



Wissenswertes über Hydraulikzylinder

Dieses Kapitel soll bei der Auslegung und Auswahl von Hydraulikzylindern unterstützen.

Es enthält technische Erläuterungen und Daten, Berechnungsformeln, praktische Hinweise sowie Verweise auf die Katalogblätter der in Frage kommenden Hydraulikzylinder.

Auf den Katalogblättern finden Sie weitere technische Informationen und Daten.

1. Grundlagen

- 1.1 Wie sind Hydraulikzylinder **aufgebaut**?
- 1.2 Wie unterscheiden sich **einfach und doppelt wirkende** Zylinder?

2. Berechnungen und mehr

- 2.1 Wie berechnet man **Druck- und Zugkräfte**?
In welchem **Verhältnis** stehen **Druck- und Zugkräfte**?
Gibt es **Kraftverluste**?
- 2.2 Welcher **Kolbendurchmesser** ist erforderlich?
Wie groß sind die **Kolbenflächen**?
- 2.3 Welcher **Druck** ist notwendig um eine bestimmte Kraft zu erzeugen?
- 2.4 Was ist der **maximale Betriebsdruck** einer Hydraulikanlage?
- 2.5 Welches **Ölvolumen** wird für den Kolbenhub benötigt?
- 2.6 Wie berechnet man die **Hubzeit** eines Zylinders?
- 2.7 Wie hoch ist die **Kolbengeschwindigkeit**?
- 2.8 Welcher **Pumpenvolumenstrom** ist bei vorgegebener Hubzeit erforderlich?
- 2.9 Warum ist die **tatsächliche Hubzeit** oft erheblich länger als erwartet?
- 2.10 Welches Volumen wird wegen der **Kompressibilität des Hydrauliköls** zusätzlich benötigt?
- 2.11 Welches Volumen wird wegen der **Materialdehnung von Hydraulikschläuchen** zusätzlich benötigt?
- 2.12 Wie **verändert sich der Öldruck** in geschlossenen Systemen, wenn sich die **Umgebungstemperatur ändert**?

3. Auswahlkriterien

- 3.1 Welche **Betriebstemperaturen** sind möglich?
Wann sind **FKM-Dichtungen** erforderlich?
- 3.2 Ist die **Einbaulage** beliebig?
Welche **Befestigungsmöglichkeiten** gibt es?
- 3.3 Wie werden die beweglichen **Teile an der Kolbenstange befestigt**?
- 3.4 Welche **hydraulischen Anschlussmöglichkeiten** gibt es?
- 3.5 Was muss bei der Auswahl der **Hydraulikflüssigkeit** beachtet werden?

4. Hydraulische Anschlüsselemente

- 4.1 Welche **Rohrverschraubungen** werden verwendet?
- 4.2 Welche **Hydraulikrohre** werden verwendet?
- 4.3 Was ist bei der Auswahl und dem Einsatz von **Hydraulikschläuchen** zu beachten?

5. Allgemeine Angaben und Hinweise

- 5.1 Wieviel **Lecköl** fällt bei Hydraulikzylindern an?
- 5.2 Wie groß sind die **Maßtoleranzen**, wenn nichts im Katalogblatt steht?
Welche **Maßtoleranz** haben die **Gehäuse**?
- 5.3 Was ist aus **Sicherheitsgründen** zu beachten?
- 5.4 Welche Unterstützung kann ich zur **Montage, Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung** erhalten?
- 5.5 Was bedeuten die **Schaltzeichen im Hydraulikplan**?

6. Besondere Anforderungen

- 6.1 Sind **Kolbenquerkräfte** zulässig oder gibt es besondere Ausführungen?
- 6.2 Welche Ausführungen mit **Verdrehsicherung** gibt es?
- 6.3 Welche Ausführungen mit **Endlagendämpfung** gibt es?
- 6.4 Welche Möglichkeiten zur **Abfrage der Kolbenstellung** gibt es?
- 6.5 Welche **Zubehörteile** hat ROEMHELD im Programm?
- 6.6 Welche Möglichkeiten gibt es für die **Lieferung von nicht im Katalog aufgeführten Hublängen**?
- 6.7 Der benötigte **Hydraulikzylinder ist nicht im Katalog** aufgeführt - gibt es **Sonderzylinder**?

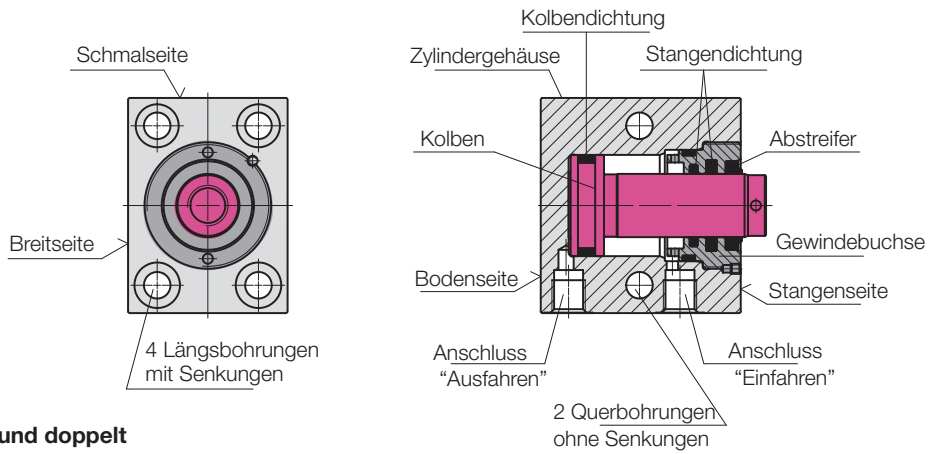
7. Weitere Informationen

- 7.1 Wie erhalte ich **CAD-Daten** der Hydraulikzylinder?
Welche **CAD-Formate** sind verfügbar?
- 7.2 Wer beantwortet weitere **Fragen**?
- 7.3 Habe ich die **aktuelle Ausgabe eines Katalogblatts**?

1. Grundlagen

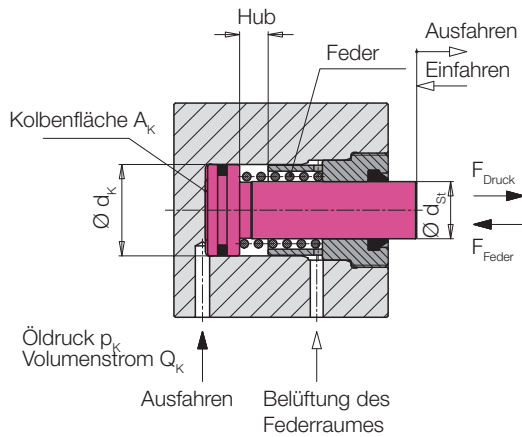
1.1 Wie sind Hydraulikzylinder aufgebaut?

Aufbau und Begriffbezeichnungen am Beispiel eines Blockzylinders

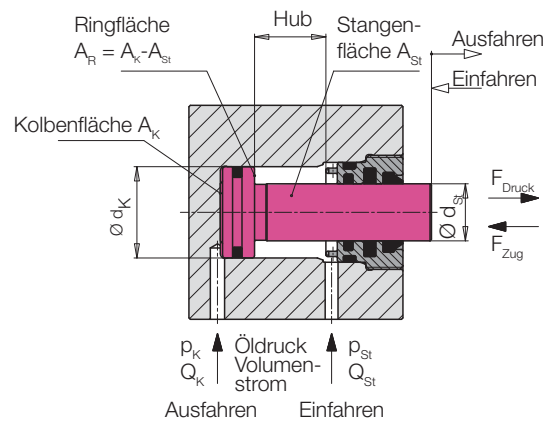


1.2 Wie unterscheiden sich einfach und doppelt wirkende Zylinder?

Einfach wirkender Hydraulikzylinder (Grundstellung)



Doppelt wirkender Hydraulikzylinder (Grundstellung)



Unterscheidungsmerkmale	Funktionsweise	
	Einfach wirkend	Doppelt wirkend
Sinnbild		
Krafterzeugung	nur in eine Achsrichtung	in beide Achsrichtungen
Ein/Ausfahren	in Wirkrichtung mit Hydraulikdruck, zurück mit Feder oder externer Kraft	beidseitig mit Hydraulikdruck
Rückstellkraft	gering, meist nur geringe Federkräfte	hoch, da hydraulisch
Federraum	muss belüftet werden, dadurch Gefahr der Bildung von Kondenswasser und Eindringen von korrosiven Flüssigkeiten (siehe Blatt A 0.110 - Federraumbelüftung)	ohne
Verfahrzeiten	durch Federrückhub nicht exakt definierbar, stark von Leitungsquerschnitt und Ölviskosität abhängig	exakt definierbar und wiederholgenau
Funktionssicherheit	Ausfälle durch Federbruch möglich	hohe Funktionssicherheit



2. Berechnungen und mehr

2.1 Wie berechnet man Druck- und Zugkräfte?

In welchem Verhältnis stehen Druck- und Zugkräfte?

Gibt es Kraftverluste?

Wird ein Hydraulikzylinder auf der Kolbenseite mit dem Druck p_k beaufschlagt, so erzeugt er die

Druckkraft

$$F_{\text{Druck}} [\text{kN}] = \frac{p_k [\text{bar}] * \pi * d_k^2 [\text{cm}^2]}{400}$$

Wird ein Hydraulikzylinder auf der Kolbenstangenseite mit dem Druck p_{st} beaufschlagt, so erzeugt er die

Zugkraft

$$F_{\text{Zug}} [\text{kN}] = \frac{p_{st} [\text{bar}] * \pi * (d_k^2 [\text{cm}^2] - d_{st}^2 [\text{cm}^2])}{400}$$

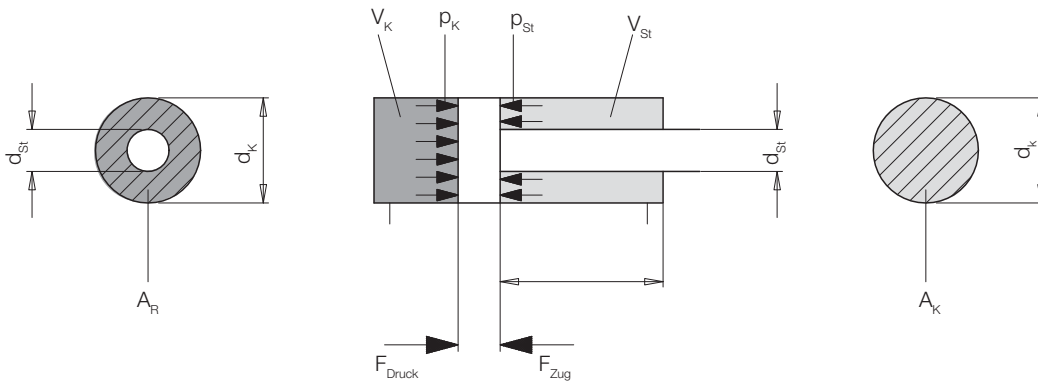
Umrechnungen:

Kraft F: 1 kN = 1000 N, 1 kN = 98,1 kp
 Druck p: 1 bar = $10^5 \text{ N/m}^2 = 0,1 \text{ N/mm}^2 = 0,1 \text{ MPa}$
 1 Pa = 1 N/m^2 (1 Pascal)
 $\pi = 3,1416$

Wichtig!

Die Formeln gelten nur dann, wenn kein Gegendruck ($p_{st} = 0$ bzw. $p_k = 0$) bzw. keine Gegenkraft vorhanden sind. Diese entgegenwirkenden Kräfte müssen ggf. von der Druck- bzw. Zugkraft abgezogen werden.

Zug- und Druckkraft des Hydraulikzylinders



Das Verhältnis zwischen Druck- und Zugkraft bei ROEMHELD Hydraulikzylindern beträgt näherungsweise:

$$F_{\text{Druck}} \approx 1,6 * F_{\text{Zug}}$$

Für genaue Berechnungen der Kraft sind auftretende Kraft- bzw. Druckverluste zu berücksichtigen.

Kraft-/Druckverluste durch	Erläuterung
Kolben- und Kolbenstangendichtungen	Die Reibkraft der Dichtungen muss ständig überwunden werden. Richtwert für den Druckverlust beim Anfahren: 3 bis 6 bar (Der Druckverlust während des Hubs ist deutlich geringer)
Rückstellfeder	Bei einfach wirkenden Zylindern mit Federrückstellung reduziert sich die Zylinderkraft um die Vorspannkraft der Rückstellfeder.
Druckverluste im hydraulischen System	Strömungswiderstände in Zuleitungen und Ventilen reduzieren den Druck am Zylinder während der Bewegung.
Staudruck im hydraulischen System	Wenn das Öl z.B. im Rückhub nicht schnell genug abfließen kann

ROEMHELD bietet Hydraulikzylinder mit einer Druckkraft bis zu 1570 kN an.



2.2 Welcher Kolbendurchmesser ist erforderlich? Wie groß sind die Kolbenflächen?

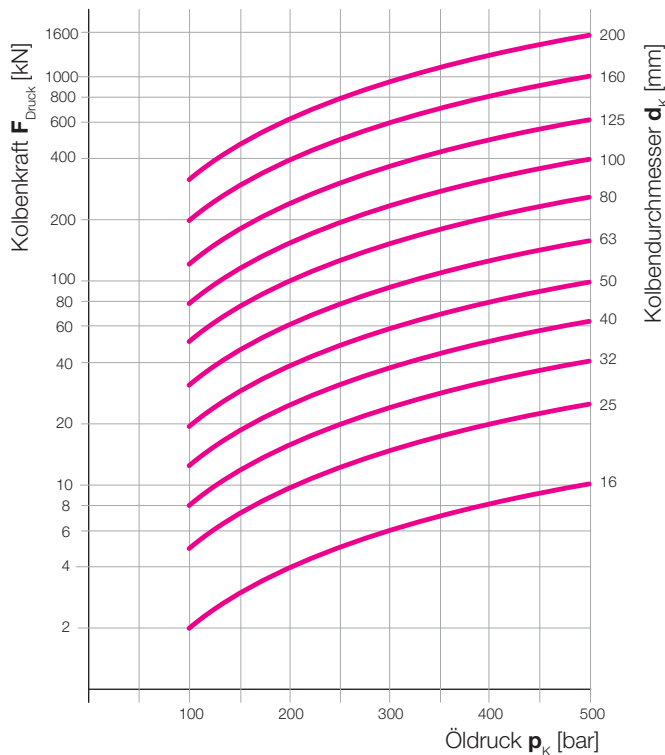
Der Mindestdurchmesser eines Kolbens, der bei einem vorgegebenen Druck für eine notwendige Druckkraft erforderlich ist, lässt sich wie folgt berechnen:

Gewählt wird dann der nächst größere genormte Kolbendurchmesser.

