) | Optionen | | | | | | Eigenschaften | | | | | | Anwendung | | | |
|----------------------|---------------|----------------------|-----------|--------------|-----|-----------------|------------|----------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---|---------|--------------|----------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | | Zentrierbund | Nut | Viton®-Dichtung | Entlüftung | Dämpfung | O-Ring Anschluss möglich | Systemanschluss | Temperatur, bei Standard-Dichtung | Temperatur, bei Viton®-Dichtung | Abfrage | dipp®-System | Verdrehsichert | Führungssäulen / Integrierte Führung | Schwenk- / Drehbewegung möglich | Zylinderrohr als Führung | Für Stanzaufgaben |
| Blockzylinder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BZ 500 | 16 | 500/7200 | 0...100 | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | |
| | 25-63 | | 0...130 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 80-100 | | 0...160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 125-200 | | 0...160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | BZ 320 | 25-63 | 320/4600 | 101...200 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 80-100 | | 131...200 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | ≥161 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BRB 250 | 25-100 | 250/3600 | 201...500 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BZN 500 | 16 | 320/4600 | 0...100 | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...120°C 5...248°F | induktiver, druckfester Näherungsschalter | | | | | | | |
| | 25-63 | | 0...130 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 80-100 | | 0...160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 125-200 | | 0...160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | BZN 320 | 25-63 | 320/4600 | 101...200 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 80-100 | | 131...200 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | | ≥161 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BRBN 250 | 25-100 | 250/3600 | 201...500 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MBZ160 | 25-63 | 250/3600 | 0...100 | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...130°C 5...266°F | Magnetfeld | | | | | | | |
| | MBZ160L | | 25-63 | 101...200 | | | | | | | | | | | | | | | |
| BZR 500 | 25-63 | 500/7200 | 0...100 | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | mechanisch | | | | | | | |
| | 80-100 | | 0...130 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 125-200 | | 0...160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25-63 | | 320/4600 | 101...200 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 80-100 | 131...200 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 125-200 | ≥161 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BZH 500 | 25-125 | 500/7200 | 0...100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BZP 501 | 25-63 | 500/7200 | 0...50 | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...140°C 5...284°F | induktiver, externer Näherungsschalter | | | | | | | |
| | 80-100 | | 0...130 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 125-200 | | 0...160 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 25-63 | | 320/4600 | 101...200 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 80-100 | 131...200 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 125-200 | ≥161 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BZ 250 | 25-125 | 250/3600 | 0...200 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BVZ 250 | 40-100 | 250/3600 | 0...100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stanzzylinder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| STZ 250 | 2 | 250/3600 | 0...100 | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | |
| | 80-100 | | 0...130 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 125-200 | | 0...160 | | | | | | | | | | | | | | | | |

im Standard möglich
 Dämpfung nicht regelbar
 Dämpfung regelbar
 Auf Anfrage
 Nicht möglich

| | | | | Optionen | | | | | | Eigenschaften | | | | | | Anwendung | | | | | | | | | |
|--|----------|---------------|----------------------|----------|--------------|-----|-----------------|------------|----------|--------------------------|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|---|------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------------|--|--|--|--|
| | Register | Kolben-Ø (mm) | Max. Druck (bar/PSI) | Hub (mm) | Zentrierbund | Nut | Viton®-Dichtung | Entlüftung | Dämpfung | O-Ring Anschluss möglich | Systemanschluss | Temperatur, bei Standard-Dichtung | Temperatur, bei Viton®-Dichtung | Abfrage | dipp®-System | Verdrehgesichert | Führungssäulen / Integrierte Führung | Schwenk- / Drehbewegung möglich | Zylinderrohr als Führung | Für Stanzaufgaben | direkt integrierbarer Zylinder | | | | |
| Hydraulikzylinder mit äußerer Führung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HZF 160 | 7 | 63–140 | 160/2300 | | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | | | | | |
| Verriegelungszyylinder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VBZ 160 | 8 | 32–40 | 160/2300 | 0...110 | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...80°C 5...176°F | induktiver, druckfester Näherungschalter | | | | | | | | | | | |
| Kurzhubzylinder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| WKHZ 400 | 9 | 25 | 400/5800 | 10 | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | | | | | |
| | | 32–50 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KHZ 160 | | 25 | 160/2300 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 32 | | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Einschraubzylinder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EZ 251 | 10 | 25 | 250/3600 | 10 | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | | | | | |
| | | 25 | | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 32 | | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 40 | | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kernzeigereinheit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KZE 251 | 11 | 32–50 | 250/3600 | 50...250 | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...100°C 5...212°F | mechanisch | | | | | | | | | | | |
| Flanschzylinder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FZ 250 | 12 | 25–80 | 250/3600 | 0...96 | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | | | | | |
| Doppelrohrzylinder | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DFZ 250 | 13 | 32–80 | 250/3600 | 0...500 | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | | | | | |
| Spannelemente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| BZK 250 | 14 | 25–125 | 250/3600 | 20–40 | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | induktiver, druckfester Näherungschalter | | | | | | | | | | | |
| | | 25–63 | 500/7200 | 20–63 | | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | induktiver, externer Näherungschalter | | | | | | | | | | |
| BZF 500 | | | | | | | | | | | | | | induktiver, druckfester Näherungschalter | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | induktiver, externer Näherungschalter | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Magnetfeld | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | Magnetfeld | | | | | | | | | | | |
| Drehantrieb | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DA 100 | 15 | 25–100 | 50/725 | 0...720° | | | | | | | | -15...80°C 5...176°F | -15...180°C 5...356°F | ohne | | | | | | | | | | | |

im Standard möglich
 Dämpfung nicht regelbar
 Dämpfung regelbar
 Auf Anfrage
 Nicht möglich