Kolbendurchmesser

$$d_{\min} [\text{cm}] = \sqrt{\frac{F [\text{kN}] * 400}{\pi * p [\text{bar}]}}$$

Den Zusammenhang zwischen Öldruck, Kolbenkraft und Kolbendurchmesser zeigt die folgende Grafik.



Die Kolbenflächen lassen sich mit den entsprechenden Durchmessern berechnen:

Kolbenfläche

$$A_K [\text{cm}^2] = \frac{\pi}{4} * d_K^2 [\text{cm}^2]$$

Kolbenringfläche

$$A_R [\text{cm}^2] = A_K - A_{St} [\text{cm}^2] = \frac{\pi}{4} * (d_K^2 - d_{St}^2) [\text{cm}^2]$$

Dabei ist A_{St} die

Kolbenstangenfläche

$$A_{St} [\text{cm}^2] = \frac{\pi}{4} * d_{St}^2 [\text{cm}^2]$$

ROEMHELD bietet Hydraulikzylinder für einen großen Kolbendurchmesserbereich an:

- doppelt wirkend: Ø 16 mm bis Ø 200 mm
- einfach wirkend: Ø 8 mm bis Ø 100 mm

2.3 Welcher Druck ist notwendig um eine bestimmte Kraft zu erzeugen?

Der erforderliche Druck lässt sich aus der gewünschten Kraft und Kolbenfläche berechnen:

Druck

$$p [\text{bar}] = \frac{F [\text{kN}] * 100}{A [\text{cm}^2]}$$

2.4 Was ist der maximale Betriebsdruck einer Hydraulikanlage?

Jede Kette ist nur so stark, wie ihr schwächstes Glied. Daraus folgt:

Der maximale Betriebsdruck in einer Hydraulikanlage richtet sich nach dem Bauteil mit dem kleinsten maximal zulässigen Betriebsdruck.

Wichtig!

Alle Hydraulikelemente wie Ventile, Rohre, Schläuche usw. müssen auf den maximalen Betriebsdruck, mit dem die Anlage betrieben werden soll, abgestimmt werden.

Einen Überblick über die wichtigsten Hydraulikzylinder und deren maximale Betriebsdrücke zeigt die folgende Tabelle:

Hydraulikzylinder	Katalogblatt	Maximaler Betriebsdruck
Blockzylinder mit Stahl-Gehäuse	B 1.5094	500 bar
Blockzylinder für Endlagenkontrolle	B 1.520	
RM Mini-Schieber	B 1.7384	
Universalzylinder	B 1.309	
Einschraubzylinder	B 1.470	
Blockzylinder mit Bronze-Gehäuse	B 1.553	
Blockzylinder mit Alu-Gehäuse	B 1.554	350 bar
Blockzylinder, verdrehgesichert	B 1.560	
Hydro-Blockzylinder	B 1.590	250 bar
RS Hydraulik-Schieber	B 1.7385	
Hydro-Zylinder	B 1.2811	200 bar
Hydro-Zylinder	B 1.282	

Wichtig!

Der angegebene maximale Betriebsdruck von Hydraulikzylindern darf niemals - auch nicht kurzzeitig - überschritten werden. Dies kann zur Zerstörung des Zylinders führen, mit der möglichen Folge von erheblichen Personen- und Sachschäden. Zudem führt es in jedem Fall zum Verlust der Gewährleistungsansprüche.



2.5 Welches Ölvolumen wird für den Kolbenhub benötigt?

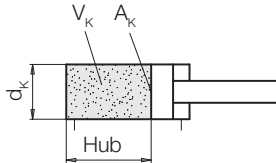
Das Ölvolumen **V**, das für einen Kolbenhub benötigt wird, errechnet sich aus der wirksamen Kolbenfläche **A** und dem benötigten Kolbenhub.

Zylindervolumen, allgemein:

$$\mathbf{V [cm^3] = A [cm^2] * Hub [cm]}$$

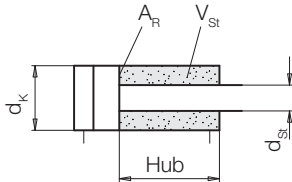
Zylindervolumen der Kolbenseite V_K :

$$\mathbf{V_K [cm^3] = d_K^2 [cm^2] * \frac{\pi}{4} * Hub [cm]}$$



Zylindervolumen der Kolbenstangenseite V_{St} :

$$\mathbf{V_{St} [cm^3] = (d_K^2 - d_{St}^2) [cm^2] * \frac{\pi}{4} * Hub [cm]}$$



2.6 Wie berechnet man die Hubzeit eines Zylinders?

Mit dem Zylindervolumen **V** und gegebenem Pumpenvolumenstrom **Q** kann die Hubzeit für einen Kolbenhub errechnet werden.

Hubzeit

$$\mathbf{t_H [s] = \frac{V [cm^3]}{Q [cm^3/s]}}$$

oder mit der Kolbenfläche **A** berechnet:

Hubzeit

$$\mathbf{t_H [s] = \frac{A [cm^2] * Hub [cm]}{Q [cm^3/s]}}$$

oder mit der Kolbengeschwindigkeit **v** berechnet:

Hubzeit

$$\mathbf{t_H [s] = \frac{Hub [cm]}{v [cm/s]}}$$

Umrechnungen:

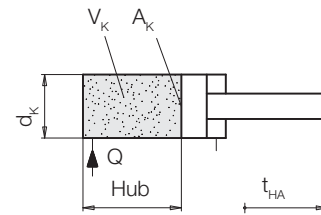
Volumenstrom Q: 1 l/min = 16,667 cm³/s, 1 cm³/s = 0,06 l/min

Kolbengeschwindigkeit v: 1 m/s = 100 cm/s = 1000 mm/s

Diese rein rechnerische Zeitbestimmungen gehen von einer konstanten Kolbengeschwindigkeit über den gesamten Hub aus. Beschleunigungszeiten, Zeiten für Schaltvorgänge oder zum Druckaufbau u.ä. sind hier nicht berücksichtigt.

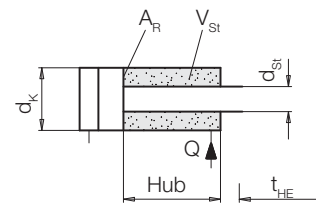
Hubzeit für das Ausfahren t_{HA} :

$$\mathbf{t_{HA} [s] = \frac{d_K^2 [cm^2] * \pi * Hub [cm]}{4 * Q [cm^3/s]}}$$



Hubzeit für das Einfahren t_{HE} :

$$\mathbf{t_{HE} [s] = \frac{(d_K^2 - d_{St}^2) * \pi * Hub [cm]}{4 * Q [cm^3/s]}}$$



2.7 Wie hoch ist die Kolbengeschwindigkeit?

Bei gegebenem Pumpenvolumenstrom **Q** und der wirksamen Kolbenfläche **A** errechnet sich die

Kolbengeschwindigkeit

$$\mathbf{v [cm/s] = \frac{Q [cm^3/s]}{A [cm^2]}}$$

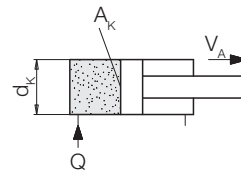
oder mit der Hubzeit t_H berechnet:

Kolbengeschwindigkeit

$$\mathbf{v [cm/s] = \frac{Hub [cm]}{t_H [cm^2]}}$$

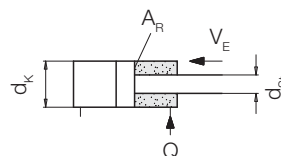
Kolbengeschwindigkeit beim Ausfahren v_A :

$$\mathbf{v_A \left[\frac{cm}{s} \right] = \frac{Q [cm^3/s] * 4}{d_K^2 [cm^2] * \pi}}$$



Kolbengeschwindigkeit beim Einfahren v_E :

$$\mathbf{v_E \left[\frac{cm}{s} \right] = \frac{Q [cm^3/s] * 4}{(d_K^2 - d_{St}^2) [cm^2] * \pi}}$$



Wichtig!

Bei gleichem Pumpenvolumenstrom **Q** ist die Kolbengeschwindigkeit beim Einfahren um das Flächenverhältnis ϕ höher als beim Ausfahren.



Für ROEMHELD Hydraulikzylinder gilt:

Flächenverhältnis:

$$\varphi = \frac{A_K}{A_R} \approx 1,6$$

Damit ergibt sich:

$$v_E = \varphi * v_A \approx 1,6 * v_A \quad (\text{bei } Q = \text{konstant})$$

Zu beachten sind die maximal zulässigen Kolbengeschwindigkeiten der Hydraulikzylinder entsprechend der nachfolgenden Tabelle.

Hydraulikzylinder	Katalogblatt	Maximale Kolbengeschwindigkeit
Blockzylinder mit Stahl-Gehäuse	B 1.5094	25 cm/s
RM Mini-Schieber	B 1.7384	
Blockzylinder mit Alu-Gehäuse	B 1.554	
Blockzylinder mit Kolbenstange mit Außengewinde	B 1.542	50 cm/s
Hydro-Zylinder	B 1.2811	50 cm/s
Hydro-Zylinder	B 1.282	
Hydro-Blockzylinder	B 1.590	
RS Hydraulik-Schieber	B 1.7385	

2.8 Welcher Pumpenvolumenstrom ist bei vorgegebener Hubzeit erforderlich?

Der erforderliche Pumpenvolumenstrom errechnet sich aus dem Gesamtvolumen aller Zylinder V_{ges} und der Zeit t_H , in der alle Hubbewegungen durchgeführt sein sollen.

Erforderlicher Pumpenvolumenstrom

$$Q_{erf} \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right] = \frac{V_{ges} [\text{cm}^3]}{t_H [\text{s}]} = \frac{V_1 + V_2 + \dots + V_n [\text{cm}^3]}{t_H [\text{s}]}$$

Wichtig!

Diese Berechnungen berücksichtigen nur die reinen Hubvolumen aller Zylinder im drucklosen Zustand.

Wenn die Taktzeit (Zeit für den Arbeitszyklus) vorgegeben ist und auf keinen Fall überschritten werden darf, müssen die Schaltzeiten von Ventilen, Beschleunigungszeiten und die Zeit für den Druckaufbau bis zum Schalten des Druckschalters, der den erreichten Druck signalisiert, beachtet werden (siehe Kapitel 2.9).

Achtung!

In der Praxis wird nicht immer jede gewünschte Taktzeit erreicht. Vor allem wenn große Massen bewegt werden und diese nicht zu hart anschlagen dürfen, müssen die Zylinder wieder gedrosselt werden, was zu starker Ölerwärmung führen kann. In diesen Fällen sind Hydraulikzylinder mit Endlagendämpfung empfehlenswert.

2.9 Warum ist die tatsächliche Hubzeit oft erheblich länger als erwartet?

Während der Hubbewegung ist das Hydrauliksystem meist nahezu drucklos, da hierfür keine große Kraft und damit Druck erforderlich ist. Erst wenn der Kolben auf das Werkstück trifft und die gewünschte

Kraft erzeugt werden soll, muss das ganze Hydrauliksystem auf Druck gebracht werden. Hierzu ist die Zeit t_{Dr} erforderlich, welche die berechnete Hubzeit t_H erheblich verlängern kann.

Tatsächliche Hubzeit

$$\text{Tatsächliche Hubzeit } t_{Hr} = \text{Hubzeit } t_H + \text{Zeit für Druckaufbau } t_{Dr}$$

Die Ursache für die Zeit t_{Dr} ist, dass der Druckerzeuger ein zusätzliches Ölvolumen in das Hydrauliksystem pumpen muss. Die wichtigsten Gründe hierfür sind:

- **Kompressibilität des Hydrauliköls (siehe 2.10)**

- **Volumenzunahme von Hydraulikschläuchen (siehe 2.11)**

Damit muss der Druckerzeuger tatsächlich folgendes Volumen bereitstellen:

Tatsächliches Volumen

$$\begin{aligned} & \text{Zylindervolumen } V && (\text{siehe 2.5}) \\ + & \text{Volumen für Ölkompessibilität } V_\beta && (\text{siehe 2.10}) \\ + & \text{Volumenzunahme der Hydraulikschläuche } V_{Szu} && (\text{siehe 2.11}) \\ \hline = & \text{Tatsächliches Volumen } V_t \end{aligned}$$

Es ergibt sich die

Tatsächliche Hubzeit

$$t_{Ht} [\text{s}] = \frac{V_t [\text{cm}^3]}{Q [\text{cm}^3/\text{s}]}$$

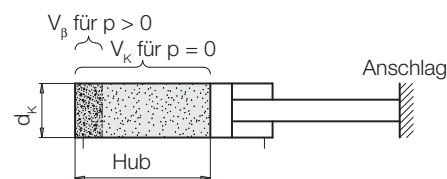
Hinweis!

Für die Berechnung der Taktzeit muss natürlich auch die Zeit für den Rückhub in gleicher Weise ermittelt werden.

In der Praxis ist die tatsächliche Hubzeit t_{Ht} nicht selten 20 bis 50% länger als die Hubzeit t_H .

2.10 Welches Volumen wird wegen der Kompressibilität des Hydrauliköls zusätzlich benötigt?

Wird Hydrauliköl unter Druck gesetzt, so verringert sich sein Volumen. Das bedeutet, dass der Druckerzeuger bei einem Druckanstieg Δp (delta p) ein zusätzliches Volumen V_β zur Verfügung stellen muss.



Das Volumen V_β wird mit dem Kompressibilitäts-Faktor β des Hydraulikmediums berechnet.

Kompressibilitäts-Volumen

$$V_\beta [\text{cm}^3] = V_{ges} [\text{cm}^3] * \beta [1/\text{bar}] * \Delta p [\text{bar}]$$

Für Hydrauliköl beträgt β ca. $70 * 10^{-6} 1/\text{bar}$.

Daraus folgt:

Für einen Druckanstieg von 100 bar wird 0,7 % mehr Ölvolumen benötigt.



Bei der Berechnung von V_{β} einer Hydraulikanlage muss das gesamte Ölvolumen V_{ges} , das komprimiert wird, berücksichtigt werden. Das heißt, angefangen vom Druckerzeuger bis zu den Hydraulikzylindern, sind alle Ölvolumen zu addieren.

Gesamtes Volumen

	Volumen der Hydraulikrohre	V_R	
+	Volumen der Hydraulikschläuche	V_S	
+	Zylindervolumen	V	(siehe 2.5)
=	Gesamtes Volumen	V_{ges}	

Wichtig!

Luft im Hydrauliköl erhöht die Kompressibilität und das zusätzliche Volumen V_{β} . Dadurch verlängert sich die tatsächliche Hubzeit t_{Ht} erheblich. Deshalb ist jede Hydraulikanlage bei der Inbetriebnahme sorgfältig zu entlüften.

2.11 Welches Volumen wird wegen der Materialdehnung von Hydraulikschläuchen zusätzlich benötigt?

Bei Druckbeaufschlagung werden Schläuche gedehnt und nehmen ein zusätzliches Volumen an Hydrauliköl auf. Da es relativ groß ist, sollte dieses Volumen bei der Berechnung der tatsächlichen Hubzeit t_{Ht} beachtet werden.

Die Volumenzunahme der Hydraulikschläuche V_{Szu} wird mit der - von der Nennweite abhängigen - spezifischen Volumenzunahme V_{Sp} berechnet.

Richtwerte für die spezifische Volumenzunahme V_{Sp} :

Schlauch-Nennweite DN [mm]	Spezifische Volumenzunahme $V_{Sp} \left[\frac{cm^3}{m \cdot bar} \right]$
6	0,01
10	0,015
13	0,025
16	0,035
20	0,05

Bei gegebener Schlauchlänge L_s und Druckanstieg Δp ergibt sich:

Volumenzunahme von Hydraulikschläuchen

$$V_{Szu} = V_{Sp} \left[\frac{cm^3}{m \cdot bar} \right] * L_s [m] * \Delta p [bar]$$

Nach obiger Formel folgt:

Bei einem Nenndurchmesser DN6, einem Druckanstieg von 100 bar und einer Schlauchlänge von 1 m ergibt sich eine Volumenzunahme eines Hydraulikschlauches von 1 cm³.

Hinweis!

Die Volumenzunahme von Hydraulikrohren kann in der Regel vernachlässigt werden.

2.12 Wie verändert sich der Öldruck in geschlossenen Systemen, wenn sich die Umgebungstemperatur ändert?

Alle Hydraulikmedien dehnen sich bei Temperaturerhöhung aus.

Die Volumendifferenz V_T , die durch eine Temperaturdifferenz ΔT bewirkt wird, wird mit dem Wärmeausdehnungs-Faktor α des Hydraulikmediums berechnet.

Volumendifferenz durch Temperaturänderung

$$V_T [cm^3] = V [cm^3] * \alpha [1/K] * \Delta T [K]$$

[K]: Grad Kelvin (20 °C entspricht 293 K)

Für Hydrauliköl beträgt α ca. $0,67 \cdot 10^{-3} 1/K$.

Hinweis!

Die Temperaturdifferenz kann in Grad Kelvin [K] oder Celsius [°C] in die Formel eingesetzt werden.

Nach vorangegangener Formel folgt für Hydrauliköl:

Eine Temperaturerhöhung von 15 °C bewirkt eine Volumenerhöhung von ca. 1%.

In einem geschlossenen hydraulischen System steht jedoch kein Raum zur Volumenvergrößerung zur Verfügung. Das Hydraulikmedium wird entsprechend dem Kompressibilitäts-Faktor β (siehe 2.10) komprimiert und eine Druckerhöhung Δp nach folgender Formel ist die Folge:

Druckerhöhung

$$\Delta p [bar] = \frac{\alpha [1/K]}{\beta [1/bar]} * \Delta T [K]$$

Mit den Richtwerten für α und β ergibt sich für Hydrauliköl:

Druckerhöhung

$$\Delta p [bar] = 9,571 * \Delta T [K]$$

Für Hydrauliköl gilt:

Eine Temperaturerhöhung von 1 °C bewirkt eine Druckerhöhung von etwa 10 bar.

In einem geschlossenen hydraulischen System muss - je nach Anwendung - die Druckänderung durch eine Temperaturänderung schon in der Planungsphase berücksichtigt werden.

Unzulässige Druckerhöhungen können beispielsweise durch Druckbegrenzungsventile vermieden werden.

Unerwünschter Druckabfall kann durch einen Druckspeicher verringert werden.

3. Auswahlkriterien

3.1 Welche Betriebstemperaturen sind möglich? Wann sind FKM-Dichtungen erforderlich?

Der Temperaturbereich, in dem Hydraulikzylinder eingesetzt werden können, hängt in erster Linie von dem eingesetzten Dichtungswerkstoff ab. In der Regel bestimmen die eingesetzten O-Ringe die Temperaturgrenzen. ROEMHELD Hydraulikzylinder werden serienmäßig mit folgenden Dichtungswerkstoffen ausgestattet:

NBR: -30 °C bis +100 °C

NBR = Nitril-Butadien-Kautschuk, Handelsname: z.B. Perbunan

FKM: -20 °C bis +150 °C

FKM = Fluor-Kautschuk, Handelsname: z.B. VITON®

Die Angaben beziehen sich auf die direkte Temperatur der Dichtungen, die sich aus der Umgebungstemperatur und der Temperatur des Hydraulikmediums zur eigentlichen Betriebstemperatur des Hydraulikzylinders zusammensetzen kann. Das bedeutet beispielsweise, dass die Innentemperatur einer Spritzgießform weit höher sein kann, als die Betriebstemperatur eines an der Form angebauten Hydraulikzylinders.

Hydraulikzylinder für Betriebstemperaturen von 150 bis 200 °C

Können als Sonderausführung geliefert werden.

Dabei handelt es sich um eine FKM-Ausführung mit speziellen Stützringen.



Hydraulikzylinder für Betriebstemperaturen über 200 °C

Werden Betriebstemperaturen über 200 °C benötigt, so sollten im Vorfeld bereits konstruktive Maßnahmen zur Reduzierung der Betriebstemperatur des Hydraulikzylinders getroffen werden (Isolierung, Kühlung o.ä.).

Zwar werden von Dichtungsherstellern auch O-Ringe für höhere Temperaturen angeboten (z.B. aus FKM-Perfluor-Kautschuk mit den Markennamen Kalrez, Isolast u.a.), diese sind jedoch meist nicht für die dynamischen Dichtungsanforderungen des Hydraulikzylinders geeignet. Zudem umfasst das Angebot der Dichtungshersteller zumeist keine Abstreifer aus diesen Materialien.

Bei der Auswahl eines Hydraulikzylinders in Bezug auf die Betriebstemperatur ist weiterhin noch zu beachten:

- Wahl eines geeigneten Hydraulikmediums
- Zulässige Betriebstemperatur von angebauten Zubehörteilen (z.B. Positionskontrollen)
- Zulässige Betriebstemperatur von direkt im Zylinder eingebauten Zusatzteilen (z.B. der Magnet bei Hydraulikzylindern mit Positionskontrollen mit Magnetsensoren)

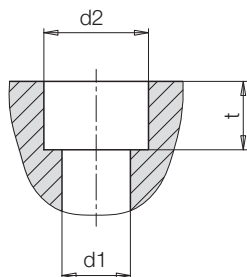
3.2 Ist die Einbaulage beliebig?

Welche Befestigungsmöglichkeiten gibt es?

ROEMHELD Hydraulikzylinder können in jeder beliebigen Lage eingebaut werden.

Für die Befestigung der Zylinder stehen meist Durchgangslöcher für Schrauben nach DIN ISO 273 fein längs und/oder quer zur Zylinderachse zur Verfügung. Einige Zylinderbaureihen sind zusätzlich mit Senkungen für Zylinderschrauben mit Innensechskant nach DIN 912 versehen.

Senkungen für Durchgangslöcher



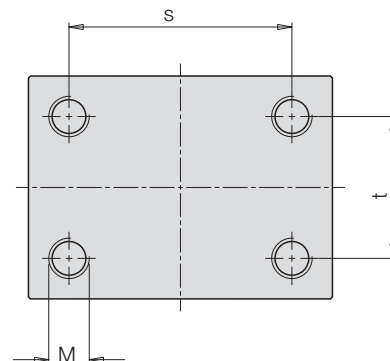
Soweit im Katalogblatt nicht anders angegeben, erhalten ROEMHELD Hydraulikzylinder folgende Senkungen.

Zylinderschraube DIN 912 / Gewinde	Ø d1 [mm]	Abmessungen		
		Ø d2 [mm]	t (bodenseitig) [mm]	t (stangenseitig) [mm]
M6	6,5	11,0	5,0	7,0
M8	8,5	13,5	9,0	9,0
M10	10,5	17,0	11,0	11,0
M12	13,0	20,0	13,0	13,0
M16	17,0	26,0	17,0	17,0
M20	21,0	33,0	21,5	21,5
M24	25,0	40,0	25,5	25,5
M30	32,0	48,0	32,0	32,0
M36	39,0	57,0	38,0	38,0
M48	52,0	76,0	50,0	50,0

Blockzylindern mit längeren Hüben (160 und 200 mm) erhalten wegen der großen Länge anstelle der Längsbohrungen als Standard Innengewinde zur Befestigung.

Bei kleineren Hüben wird die Ausführung „**Gewinde anstelle der Längsbohrungen**“ als Zylindervariante mit einem Preisaufschlag (siehe aktuelle Preisliste) auf den Standardzylinder angeboten.

Es werden je 4 Sacklochgewinde an Boden- und Stangenseite angebracht. Die Längsbohrungen entfallen.



Als Variante werden folgende Innengewinde geliefert:

Innengewindeabmessungen				
Kolben Ø [mm]	Stangen Ø [mm]	Mx Tiefe [mm]	s [mm]	t [mm]
16	10	M6x9	40	22
25	16	M8x12	50	30
32	20	M10x15	55	35
40	25	M10x15	63	40
50	32	M12x18	76	45
63	40	M16x24	95	65
80	50	M20x30	120	80
100	60	M24x36	158	108
125	80	M30x45	180	130
160	100	M36x54	230	160
200	125	M50x75	300	220

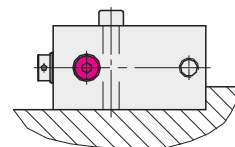
Gültig für Katalogblätter B 1.5094, B 1.542, B 1.552, B 1.554.
Andere Abmessungen und Baureihen auf Anfrage.

Hinweis!

Für die Befestigung der Zylinder können grundsätzlich Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 verwendet werden.

Werden Hydraulikzylinder mit Schrauben quer zur Zylinderachse befestigt, werden die Schrauben durch die Zylinderkräfte auf Abscherung beansprucht. In diesem Fall müssen Hydraulikzylinder ab einem bestimmten Betriebsdruck abgestützt werden.

Blockzylinder mit Abstützung hinten



Die Höhe der Abstützung braucht nur wenige Millimeter zu betragen. Die Abstützung muss der erzeugten Kraft entgegenwirken. Das heißt, beim Einsatz als Druckzylinder (Erzeugung von Druckkraft) muss hinten (bodenseitig) abgestützt werden. Beim Einsatz als Zugzylinder (Erzeugung von Zugkraft) muss vorne (stangenseitig) abgestützt werden.



Eine Abstützung ist ab folgenden Betriebsdrücken erforderlich:

Zylinder	Katalogblatt	Druckzylinder	Zugzylinder
Blockzylinder	B 1.5094 u.a	ab 160 bar	ab 250 bar
Hydro-Blockzylinder	B 1.590	ab 100 bar	ab 160 bar

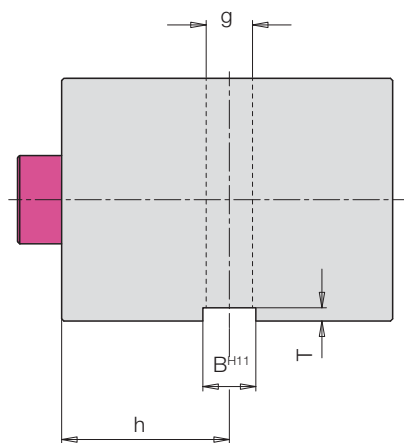
Alternativ zu dieser Abstützung können Hydraulikzylinder mit einer Quernut im Gehäuse ausgestattet werden, die die Zylinderkräfte über eine Passfeder auf die Anschraubfläche übertragen. Die zuvor beschriebene Abstützung ist dann nicht notwendig.

Folgende Hydraulikzylinder haben in der Standard-Ausführung bereits eine Quernut:

- Hydro-Blockzylinder B 1.590
- RS Hydraulik-Schieber B 1.7385

Bei Blockzylindern wird die Ausführung „mit zusätzlicher Quernut“ als Variante mit einem Preisaufschlag (siehe aktuelle Preisliste) auf den Standardzylinder angeboten.

Diese Variante umfasst eine definierte Quernut mit folgender Lage und folgenden Abmessungen:



Quernutabmessungen

Kolben/ Stangen Ø [mm]	Nutbreite B ^{H11} [mm]	Nuttiefe T [mm]	Nutlage h [mm]	Drn. g [mm]
16/10	8	2	30	6,5
25/16	10	2	33	8,5
32/20	12	3	38	10,5
40/25	12	3	40	10,5
50/32	15	5	44	13
63/40	20	5	50	17
80/50	24	7	60	21
100/60	28	7	64	25
125/80	35	7	82	32
160/100	42	9	92	39
200/125	55	9	112	52

Gültig für Katalogblätter B 1.5094, B 1.542, B 1.552, B 1.554.
Andere Abmessungen und Baureihen auf Anfrage.

Eine Alternative in Bezug auf die Befestigung stellen folgende Hydraulikzylinder dar:

- **Universalzylinder mit Außengewinde** (Katalogblatt B 1.309)

Das runde Gehäuse mit Außengewinde kann einfach mit 2 Nutmuttern in Durchgangsbohrungen befestigt werden. Anhand der Nutmuttern kann der Zylinder in axialer Richtung exakt positioniert werden.

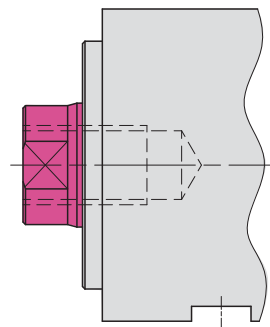
- **Blockzylinder mit Gelenklager** (Katalogblatt B 1.542 / G 3.810)

Am Blockzylindergehäuse ist direkt ein Gelenklager befestigt, das einen entsprechenden Lagerbolzen aufnehmen kann. Als Option ist ein Gelenkkopf zum Aufschrauben auf die Kolbenstange erhältlich.

3.3 Wie werden die beweglichen Teile an der Kolbenstange befestigt?

Zur Befestigung von Bauteilen an der Kolbenstange sind die meisten Hydraulikzylinder mit einem Innengewinde in der Kolbenstange ausgestattet.

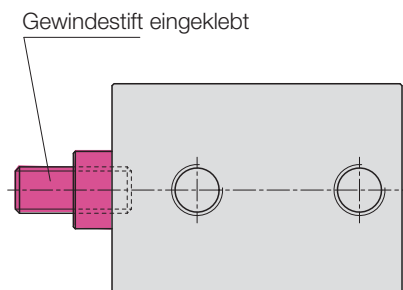
Kolbenstange mit Innengewinde



Zum Gegenhalten beim Festziehen der Anbauteile haben die Hydraulikzylinder entweder zwei angefräste Schlüsselflächen an der Kolbenstange (bei kleinen Durchmessern) oder radiale Bohrungen in der Kolbenstange (bei großen Durchmessern).

In die Innengewinde können kundenseitig selbstverständlich auch Gewindestifte eingeschraubt werden, um einen Anschluss mit Außengewinde zu erhalten. Zu beachten ist dann, dass der Gewindestift auch die entstehenden Kräfte übertragen kann.

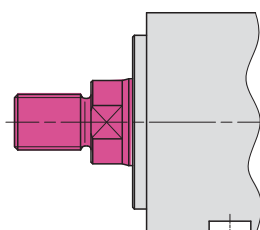
Kolbenstange mit Innengewinde und Gewindestift



Alternativ zum Innengewinde bietet ROEMHELD folgende Ausführungen mit Kolbenstange mit Außengewinde an:

- B 1.542 - Blockzylinder, Kolbenstange mit Außengewinde
 - Blockzylinder mit Gelenklager
- B 1.590 - Hydro-Blockzylinder

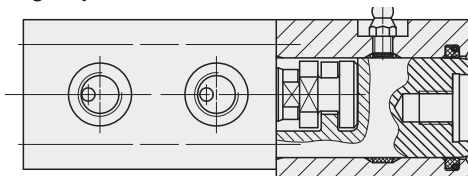
Kolbenstange mit Außengewinde





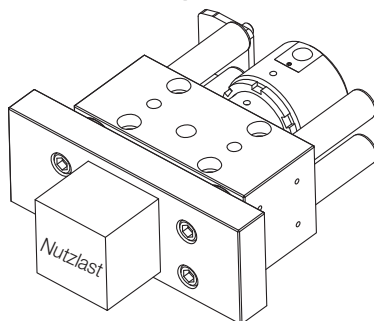
Bei der Befestigung von Bauteilen, die zusätzlich geführt werden, müssen Druckschrauben mit Kupplungszapfen (siehe Katalogblatt G 3.800) verwendet werden, damit es nicht zu Zwangszuständen kommt.

Kolbenstange mit Innengewinde und Druckschraube mit Kupplungszapfen



Eine Ausnahme stellen RM Mini-Schieber (Katalogblatt B 1.7384) und RS Hydraulik-Schieber (Katalogblatt B 1.7385) dar, bei denen eine komplette Stahlplatte zur Befestigung von Anbauteilen zur Verfügung steht.

RS Hydraulik-Schieber mit Frontplatte



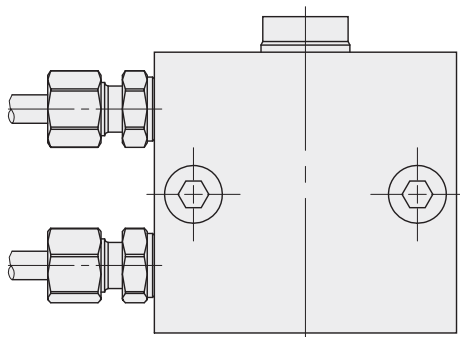
3.4 Welche hydraulischen Anschlussmöglichkeiten gibt es?

Hydraulikzylinder haben in Abhängigkeit der Bauart zwei unterschiedliche Möglichkeiten des hydraulischen Anschlusses.

Rohrgewinde G

Der Zylinder ist mit Whitworth-Rohrgewinde nach DIN ISO 228 (Kurzzeichen G) mit Einschraubloch Form X nach DIN 3852 Blatt 2 (für zylindrischen Einschraubzapfen) versehen, die sich bei Blockzylindern in der Regel an der Schmalseite befinden.

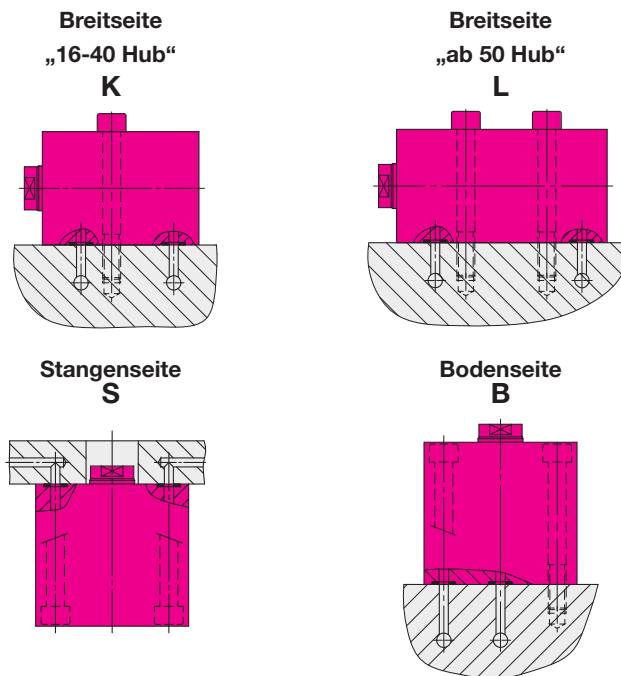
Der hydraulische Anschluss erfolgt über passende Rohrverschraubungen.



Ausführungen zum Aufflanschen mit O-Ring-Abdichtung

Der Zylinder wird auf eine Grundplatte o.ä. angeflanscht und über gebohrte Hydraulikkanäle direkt mit dem Hydraulikmedium versorgt. Die Abdichtung zwischen Zylinder und Grundplatte erfolgt über O-Ringe, deren Ansenkungen sich im Hydraulikzylinder befinden.

Die zur Abdichtung notwendigen O-Ringe sind immer Lieferbestandteil des Hydraulikzylinders. Damit eine einwandfreie Abdichtung gewährleistet ist, muss die Anflanschfläche der Grundplatte eine Oberflächenrauhtiefe von $Ra < 0,8$ haben. Die Anschlussbohrung in der Grundplatte darf nicht größer sein als die entsprechende Bohrung im Zylinder. In Abhängigkeit der Lage der Ölzuführung gibt es folgende Ausführungen:



Hinweis!

Die Ausführungen K und L müssen mit den Querbohrungen befestigt werden und sind deshalb nicht mit Längsbohrungen ausgestattet. Die Ausführungen B und S müssen mit den Längsbohrungen befestigt werden und sind deshalb nicht mit Querbohrungen ausgestattet.

3.5 Was muss bei der Auswahl der Hydraulikflüssigkeit beachtet werden?

Bei der Auswahl der Druckflüssigkeit sind neben dem Hydraulikzylinder alle weiteren Komponenten der hydraulischen Anlage (z.B. Pumpen, Ventile etc) sowie deren Zusammenwirken (z.B. Wärmeentwicklung) zu beachten. Folgende Kriterien sind maßgeblich:

- Temperatur / Viskositätsverhalten
- Verschleiß- bzw. Korrosionsverhalten / Werkstoffbeständigkeit
- Brenn- bzw. Entflammbarkeit
- Umweltverträglichkeit
- Alterungsbeständigkeit

Bei der Auswahl einer Druckflüssigkeit sollte im Zweifel immer beim Hersteller nachgefragt werden. Denn schon geringe Mengen an speziellen herstellerabhängigen Zusätzen bzw. Additiven können sich auf die Eigenschaften der Druckflüssigkeit auswirken.

Unabhängig von der gewählten Sorte, sollte die Druckflüssigkeit regelmäßig kontrolliert (Verschmutzung, Ölstand etc.) und gewechselt werden (abhängig von den Betriebsstunden, Sorte etc.).

Das Vorhandensein des entsprechenden Sicherheitsdatenblatts ist selbstverständlich.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick der einzelnen Gruppen an Druckflüssigkeiten.



Übersicht Druckflüssigkeiten

Druckflüssigkeit	Beschreibung	Anmerkungen
Mineralöle		
- Hydrauliköle HL (DIN 51524 Teil 1)	Mineralöl mit Zusätzen für Korrosionsschutz und Alterungsbeständigkeit	Für hochbeanspruchte Hydraulikelemente nicht geeignet wegen fehlenden Verschleiß-zusätzen
- Hydrauliköle HLP (DIN 51524 Teil 2)	Mineralöl wie HL, jedoch mit zusätzlichem Verschleißschutz	Allgemein übliches Mineralöl, empfohlen in den Viskositätsklassen: HLP 22 für Öltemperatur von 10..40°C (Spannhydraulik) HLP 32 für Öltemperatur von 15..50°C HLP 46 für Öltemperatur von 20..60°C (Dauerbetrieb)
- Hydrauliköle HLPV (DIN 51524 Teil 3)	Mineralöl wie HLP, jedoch mit erhöhtem Viskositätsindex für den Einsatz in einem weiten Temperaturbereich	u.a. nachteilige Auswirkungen auf die Viskosität unter Druck
- unlegierte Öle H - z.B. Schmieröle (DIN 51517 Teil 1)	Mineralöl ohne Zusätze	Geringe Schmierfähigkeit
- sonstige Mineralöle - z.B. Motorenöle, Getriebeöle	Mineralöle, die für andere Anwendungen entwickelt wurden	Meist weniger gut geeignet
- Sonderöle - nach z.B. MIL oder NATO-Standard	Mineralöle, die meist für den Militärbereich entwickelt wurden	Besonders auf die Werkstoffbeständigkeit achten

Schwerentflammbare Druckflüssigkeiten nach DIN 51502

- HFA	Öl in Wasser Emulsion (Wasseranteil > 80%)	Weniger gut geeignet, da Korrosion wegen des hohen Wasseranteils - max. Betriebsdruck ca. 150 bar - max. Temperatur ca. 60°C
- HFB	Wasser in Öl-Emulsion (Wasseranteil > 40%)	Weniger gut geeignet, da Korrosion wegen des hohen Wasseranteils - max Betriebsdruck ca. 200 bar - max. Temperatur ca. 60°C
- HFC	Wässrige Poly-Glycollösung (Wasser-Glycol) (Wasseranteil < 35%)	Gut geeignet (mit NBR- oder FKM-Dichtungen) - max Betriebsdruck ca. 200 bar - max. Temperatur ca. 60°C
- HFD	Wasserfreie Flüssigkeit mit ähnlichen Eigenschaften wie Mineralöl	Nur mit FKM-Dichtungen gut geeignet - max Betriebsdruck ca. 500 bar - max. Temperatur ca. 150°C
- HFD-R	- Phosphatsäureester	
- HFD-S	- chlorierte Kohlenwasserstoffe	
- HFD-T	- Mischung aus HFD-R und HFD-S	
- HFD-U	- basiert auf anderen Verbindungen	

Umweltverträgliche Druckflüssigkeiten

- Native Öle HETG - z.B. Rapsöl, Sonnenblumenöl	Flüssigkeiten auf der Basis von natürlichen Ölen	Wenig geeignet, neigen bei höheren Temperaturen zum Verkleben und vorzeitigem Altern
- Polyäthylenglykole HEPG	Flüssigkeiten auf der Basis von Polyäthylenglykol (PAG) mit ähnlichen Eigenschaften wie Mineralöl	Allgemein geeignet, jedoch Prüfung im Einzelfall notwendig
- Syntetische Ester HEES - Polyester - Diester - Carbonsäureester	Flüssigkeiten auf der Basis von syntetisch hergestellten Estern	Allgemein geeignet

Sonderflüssigkeiten

- Bremsflüssigkeiten	Bremsflüssigkeiten auf Glykolbasis (DOT4)	Einsatz nur mit EPDM, nicht mit Dichtungen aus NBR oder FKM möglich
----------------------	---	---



4. Hydraulische Anschlusselemente

4.1 Welche Rohrverschraubungen werden verwendet?

Zum Whitworth-Rohrgewinde G passende Rohrverschraubungen entsprechen DIN 2353, Einschraubzapfen Form B nach DIN 3852 Blatt 2.

Als Rohrverschraubungen für Hydraulikzylinder mit Stahlgehäuse werden metallisch dichtende Ausführungen (mit Dichtkante) eingesetzt. Bei Hydraulikzylindern mit Aluminiumgehäuse dürfen nur Rohrverschraubungen mit Weichdichtung (Elastic-Dichtungen) verwendet werden.

Wichtig!

Es darf kein zusätzliches Dichtmittel wie z.B. Teflonband verwendet werden!

Die Rohrverschraubungen werden in 2 Baureihen angeboten:

- **Baureihe L:** "Leichte Baureihe" für einen maximalen Betriebsdruck von 250..350 bar (je nach Ausführung)
- **Baureihe S:** "Schwere Baureihe" für einen maximalen Betriebsdruck von 400..500 bar (je nach Ausführung)

Die Baureihe L hat im Vergleich zur Baureihe S etwas kleinere Abmessungen.

Rohrverschraubungen finden Sie auf Katalogblatt F 9.300.

4.2 Welche Hydraulikrohre werden verwendet?

Als Anschlussrohr wird empfohlen, nahtloses verzinktes Hydraulikrohr nach DIN 2391 aus St 37 zu verwenden (finden Sie auf Katalogblatt F 9.300).

Die erforderliche Rohrwandstärke richtet sich dem Nenndruck, wie die folgende Tabelle zeigt.

Empfohlene Rohrwandstärke in [mm]

Nenndruck PN [bar]	Rohr-Aussen Ø [mm]				
	6	8	10	12	15
100	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
160	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
250	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
320	1,0	1,0	1,5	1,5	2,0
400	1,0	1,5	2,0	2,0	2,5
500	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0

Um dynamische Druckverluste in Rohrleitung gering zu halten, sollten Rohrleitungen möglichst kurz und mit großen Biegeradien ausgeführt werden.

4.3 Was ist bei der Auswahl und dem Einsatz von Hydraulikschläuchen zu beachten?

Als Anschlussschläuche sollten Hydraulik-Hochdruckschläuche mit 4-facher Sicherheit gegen Bersten verwendet werden. Diese finden Sie als bereits mit Anschlussarmaturen fertig montierte Schlauchleitungen auf Katalogblatt F 9.361. Neben den 4 Vorzugslängen werden auch Längen nach Kundenwunsch geliefert.

Beim Einsatz von Hydraulikschläuchen ist einigen Kriterien besondere Beachtung zu schenken.

Medium

Die Beständigkeit gegenüber den eingesetzten Medien muss gegeben sein. Die Hochdruckschläuche des Katalogblatts F 9.361 sind beständig gegen alle Hydrauliköle auf Mineralölbasis und gegen Wasserglykole.

Maximaler Betriebsdruck

Schläuche werden in der Regel dynamisch beansprucht. Durch Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgänge entstehen Druckspitzen, die weit über dem statischen Druck liegen können. Der maximale Betriebsdruck von Hydraulikschläuchen wird deshalb für einen schwelenden und einen stoßweisen Betrieb unterschieden und spezifiziert.

Volumenzunahme durch Materialdehnung

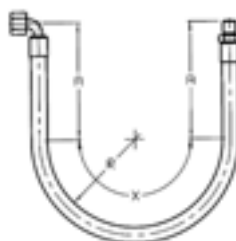
Bei Druckbeaufschlagung werden Schläuche gedehnt und nehmen ein zusätzliches Volumen an Hydraulikmedium auf. Dieses Volumen kann bei den meisten Anwendungen vernachlässigt werden, muss jedoch bei Anwendungen mit kurzer Taktzeit unbedingt beachten werden (siehe 2.9).

Biegeradius

Die angegebenen Mindest-Biegeradien sind unbedingt einzuhalten. Der Biegeradius hat direkten Einfluss auf die Schlauchlänge, und berechnet sich wie folgt.

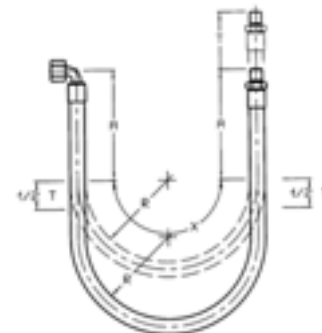
Statischer Einsatz

$$\text{Länge} = 2A + 3,142 \times R = 2A + X$$



Flexibler Einsatz

$$\text{Länge} = 2A + 3,142 \times R + T = 2A + X + T$$



Um Knickbeanspruchungen an den Armaturen zu vermeiden sind beide Schlauchenden gerade zu verlegen. Deshalb empfehlen wir, bei der Längenberechnung gemäß der Abbildungen oben zu verfahren, wobei „R“ der Mindestbiegeradius ist. Dieser Radius wird an der Innenseite des Bogens gemessen, wobei sich der Schlauch um nicht mehr als 10% des ursprünglichen Außendurchmessers abflachen darf. Bei der Berechnung von flexibel installierten Leitungen ist die dem Hubweg entsprechende Länge „T“ zu berücksichtigen.

Die Mindestlänge hinter den Armaturen A geht aus der folgenden Tabelle hervor:

Schlauch-Nennweite DN [mm]	6	8	10	12	16
Mindestlänge A [mm]	100	110	120	130	140

Bei jeder kompletten Leitung ist das Maß „A“ zweimal zu berücksichtigen, bei Bogenarmaturen vergrößert sich das Maß „A“ um 50%!

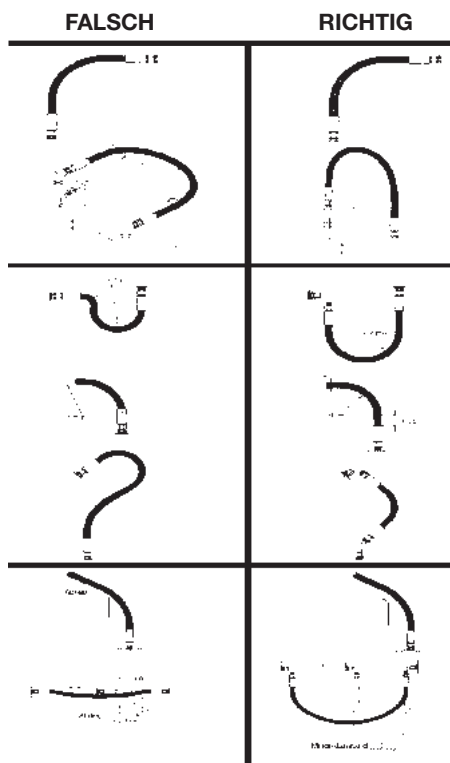
Hinweis!

Da Schlauchleitungen in der Regel mit mindestens einer Biegung verlegt werden, ist es unumgänglich, Zugbelastungen an den Armaturen zu vermeiden, um eine größtmögliche Einsatzdauer zu gewährleisten.



Einbau

Was beim Einbau von Schläuchen zu beachten ist, zeigen folgende Hinweise.



Vermeiden Sie das Verdrehen von Leitungen. Wo sich bewegende Teile ein Verdrehen der Leitung verursachen können, vermeiden Sie dies durch korrekten Einbau der Leitung.

Durch verwenden geeigneter Armaturen vermeiden Sie zu geringe Biegeradien. Biegen Sie unter keinen Umständen näher als 1,5 x „d“ nach der Fassung!.

Vermeiden Sie Berührungen mit Objekten, die Abrieb oder Beschädigungen verursachen können. Sollte sich der Schlauch im Einsatz bewegen, so beachten Sie besonders die Schlauchlänge.

Verschleiß / Alterung

Schläuche sind als Verschleißteile einzustufen, da sie selbst bei sachgemäßer Verwendung einer natürlichen Alterung unterliegen. Sie sollten regelmäßig geprüft und nach einer gewissen Lebensdauer ausgetauscht werden. Weitere Hinweise enthalten die gültigen Vorschriften und Normen wie z.B. die DIN EN 982 „Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile“.

Ermittlung der Schlauchnennweite

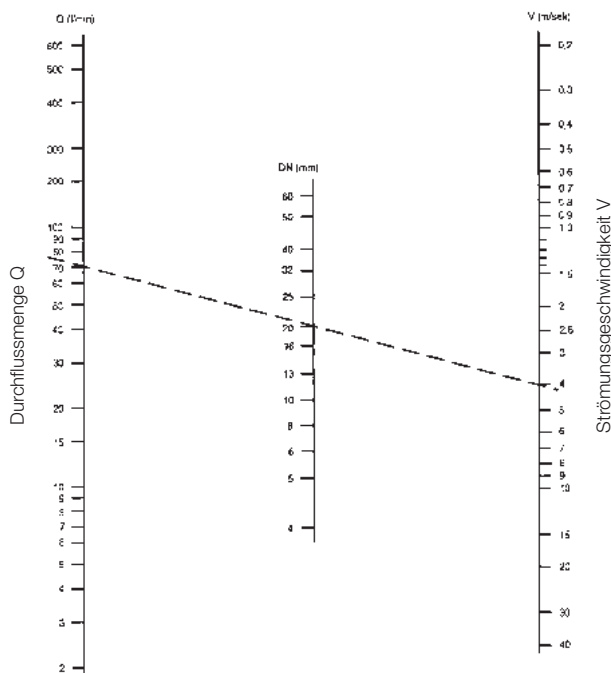
Anhand der Strömungsgeschwindigkeit **V** und des Volumenstroms **Q** kann die erforderliche Mindest-Schlauchnennweite errechnet werden.

Mindest-Schlauchnennweite

$$d_{\min} [\text{mm}] = \sqrt{\frac{Q [\text{cm}^3/\text{s}] \cdot 4}{v [\text{m/s}] \cdot \pi}}$$

Für den Volumenstrom bzw. die Durchflussmenge **Q** in l/min und die Strömungsgeschwindigkeit **v** in m/s und kann die Mindest-Schlauchnennweite in mm auch aus dem folgenden Nomogramm abgelesen werden.

Nomogramm zur Ermittlung der Schlauch-Nennweite DN



Durch Verbinden der beiden Werte für **Q** (l/min) und **v** (m/s) erhält man auf der mittleren Skala die Schlauch-Nennweite **DN**. Gewählt werden sollte dann der nächst höhere genormte Durchmesser.

Beispiel:

Gegeben:	Durchflussmenge Q:	70 l/min
Gegeben:	Strömungsgeschwindigkeit v:	4 m/s
Aus Nomogramm:	Nennweite (DN):	20 mm

Anhaltswerte für maximale Strömungsgeschwindigkeiten von Hydraulikschläuchen sind:

- Druckleitungen: 5 m/s
- Rücklaufleitungen: 2 m/s
- Saugleitungen: 1,2 m/s

Hinweis!

Die maximal zulässige Strömungsgeschwindigkeit von Hydraulikzylindern (siehe 2.6) liegt weit unter den maximalen Strömungsgeschwindigkeiten von Hydraulikschläuchen.

5. Allgemeine Angaben und Hinweise

5.1 Wieviel Lecköl fällt bei Hydraulikzylindern an?

Bei ROEMHELD Hydraulikzylindern werden für die Kolbenstange Dichtungssysteme eingesetzt, die in der Regel aus mehreren Dichtelementen bestehen. Diese Dichtungssysteme ermöglichen es, dass die Dichtstellen im Stillstand im gesamten angegebenen Druckbereich absolut dicht sind. Es tritt weder Öl an der Kolbenstange aus, noch gibt es einen Ölübergang von Kolben- und Kolbenstangenseite.

Wichtig!

ROEMHELD Hydraulikzylinder sind im statischen Zustand leckölfrei. Damit eine ausreichende Lebensdauer erreicht wird, müssen die Dichtungssysteme beim Verfahren, im dynamischen Betrieb vom Hydraulikmedium geschmiert werden. Da das Hydraulikmedium zu den Dichtungen gelangen muss, tritt dabei eine gewisse Menge an Lecköl auf. Diese Menge ist zwar relativ gering, aber speziell das Lecköl, das zur Kolbenstange aus dem Zylinder austritt, muss unter dem Gesichtspunkt des Umweltschutzes bedacht werden. Gegebenenfalls ist ein umweltverträgliches Hydraulikmedium zu wählen.



Der Leckölanfall ist von vielen Faktoren abhängig, z.B.:

- dem Kolben- bzw. Kolbenstangendurchmesser
- dem Hub
- der Kolbengeschwindigkeit
- dem Betriebsdruck
- der Viskosität des Hydraulikmediums
- dem Dichtungssystem
- der Oberfläche der Kolbenstange

Richtwerte für den dynamischen Leckölanfall sind:

**Hydrozylinder (B 1.282),
Hydro-Blockzylinder (B 1.590)**

Leckölanfall	Kolbenstangen Ø	
	bis 32 mm	ab 40 mm
pro 1000 Doppelhübe und 100 mm Hub (HLP 46)	< 0,35 cm ³	< 0,70 cm ³

Sonstige Hydraulikzylinder (B 1.309 bis B 1.7385)

Leckölanfall	Kolbenstangen Ø	
	bis 32 mm	ab 40 mm
pro 1000 Doppelhübe und 10 mm Hub (HLP 22)	< 0,30 cm ³	< 0,60 cm ³

Zur Reduzierung der Leckölmengen im Niederdruckbereich können Hydraulikzylinder mit besonders leckölarmer Abdichtungen versehen werden. Bitte sprechen Sie uns an.

5.2 Wie groß sind die Maßtoleranzen, wenn nichts im Katalogblatt steht?

Welche Maßtoleranz haben die Gehäuse?

Maße ohne Toleranzangaben entsprechen den Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768 -mH.

Damit gelten folgende Längen- und Winkelabmaße sowie Form- und Lagetoleranzen.

Längenmaße	Abmaße in mm für Nennmaßbereich in mm						
	über	über	über	über	über	über	über
Genauigkeitsgrad	0,5	3	6	30	120	400	1000
	bis 3	bis 6	bis 30	bis 120	bis 400	bis 1000	bis 2000
m (mittel)	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2

Winkelmaße	Abmaße in Winkleinheiten für Nennmaßbereich des kürzeren Schenkels in mm			
	über	über	über	über
Genauigkeitsgrad	10	50	120	400
	bis 10	bis 50	bis 120	bis 400
m (mittel)	± 1°	± 30'	± 20'	± 10'

Ebenheit und Geradheit	Allgemeintoleranz in mm für Nennmaßbereich in mm				
	über	über	über	über	über
Genauigkeitsgrad	10	30	100	300	1000
	bis 10	bis 30	bis 100	bis 300	bis 1000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3

Rundlauf und Planlauf	Allgemeintoleranz in mm
Genauigkeitsgrad	
H	0,1

Davon abweichend gilt:

- für Gussteile: Freimaßtoleranz GTB 16 nach DIN 1686
- für Schmiedeteile: Schmiedegüte F nach DIN 7526

Die Toleranz des Hub beträgt -soweit nicht anders angegeben-: **± 1,0 mm**

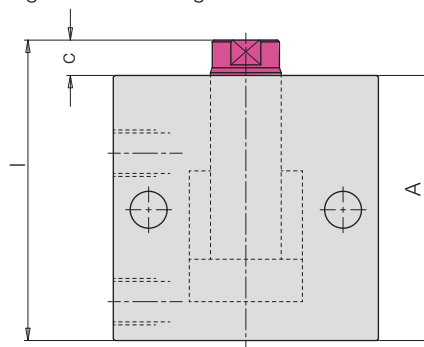
Die Toleranz der Gesamtlänge l beträgt -soweit nicht anders angegeben-: **± 1,0 mm**

Diese Toleranzen sind relativ groß, da es sich um Längen handelt, die sich aus mehreren Bauteilen und deren Toleranzen zusammensetzen.

Toleranz der Gehäuselänge bei Blockzylindern

Bei Blockzylindern errechnet sich die Gehäuselänge **A** aus den folgenden Maßangaben im Katalog: **A = l - c**

Die Toleranz der Gehäuselänge beträgt nicht ± 1,0 mm (entsprechend der Toleranz der Gesamtlänge l), sondern ist wesentlich kleiner, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.



Kolben Ø [mm]	Typen	Hydraulikanschluss	Toleranz in [mm] für Gehäuselänge A = l - c für Hub	
			≤ 100 mm	> 100 mm
Ø16 bis Ø100	1541 bis 1549	Rohrgewinde,	+0,3	±0,2
	1511 bis 1519	Flansch K und L Flansch B und S	+0,3 +0,3/-0,5	±0,2 +0,3/-0,5
Ø125 und Ø160	1550 und 1551	Rohrgewinde,	±0,2	±0,2
		Flansch K und L	±0,2	±0,2
		Flansch B und S	±0,2	±0,2
Ø200	1552	Rohrgewinde	± 0,3	± 0,2
		Flansch K und L	± 0,3	± 0,2
		Flansch B und S	± 0,3	± 0,2

5.3 Was ist aus Sicherheitsgründen zu beachten?

- Beachten Sie vor der Montage, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung von Hydraulikzylindern unbedingt die Hinweise in den entsprechenden **Betriebsanleitungen**.
- Beachten Sie immer die **Anwendungsgrenzen** der Hydraulikzylinder. Dies gilt insbesondere für den **maximalen Betriebsdruck**, aber auch die **Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit, Beständigkeit** gegen das Hydraulikmedium etc.
- Es wird empfohlen, immer ein Manometer o.ä. zur **Druckanzeige** und ggf. entsprechende **Sicherheitsventile zur Überdruckbegrenzung** zu installieren.
- **Quetschgefahr** - Hände und andere Körperteile immer vom Arbeitsbereich fern halten
- Beachten Sie, dass die **Kräfte** des Hydraulikzylinders von den Bauteilen **aufgenommen werden müssen**, an denen der Zylinder befestigt ist.
- Verwenden Sie nur **sauberes Hydrauliköl** gemäß Kapitel 3.5.
- **Modifizieren Sie** einen Hydraulikzylinder oder ein Zubehörteil **niemals selbst** (z.B. Anbringen von zusätzlichen Bohrungen, Abfräsungen etc.). Bitte sprechen Sie uns an, falls Modifikationen notwendig sind.



5.4 Welche Unterstützung kann ich zur Montage, Inbetriebnahme, Wartung und Instandsetzung erhalten?

Hinweise zur Montage, Inbetriebnahme und Wartung von Hydraulikzylindern finden Sie in den entsprechenden **Betriebsanleitungen**.

Für die Instandsetzung stehen **Ersatzteillisten und -zeichnungen** zur Verfügung.

Instandsetzungsarbeiten können Sie selbstverständlich auch von ROEMHELD durchführen lassen. Senden Sie uns einfach die defekten Hydraulikzylinder zu. Sie erhalten zunächst einen Kostenvoranschlag über die Reparatur. Nach Ihrer Reparaturfreigabe werden die Zylinder dann instandgesetzt und geprüft wieder an Sie zurückgeschickt.

Darüber hinaus bietet ROEMHELD einen **technischen Kundenservice**, der alle diese Arbeiten auch in Ihrem Hause durchführt. Nähere Information finden Sie in der Broschüre „Technischer Kundenservice“.

5.5 Was bedeuten die Schaltzeichen im Hydraulikplan?

Schaltzeichen sind eine Art Kurzschrift und dienen der schnellen Verständigung zwischen Fachleuten über Sprachgrenzen hinaus.

Die Schaltzeichen für Ölhydraulik und Pneumatik sind international in der DIN ISO 1219 festgelegt. In der folgenden Auswahl sind hauptsächlich die Schaltzeichen von Geräten erklärt, die im ROEMHELD Programm zu finden sind.

Jedes Schaltzeichen kennzeichnet ein Gerät und seine Funktion je-doch nicht seine Bauart.

In Schaltplänen werden die Geräte in Nullstellung und falls diese nicht vorhanden, in Ausgangsstellung der Steuerung, die Anlagen in Ruhestellung dargestellt. Wird hiervon abgewichen, so ist ein Hinweis, z.B. Arbeitsstellung, erforderlich.

Benennung und Erklärung	Schaltzeichen
Druckquelle	
Anschluss an hydraulische oder pneumatische Energiequelle	
Elektromotor	
Mit nahezu konstanter Drehzahl und Angabe der Drehrichtung	
Leitungen	
Arbeitsleitung, Rücklaufleitung, Leitung zur Energieübertragung	
Steuerleitung	
Leitung zum Übertragen der Steuerenergie, Einstellen und Regeln eingeschlossen	
Leckleitung	
Leitung zum Abfluss auftretender Leckflüssigkeit oder zur Entlüftung	
Biegsame Leitung	
Gummischlauch, meist an bewegliche Elemente angeschlossen	
Elektrische Leitung	
Wird selten im Hydraulikplan eingezeichnet	
Kennzeichnung	8 x 1,5
Abmessung der Leitung kann in DIN-Kurzbezeichnung über die Linie eingetragen werden	DIN 2391 NBK
Leitungsverbindung	
Feste Verbindung z.B. geschraubt einschließlich Verschraubungen	
Leitungskreuz	
Überqueren von Leitungen, die nicht miteinander verbunden sind	
Entlüftungsstellen	
Druckanschlussstelle	
Druckanschluss an Geräten und Leitungen zur Energieentnahme oder zu Messungen mit Verschlussstopfen	
Schnellkupplung	
Leitungsverbindung, die ohne Werkzeug hergestellt und getrennt werden kann mit mechanisch geöffneten Sperrventilen	
Entkuppelt, Leitung durch Sperrventil geschlossen	
Drehverbindung	
Im Betrieb drehbare Leitungsverbindung z.B. mit 2 Wegen (zweidrig)	
Behälter mit Leitungen unter dem Flüssigkeitsspiegel	
Hydrospeicher	
Gerät zum Speichern hydraulischer Energie. Die Flüssigkeit steht unter Druck eines Gases (Stickstoff). Die Energie wird durch den unter Druck stehenden Flüssigkeitsstrom wieder abgegeben.	
Filter	
Gerät zum Abscheiden von Schmutzteilechen	
Konstantpumpe	
Hydropumpe mit nahezu konstantem Verdrängungsvolumen je Umdrehung mit 1 Förderrichtung	
mit 2 Förderrichtungen	
Verstellpumpen	
Hydropumpe mit verstellbarem Verdrängungsvolumen je Umdrehung	

Benennung und Erklärung	Schaltzeichen
Zylinder Geradlinig arbeitende Geräte zum Umformen von hydraulischer oder pneumatischer in mechanische Energie	
Einfach wirkender Zylinder Die vom Druckmittel ausgeübte Kraft bewegt den Kolben nur in 1 Richtung Rückbewegung durch äußere Kraft Rückbewegung durch eingebaute Rückholfeder	
Doppelt wirkender Zylinder Die vom Druckmittel ausgeübte Kraft bewegt den Kolben in 2 Richtungen mit einseitiger Kolbenstange mit beidseitiger Kolbenstange	
Zylinder mit Dämpfung Doppelt wirkender Zylinder mit nicht verstellbarer Dämpfung auf beiden Seiten	
Druckübersetzer Gerät bestehend aus 2 unterschiedlichen Druckkammern x und y zur Erhöhung des Druckes, der Luft oder der Flüssigkeit in y	
z.B. Luft zu Hydrauliköl	
Wegeventile Ventile, die den Weg eines Hydrostromes (vorwiegend Start, Stop, Durchflussrichtung) beeinflussen	
Schaltstellungen Die Schaltstellungen werden mit arabischen Ziffern gekennzeichnet. Als Nullstellung wird bei Ventilen mit vorhandener Rückstellung z.B. Feder, die Schaltstellung bezeichnet, die von den beweglichen Teilen des Ventils eingenommen wird, wenn das Ventil nicht angeschlossen wird	
Anschlüsse Die Anschlüsse (Zu- und Abflüsse) werden an das Feld der Nullstellung herangezogen und mit großen Buchstaben gekennzeichnet: z.B. Arbeitsanschlüsse A, B, C... Zufluss, Druck (Pumpe) P Abfluss, Rücklauf, Tank R, S, T Lecköl L Steuerleitungen Z, Y, X...	
Leitungen und Durchflussrichtung Innerhalb der Felder geben Linien die Leitungen und Pfeile die Durchflussrichtung an. Absperrungen werden durch Querstriche innerhalb der Felder gekennzeichnet	
Ventilbetätigung z.B. durch Elektromagnetbetätigung und Rückstellfeder	
Kurzbezeichnung Der Benennung Wegeventil wird die Anzahl der gesteuerten Anschlüsse und der Schaltstellungen vorangestellt z.B. 3/2-Wegeventil (3 gesteuerte Anschlüsse P, A, R und 2 Schaltstellungen 0 und 1)	
2/2-Wegeventil a) mit Sperrung in Nullstellung	
b) mit Durchfluss in Nullstellung	
3/2-Wegeventil a) In Nullstellung ist Verbraucher mit der Pumpe verbunden	
b) In Nullstellung ist Verbraucher drucklos mit dem Rücklauf verbunden	
4/2-Wegeventil Zur Steuerung doppelt wirkender Zylinder in die Endlagen (ohne Zwischenstellung)	
4/3-Wegeventil a) In Nullstellung alle Anschlüsse gesperrt. Zur Steuerung doppelt wirkender Zylinder mit beliebigem Halt	
b) In Nullstellung Arbeitsanschlüsse A und B mit dem Rücklauf verbunden (Schwimmstellung)	
c) Mit Umlauf-Nullstellung und gesperrten Arbeitsanschlüssen A und B	
Sperrventile Ventile, die den Durchfluss vorzugsweise in einer Richtung sperren und in entgegengesetzter Richtung freigeben. Der Druck auf der Abflussseite belastet das sperrende Teil und unterstützt dadurch das Schließen des Ventils.	
Rückschlagventil Sperrventil, das durch eine auf das sperrende Teil wirkende Kraft schließt. Sperrung, wenn Ausgangsdruck größer als Eingangsdruck ist	
Ferngesteuertes Rückschlagventil Rückschlagventil, dessen Sperrung durch eine hydraulische Betätigung aufgehoben werden kann	
Drosselrückschlagventil Drosselventil mit Durchfluss in einer und verstellbare Drosselung in der anderen Richtung	
Druckventile Ventile, die vorwiegend den Druck beeinflussen. Darstellung nur mit einem Feld und immer in Nullstellung	
Druckbegrenzungsventil Ventil zur Begrenzung des Druckes am Eingang durch Öffnen des Ausganges gegen Rückstellkraft	
Öffnungsdruck verstellbar	
Erklärung Wenn der Eingangsdruck kleiner als der eingestellte Federdruck ist, bleibt das Ventil geschlossen. Übersteigt der Eingangsdruck den Federdruck, öffnet das Ventil (Pfeil wird auf Durchflussstellung geschoben)	



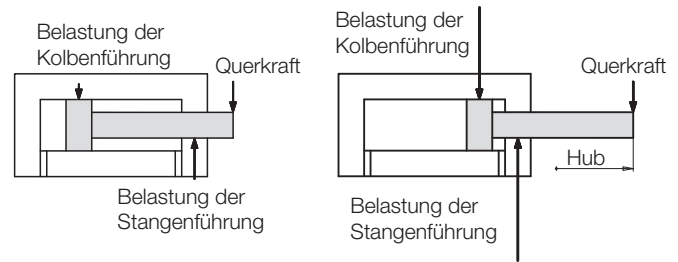
Benennung und Erklärung	Schaltzeichen
Zuschaltventil Ventil, das gegen die Federkraft durch Öffnen des Ausganges den Weg zu weiteren Geräten freigibt	
Zuschlatventil mit eingebautem Rückschlagventil Ermöglicht freien Rücklauf	
Druckregelventil Ventil, das den Ausgangsdruck weitgehend konstant hält, auch bei verändertem, aber höherem Eingangsdruck	
Druckregelventil mit eingebautem Rückschlagventil Ermöglicht freien Rücklauf	
Stromventile Ventile, die vorwiegend den Durchfluss beeinflussen	
Drosselventil Stromventil mit in eine Leitung eingebauter konstanter Verengung. Durchfluss und Druckgefälle sind viskositätsabhängig	
Drosselventil, verstellbar	
Drosselrückschlagventil Drosselventil mit Durchfluss in einer und verstellbare Drosselung in der anderen Richtung	
Stromregelventile Stromventil, das den eingestellten Durchfluss unabhängig von Druckschwankungen im Zu- oder Ablauf und bei Viskositätsschwankungen nahezu konstant hält	
Stromregelventil mit eingebautem Rückschlagventil Ermöglicht ungedrosselten Rücklauf	
Absperrventil Vereinfachte Darstellung	
Betätigungen	
Mechanische Bestandteile	
Betätigungsmittel Die Sinnbilder für die Betätigungsmittel eines Gerätes werden dem Sinnbild des betreffenden Gerätes zugefügt	
Muskelkraftbetätigung allgemein	
durch Knopf	
durch Hebel	
durch Pedal	
Beispiel: fußbetätigte Konstantpumpe mit 1 Förderrichtung	
Mechanische Betätigung durch Taster	
durch Feder	
durch Tastrolle	
Elektrische Betätigung durch Elektromagnet	
Druckbetätigung direkte Beaufschlagung durch Druckbeaufschlagung	
indirekte Betätigung durch Druckbeaufschlagung des Vorsteuerventils	
Messgeräte	
Manometer	
Druckschalter Gerät, das elektrische Kontakte enthält, die bei Druck geschlossen oder geöffnet werden. Der Schaltdruck ist einstellbar	

6. Besondere Anforderungen

6.1 Sind Kolbenquerkräfte zulässig oder gibt es besondere Ausführungen?

Übliche Hydraulikzylinder sind nur in geringem Maße für die Aufnahme von Querkräften auf die Kolbenstange und die daraus resultierenden Momentbelastungen geeignet.

Konstante Querkraft und Belastung der Kolbenführungen Kolben eingefahren Kolben ausgefahren



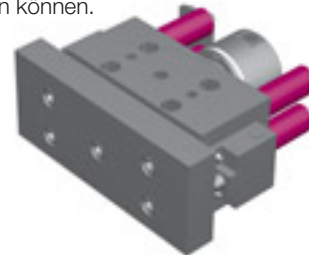
Querkräfte belasten die Kolben- und Kolbenstangenführung des Zylinders und führen dadurch zu einer Reduzierung der Lebensdauer, zu Undichtigkeiten bis hin zur Zerstörung des Zylinders. Querkräfte sollten deshalb - insbesondere bei einfach wirkenden Zylindern - vermieden werden.

In keinem Fall darf die Kolbenquerkraft 3% der Zylinderkraft bei maximalem Betriebsdruck überschreiten (bis 50 mm Hub). Bei längeren Hübten wird dies zunehmend kritischer.

Für die Aufnahme von Kolbenquerkräften und Momentbelastungen bietet ROEMHELD besondere Baureihen an:

RS-Hydraulik-Schieber (B 1.7385)

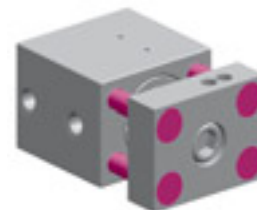
Hydro-Blockzylinder mit 4 seitlich angebrachten Führungssäulen für hohe Querkräfte. An die Führungssäulen und die Kolbenstange ist eine Frontplatte montiert, an der Nutzlasten wie z.B. Werkzeuge befestigt werden können.



Das Katalogblatt B 1.7385 enthält Angaben über die maximal zulässigen Nutzlasten sowie Graphiken der maximal zulässigen Momente, die durch die Querkräfte entstehen.

RM Mini-Schieber (B 1.7384)

Hydraulik-Schieber auf Blockzylinderbasis. Der RM-Schieber hat ebenfalls 4 Führungssäulen, die mit einer Frontplatte verbunden sind, die jedoch deutlich kleiner als beim RS-Schieber ausgeführt sind.



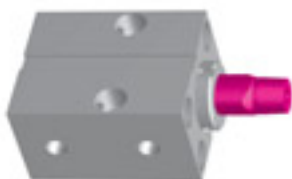
Der RM Mini-Schieber ist daher eher für geringe bis mittlere Querkräftbelastungen geeignet.

Genauere Angaben finden Sie im Katalogblatt.



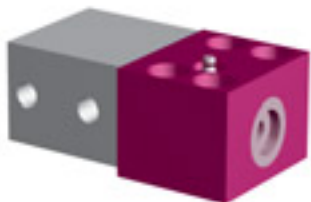
Polygonzylinder (B 1.560)

Blockzylinder mit Aluminiumgehäuse mit einer polygonförmigen Kolbenstange, die eine Verdrehsicherung der Kolbenstange bewirkt. Die Aufnahme der Querkräfte wird über lange Führungsbuchse bewerkstelligt.



Blockzylinder mit Führungsgehäuse (B 1.738)

Blockzylinder aus Aluminium oder Stahl mit einem vorgebauten Führungsgehäuse, in dem ein Bolzen gelagert ist. Der Bolzen ist formschlüssig an die Kolbenstange gekuppelt und überträgt die hydraulische Kraft an die Einsatzstelle. Alle auftretenden Querkräfte werden nur auf den Bolzen bzw. das Führungsgehäuse geleitet.



Hydro-Blockzylinder (B 1.590) und Hydro-Zylinder (B 1.282)

Hydraulikzylinder in Zylinderrohrausführung für Hübe bis zu 1200 mm. Durch ein spezielles Führungssystem können Querkräfte selbst bei längeren Hüben aufgenommen werden.



0°-Schwenkspanner

ROEMHELD Schwenkspanner, die Ihren Einsatz hauptsächlich im Vorrichtungsbau haben, sind serienmäßig auch mit 0°-Schwenkwinkel lieferbar, also ohne Schwenkbewegung.

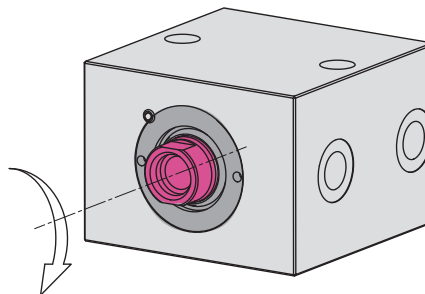
Da der Schwenkspanner für die Aufnahme hoher Spannmomente ausgelegt ist, kann er mit dieser Modifikation als Linearzylinder für Querkräfte eingesetzt werden.

0°-Schwenkspanner in zahlreichen Baureihen finden Sie im ROEMHELD Spanntechnik-Katalog.



6.2 Welche Ausführungen mit Verdrehsicherung gibt es?

Herkömmliche Hydraulikzylinder haben keine Verdrehsicherung, der Kolben kann sich gegenüber dem Zylindergehäuse einfach verdrehen. Dies hat zwar keine Auswirkungen auf die Funktion des Zylinders, kann aber für die Anwendung unerwünscht sein.



Neben der Möglichkeit, eine externe Verdrehsicherung an die Kolbenstange anzubinden, stehen folgende Ausführungen an Hydraulikzylindern mit integrierter Verdrehsicherung zur Verfügung. Bei der Auswahl ist insbesondere das radiale Spiel der Verdrehsicherung zu beachten.

RS Hydraulik-Schieber (B 1.7385)

Hydro-Blockzylinder mit 4 seitlich angebrachten Führungssäulen. An die Führungssäulen und die Kolbenstange ist eine Frontplatte montiert, an der Nutzlasten befestigt werden können. Dadurch wird eine spielfreie Verdrehsicherung garantiert.

Die zulässigen Drehmomente sind im Katalogblatt angegeben.



RM Mini-Schieber (B 1.7384)

Hydraulik-Schieber auf Blockzylinderbasis. Der RM-Schieber hat ebenfalls 4 Führungssäulen, die mit einer Frontplatte verbunden sind, die jedoch deutlich kleiner als beim RS-Schieber ausgeführt sind.

Der RM Mini-Schieber ist daher eher für geringe bis mittlere Drehmomente geeignet.



Polygonzylinder (B 1.560)

Blockzylinder mit Aluminiumgehäuse mit einer polygonförmigen Kolbenstange, die eine Verdrehsicherung der Kolbenstange bewirkt. Das radiale Spiel beträgt $\pm 0,3$ Grad.



0°-Schwenkspanner

ROEMHELD Schwenkspanner mit 0°-Schwenkwinkel können als Linearzylinder eingesetzt werden (siehe 6.1).

Da der Kolben des Schwenkspanners in einer Nut geführt wird, ist er verdrehsichert.

Das Radialspiel beträgt je nach Ausführung maximal 2 Grad.

0°-Schwenkspanner in zahlreichen Baureihen finden Sie im ROEMHELD Spanntechnik-Katalog.





6.3 Welche Ausführungen mit Endlagendämpfung gibt es?

Werden Hydraulikzylinder mit hohen Geschwindigkeiten verfahren, so wird beim ungebremsten Auftreffen des Kolbens in der Endlage schlagartig eine hohe Energie freigesetzt, die von dem Zylindergehäuse und der Gewindebuchse aufgenommen werden muss. Dies kann zur Reduzierung der Lebensdauer des Zylinders führen. Auch unerwünschte Auswirkungen auf die eigentliche Funktion durch Erschütterungen sowie Lärmbelastigungen durch die Schläge können die Folge sein.

Abhilfe schafft natürlich die Reduzierung der Geschwindigkeit. Ist dies aber nicht möglich, so ist der Einsatz eines Zylinders mit integrierter hydraulischer Endlagendämpfung zu empfehlen.

Diese Endlagendämpfung zwingt das Hydraulikmedium auf den letzten Millimetern des Hubs (z.B. 8 mm) durch eine Bohrung o.ä.. Durch diese Blendenwirkung wird der Volumenstrom gedrosselt und damit die Kolbengeschwindigkeit und die Energie in den Endlagen reduziert.

Wird die Wahl eines Hydraulikzylinders mit Endlagendämpfung in Betracht gezogen, so ist zu beachten:

- Je kürzer der Hub ist, desto sinnvoller kann eine generelle Reduzierung der Geschwindigkeit sein
- Ideal ist eine am Zylinder einstellbare Endlagendämpfung, mit der die Dämpfungswirkung auf den jeweiligen Einsatzfall angepasst werden kann. Zudem können die beiden Endlagen dann auch unabhängig voneinander eingestellt werden.
- Wird der Zylinder gegen einen externen Festanschlag gefahren, so werden das Gehäuse und die Gewindebuchse des Zylinders selbst nicht belastet. Eine Endlagendämpfung zum Schutz des Zylinders ist dann nicht notwendig.

ROEMHELD bietet folgende Hydraulikzylinder mit Endlagendämpfung an:

- B 1.282 - Hydro-Zylinder (einstellbare Endlagendämpfung)
- B 1.530 - Blockzylinder (einstellbare Endlagendämpfung)
- B 1.590 - Hydro-Blockzylinder (einstellbare Endlagendämpfung)
- B 1.7385 - RS Hydraulik-Schieber (nicht einstellbare Endlagendämpfung)

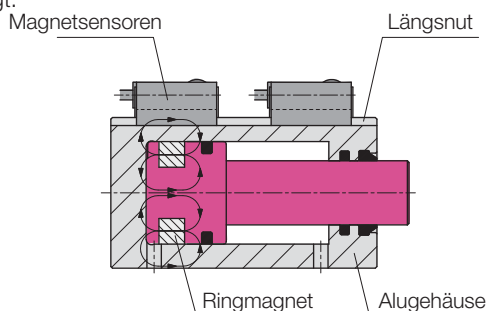
6.4 Welche Möglichkeiten zur Abfrage der Kolbenstellung gibt es?

Zur Abfrage der Kolbenstellung von Hydraulikzylindern werden Positionskontrollen bzw. Positionsüberwachungen eingesetzt. Je Abfrageposition ist ein Sensor notwendig. Sensoren bzw. Positionskontrollen werden immer als Zubehör oder Optionen betrachtet. Das heißt, sie gehören nicht zum Lieferumfang des Hydraulikzylinders und sind als separate Positionen zu bestellen. Die Sensoren werden häufig mit Steckern mit angebautem Kabel angeschlossen, die über eine LED-Funktionsanzeige verfügen.

Es werden folgende Sensoren unterschieden:

Magnetsensoren

Am Kolben wird ein Permanentmagnet befestigt, dessen Magnetfeld über einen elektronischen Magnetsensor erfasst wird. Die Magnetsensoren werden bei Blockzylindern außen am Gehäuse in Längsnuten befestigt.



Vorteilhaft beim Einsatz von Magnetsensoren ist:

- Kompakte Bauform / Geringer Platzbedarf
- Einstellbare Schaltpunkte durch Verschieben des Sensors in den Längsnuten
- Abfrage von mehreren Positionen möglich, da in den zwei Längsnuten des Gehäuses - in Abhängigkeit der Nut- bzw. Hublänge - mehrere Sensoren befestigt werden können. Der Mindestabstand zwischen den Schaltpunkten in einer Nut beträgt 6 mm, bei zwei Nuten 3 mm.

Beim Einsatz von Magnetsensoren ist zu beachten:

- Magnetsensorabfragen können nur mit nichtmagnetisierbaren Gehäusen (Aluminium oder Bronze) eingesetzt werden.

ROEMHELD Aluminiumgehäuse sind im maximalen Betriebsdruck auf 350 bar begrenzt und sind nicht für stoßhafte Belastungen, die z.B. bei Stanz- und Schnittvorgängen auftreten, geeignet. Für solche Anwendungen bis maximal 500 bar bietet ROEMHELD Blockzylinder mit Bronzegehäuse an.

- Beeinflussung des Magnetfelds durch benachbarte, magnetisierbare Bauteile (z.B. Stahlteile):

Um eine einwandfreie Funktion zu gewährleisten, wird empfohlen zwischen Magnetsensor und magnetisierbaren Bauteilen einen Abstand von mindestens 25 bis 30 mm einzuhalten. Zwar kann die Funktion auch durchaus bei einem kleineren Abstand gegeben sein, dies hängt jedoch sehr von der individuellen Einbausituation ab. So können in der Regel auch übliche Stahlschrauben zur Befestigung des Zylinders verwendet werden. In Grenzfällen können Schrauben aus nichtmagnetisierbarem Stahl (z.B. VA-Schrauben) eine Verbesserung des Magnetfelds bewirken.

- Beeinflussung des Magnetfelds durch benachbarte Magnetsensoren

Wenn mehrere Blockzylinder mit Magnetsensoren direkt nebeneinander eingebaut werden, können sich die Magnetsensoren gegenseitig beeinflussen und es kommt zu Funktionsstörungen. Abhilfe kann ein magnetisierbares Stahlblech schaffen, das zur Abschirmung zwischen die Blockzylinder bzw. Magnetsensoren gesetzt wird.

- Anforderungen an die Spannungsversorgung

Siehe Katalogblatt G 2.140 - Magnetsensoren für Positionskontrollen.

- Maximale Betriebstemperatur aller erforderlichen Bauteile

- Magnet: + 100 °C
- Magnetsensor: + 100 °C
- Anschlusskabel mit Winkelstecker: +90 °C

- Überfahrweg und Schalthysterese von ca. 3 mm

Dies ist schon bei der Justierung der Magnetsensoren zu beachten. Bei stillstehendem Kolben sollte der Magnetsensor immer aus der entgegengesetzten Bewegungsrichtung an den Kolben herangeschoben werden.

Weiterführende Informationen zum Einsatz von Magnetsensoren finden Sie in den folgenden Schriften:

G 2.140 - Magnetsensoren für Positionskontrollen

Aus der Praxis - Für die Praxis 118: Einsatz von Magnetsensoren zur Stellungskontrolle von Hydro-Zylindern



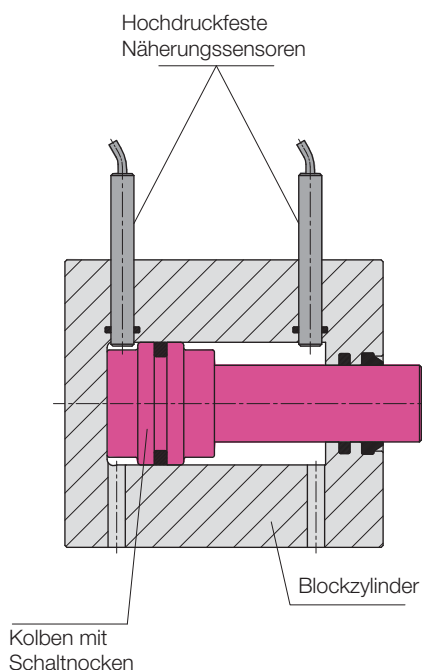
ROEMHELD bietet folgende Hydraulikzylinder mit Magnetsensoren an:

- B 1.553 - Blockzylinder mit Bronzegehäuse
- B 1.554 - Blockzylinder mit Aluminiumgehäuse
- B 1.560 - Blockzylinder mit Aluminiumgehäuse, verdrehgesichert
- B 1.738 - Blockzylinder mit Führungsgehäuse, Ausführung mit Blockzylindern mit Aluminiumgehäuse

Induktive Näherungssensoren

Es gibt zwei Bauarten von Positionskontrollen mit induktiven Näherungssensoren.

Abfrage mit hochdruckfesten Näherungssensoren für die Endlagenkontrolle



Das Zylindergehäuse erhält für jede Endlagen eine Bohrung mit Innengewinde, in die ein hochdruckfester, induktiver Näherungssensor eingeschraubt werden kann. Der Sensor fragt direkt den Kolben des Zylinders ab. Die Abdichtung nach außen erfolgt mit einem O-Ring. Über den Schaltabstand des Sensors zum Kolben kann der Schaltpunkt bis zu 5 mm vor der Endlage eingestellt werden.

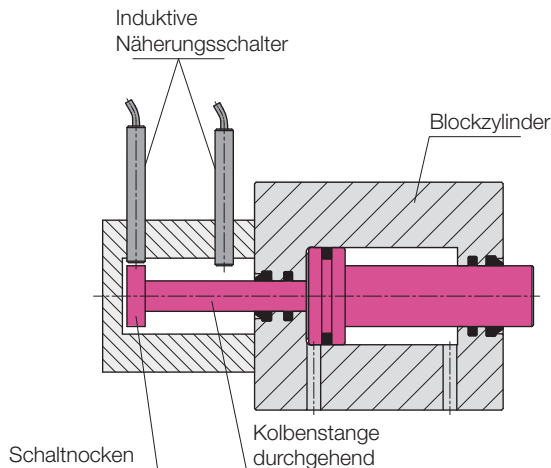
Mit den hochdruckfesten Sensoren werden nur die Endlagen des Hydraulikzylinders abgefragt. Die maximale Betriebstemperatur der Sensoren beträgt 80 °C bzw. 120 °C.

ROEMHELD bietet folgende Hydraulikzylinder mit hochdruckfesten Näherungssensoren an:

- B 1.520 - Blockzylinder für Endlagenkontrolle
- B 1.530 - Blockzylinder für Endlagenkontrolle und Endlagendämpfung
- B 1.590 - Hydro-Blockzylinder

Abfrage mit handelsüblichen Näherungssensoren

Für eine Abfrage mit handelsüblichen Näherungssensoren werden Blockzylinder mit einer durch den Zylinderboden durchgehenden Kolbenstange ausgerüstet. Zusätzlich wird ein Abfragegehäuse am Zylinderboden angeflanscht, in dem die Sensoren verschiebbar angebracht werden. Über Schaltnocken auf der Kolbenstange werden die Sensoren bedämpft.



Durch das zusätzliche Gehäuse wird die Gesamtbaulänge beträchtlich länger, es können aber handelsübliche Sensoren mit Außengewinde M8 x 1 verwendet werden. Weil die Sensoren verschoben werden können, können auch Zwischenpositionen abgefragt werden.

Die maximale Betriebstemperatur der Sensoren beträgt 70 °C. Die Ausführung „Typ C - Hohe Umgebungstemperatur“ ist einschließlich des Teflon-Anschlusskabels bis zu 120 °C geeignet.

Näherungssensoren werden von verschiedenen Herstellern schon für Umgebungstemperaturen bis etwa 180 °C angeboten, bauen dann jedoch wesentlich größer als die M8-Ausführungen.

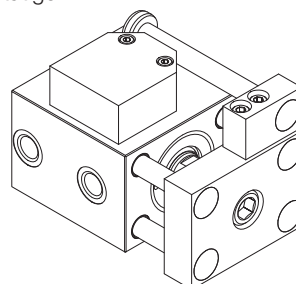
ROEMHELD bietet folgende Hydraulikzylinder mit handelsüblichen, induktiven Näherungssensoren an:

- B 1.552 - Blockzylinder mit durchgehender Kolbenstange für die Positionskontrolle
- B 1.738 - Blockzylinder mit Führungsgehäuse
- B 1.7384 - RM Mini-Schieber

Mechanische Endlagenschalter

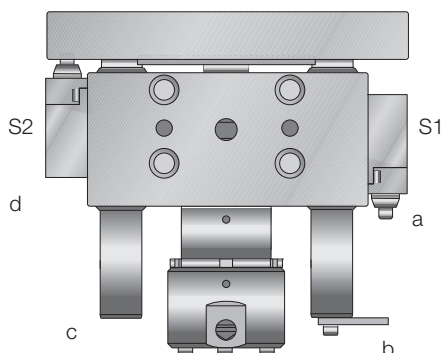
Für RM Mini-Schieber und RS Hydraulik-Schieber werden mechanische Endlagenschalter als Option angeboten. Die Schalter sind in einem Aluminiumgehäuse untergebracht, was sie speziell für robuste Anwendungen geeignet macht. Die maximale Betriebstemperatur der Schalter beträgt 70 °C.

Der RM Mini-Schieber kann als Option mit einer bzw. zwei Schaltstangen ausgerüstet, auf denen verschiebbare Schaltnocken die Endlagenschalter betätigen.





Beim RS Hydraulikschieber wird ein Schalter mit der Frontplatte (Eingefahren) und ein Schalter mit der Schaltfahne an den Führungssäulen (Ausgefahren) betätigt.



- a Endlagenschalter S1 (ausgefahren)
- b Schaltfahne
- c Führungssäulen
- d Endlagenschalter S2 (eingefahren)

Durch angepasste Befestigungswinkel ist es auch möglich eigene Endlagenschalter oder auch Näherungsinitiatoren einzusetzen.

Die maximale Betriebstemperatur der Schalter beträgt +70 °C.

Mechanische Endlagenschalter sind von verschiedenen Herstellern auch für Temperaturen weit über 100 °C erhältlich.

6.5 Welche Zubehörteile hat ROEMHELD im Programm?

Außer dem Programm an Hydraulikzylindern bietet ROEMHELD umfangreiches Programm an Zubehörteilen an. Die entsprechenden Katalogblätter finden Sie im Abschnitt Zubehör dieses Katalogs.

Sie umfassen die Bereiche:

- Hydraulikventile : C 2.940 bis C 2.954
- Druckübersetzer : D 8.753 und D 8.756
- Rohre, Rohrverschraubungen, Hydrauliköl, Manometer : F 9.300
- Rohrbefestigungen : F 9.310
- Hydraulik-Hochdruckschläuche : F 9.361
- Schnellverschlusskupplungen : F 9.381
- Hochdruckfilter : F 9.500
- Magnetsensoren : G 2.140
- Druckschrauben : G 3.800
- Gelenklager : G 3.810

6.6 Welche Möglichkeiten gibt es für die Lieferung von nicht im Katalog aufgeführten Hublängen?

ROEMHELD Hydraulikzylinder werden in Abhängigkeit der Bauform in zwei verschiedenen Hubabstufungen im Katalog angeboten.

Normhöhe:

Bei Block-, Universal- und Einschraubzylindern

Bei diesen Zylindern werden Hublängen von ca. 16 mm bis maximal 200 mm in festen Abstufungen angeboten (z.B. 25, 50, 100, 160, 200 mm). Hübe über 200 mm (Richtwert, durchmesserabhängig) sind in der Regel nicht möglich, da die Innenbearbeitung der Zylinderbohrung den maximal möglichen Hub begrenzt.

Hubabstufung in mm:

Bei Hydro-Zylinder B 1.282, Hydro-Blockzylinder B 1.590 (als Variante auch bei RS Hydraulik-Schiebern B 1.7385)

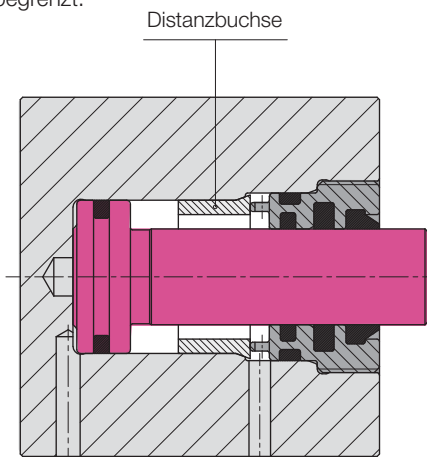
Bei diesen Zylindern ist es relativ einfach möglich, individuelle und sehr lange Hübe herzustellen, denn es müssen nur die längenabhängigen Bauteile wie z.B. Kolbenstange und Zylinderrohr angepasst werden.

Die Konstruktion bedingt, dass ein bestimmter Mindesthub erforderlich ist.

Nicht im Katalog verzeichnete Hublängen können -innerhalb der fertigungstechnischen Grenzen - natürlich auch geliefert werden. Hierzu gibt es zwei Möglichkeiten:

Einlegen einer Distanzbuchse: Preiswert und schnell lieferbare Zwischenhübe

In den Standardzylinder mit dem nächst größeren Hub wird auf die Kolbenstangenseite eine Distanzbuchse eingelegt und im Gehäuse befestigt. Der Kolben kann dadurch nicht mehr vollständig ausfahren und der Hub wird durch diesen internen Anschlag in Abhängigkeit der Buchsenlänge begrenzt.



Da die Distanzbuchse eine bestimmte Mindestlänge haben muss, gelten folgende Richtwerte für die erhältlichen Hübe:

Für Katalog-Blatt B 1.5094, B 1. 542, B 1.554

Maximal mögliche Hübe durch Einlegen einer Distanzbuchse

Kolbendurchmesser	Maximal möglicher Hub
bis 40 mm	Standardhub -3 mm
über 40 bis 63 mm	Standardhub -4 mm
über 63 bis 100 mm	Standardhub -6 mm
über 100 bis 200 mm	Standardhub -8 mm

Beispiel: Blockzylinder 1545-165

Standardhub 50 mm, max. möglicher Hub = 50 mm - 4 mm = 46 mm

Bei einigen Blockzylindern wird die Distanzbuchse durch Aufschrupfen auf die Kolbenstange befestigt.

Für Katalogblatt B1.520

Maximal/ Minimal mögliche Hübe durch Aufschrupfen einer Distanzbuchse

Blockzylinder	Max. möglicher Hub	Min. Hub
1531-XXX-H	Standardhub -3 mm	5 mm
1533-XXX-H	Standardhub -4 mm	5 mm
1534-XXX-H	Standardhub -5 mm	5 mm
1535-XXX-H	Standardhub -5 mm	5 mm
1536-XXX-H	Standardhub -6 mm	5 mm
1537-XXX-H	Standardhub -6 mm	5 mm
1538-XXX-H	Standardhub -7 mm	5 mm
1539-XXX-H	Standardhub -7 mm	5 mm

Beispiel: Blockzylinder 1535-166

Standardhub 50 mm, max. möglicher Hub = 50 mm - 5 = 45 mm

Die Hubbegrenzung mit Distanzbuchse auf der Kolbenstangenseite ist als Zylinder Variante mit einem Preisaufschlag (siehe aktuelle Preisliste) auf den Standardzylinder erhältlich. Die Hubbegrenzung mit Distanzbuchse auf der Kolbenseite ist wegen der Befestigung eine Sonderausführung und ist speziell anzufragen.



Sonderzylinder: Stückzahlabhängige Fertigung

ROEMHELD liefert selbstverständlich auch Zylinder, deren Gehäuse und Kolben speziell für einen Hub hergestellt sind, der nicht im Katalog aufgeführt ist. Diese Ausführungen sind Sonderausführungen, die in der Regel nur in auftragsbezogenen Stückzahlen hergestellt werden.

6.7 Der benötigte Hydraulikzylinder ist nicht im Katalog aufgeführt - gibt es Sonderzylinder?

Neben einem umfangreichen Katalogangebot an Hydraulikzylindern und Zubehör bietet ROEMHELD auch Varianten der Katalogausführungen an. Darüber hinaus liefert ROEMHELD auch Hydraulikzylinder, die nach individuellen Kundenanforderungen konstruiert und gefertigt werden. Bitte sprechen Sie uns an.

Im Falle von Sonderzylindern erhalten Sie von uns nach erfolgter technischer Klärung eine Einbauzeichnung des Zylinders, die alle zum Einbau notwendigen Abmessungen enthält.

7. Weitere Informationen

7.1 Wie erhalte ich CAD-Daten der Hydraulikzylinder? Welche CAD-Formate sind verfügbar?

ROEMHELD stellt CAD-Daten von Hydraulikzylindern zur Einbindung in eigene Konstruktionen in folgenden Formaten zur Verfügung:

- 2D-Format: - dxf
- 3D-Formate: - STEP (.stp)
- PARASOLID (.x_t)
- ACIS (.sat)
- CATIA Export (.exp)
- CATIA Model (.model)

Bei den CAD-Daten handelt es sich um die Hülle bzw. Außenkontur von Katalogausführungen.

Die 3D-Daten von Hydraulikzylindern sind in der Regel zweiteilig aufgebaut. Da Gehäuse und Kolben zwei verschiedene Elemente sind, kann der Kolben in jeder gewünschten Hubstellung dargestellt werden.

Die CAD-Daten sind im RIC - Roemheld Interactive Catalogue auf DVD und im Internet unter www.roemheld.de verfügbar (CATIA-Daten nicht auf DVD).

Um Zugriff auf die CAD-Daten zu erhalten und sie herunterladen zu können, ist eine Registrierung bei ROEMHELD (z.B. über Internet oder telefonisch) erforderlich.

Mit der Registrierungsbestätigung erhält man einen Freischaltcode für den RIC. Nach Eingabe dieses Codes und der Kundennummer im RIC unter dem Menüpunkt „Konfiguration“ ist der Zugriff gegeben.

Für den Zugriff im Internet ist kein Freischaltcode notwendig. Der Zugriff ist nach Erhalt der Registrierungsbestätigung und Anmeldung im Internet hergestellt.

Die Suche nach CAD-Daten und der Download einer Datei muss stets über die Artikelnummer erfolgen.

Ein Download von DVD ist nur über den installierten RIC möglich. Ein Download z.B. direkt über den Windows-Explorer ist nicht möglich.

Da die CAD-Daten im Internet ständig ergänzt werden und der RIC jährlich erscheint, sind gelegentlich Daten bzw. Zylinder im Internet zu finden, die nicht auf dem aktuellen RIC sind.

Fragen zum RIC und zum Bereich CAD-Daten beantwortet Ihnen gerne unsere:

RIC-Hotline: Tel.: +49 (0) 64 05 / 89-456
E-Mail: ric-hotline@roemheld.de

7.2 Wer beantwortet weitere Fragen?

Für alle Fragen stehen Ihnen unsere Vertriebspartner im Innen- und Außendienst zur Verfügung.

Anwendungstechnische Fragen sowie zusätzliche technische Detailauskünfte über ROEMHELD Katalog- oder Sonderzylinder und Zubehörteile beantworten Ihnen unsere Mitarbeiter des Innendienstes „Technik“, während die Mitarbeiter des Innendienstes „Vertrieb“ sich verstärkt um Ihre kommerziellen und abwicklungstechnischen Belange kümmern.

Alle für Sie zuständigen Ansprechpartner mit Telefon- und Telefaxnummer sowie E-Mail-Adresse finden Sie im Informationsblatt „Vertriebspartner Deutschland / weltweit“ in diesem Katalog.

7.3 Habe ich die aktuelle Ausgabe eines Katalogblatts?

Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob Ihnen das aktuelle Katalogblatt vorliegt, hilft ein Blick ins Internet unter www.roemheld.de, in dem immer der aktuelle Stand aller Katalogblätter im pdf-Format vorliegt. (Das Ausgabedatum eines Katalogblatts finden Sie auf der ersten Seite rechts oben über der Katalogblattnummer). Oder sprechen Sie uns einfach an.