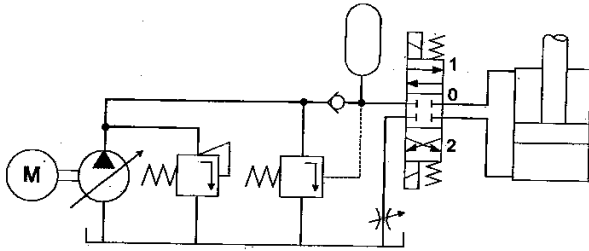


Aufgabe 1.2



- 1.2.1 Benennen Sie die Bauteile des dargestellten hydraulischen Antriebes.
1.2.2 Beschreiben Sie die Funktion der Schaltung.

Aufgabe 1.6

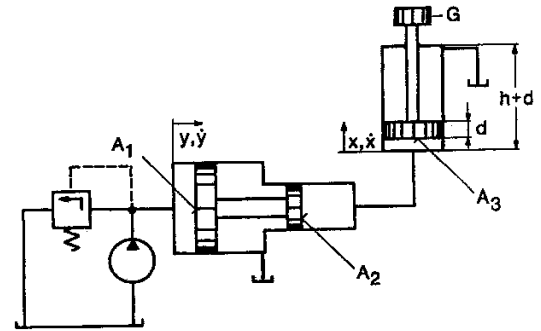
Bei einer Beschickungseinrichtung soll ein Werkstück mit dem Gewicht von $G = 100\,000\text{ N}$ um eine Höhe $h = 25\text{ cm}$ angehoben werden.

Um eine vorhandene Niederdruckpumpe mit $p_{\text{max}} = 45\text{ bar}$ einsetzen zu können, soll ein Druckübersetzer nach untenstehendem Schaltplan verwendet werden.

Folgende Daten sind gegeben:
 $A_2 = 40\text{ cm}^2$

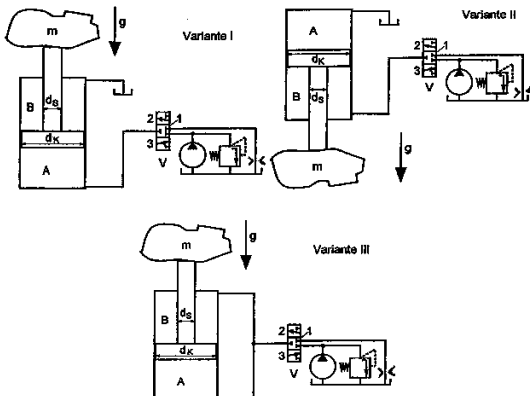
$A_3 = 50\text{ cm}^2$

$Q_p = 50\text{ l/min}$



- 1.6.1 Welcher Druck ist zum Heben des Gewichtes im Arbeitszylinder notwendig?
1.6.2 Wie groß muss die Fläche A_1 sein, damit das Gewicht gehoben werden kann?
1.6.3 Wie groß ist die von der Kolbenstange des Druckübersetzerkolbens übertragene Kraft?
1.6.4 Wie groß ist die Geschwindigkeit \dot{y} des Druckübersetzerkolbens?
1.6.5 Wie groß ist die Geschwindigkeit \dot{x} des Arbeitskolbens?
1.6.6 Wie lange dauert der Hub?

Aufgabe 1.4



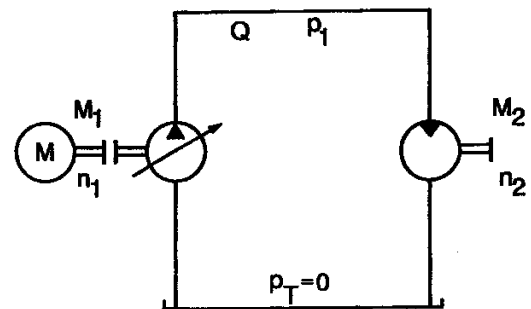
Gegeben ist ein hydraulischer Hubzylinder in verschiedenen Anwendungsvarianten mit folgenden Daten:
 $m = 1000\text{ kg}$
 $g = 9,81\text{ m/s}^2$
 $Q_p = 3\text{ l/min}$
 $d_k = 30\text{ mm}$
 $p_{\text{Druck}} = 350\text{ bar}$
 $d_s = 20\text{ mm}$

Alle Komponenten dürfen als ideal, inkompressibel, reibungs- und leckagefrei angenommen werden.

Betrachten Sie bei den folgenden Fragen jeweils alle drei Varianten.

- 1.4.1 Erläutern Sie die Arbeitsweise des Systems in den drei Schaltstellungen des Ventils (V).
1.4.2 Welche Drücke herrschen in den Zylinderkammern A und B in den dargestellten Situationen?
1.4.3 Berechnen Sie die Hubgeschwindigkeit.

Aufgabe 1.7



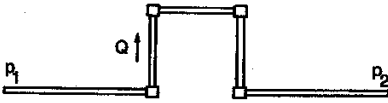
Ein verlustloses hydrostatisches Getriebe im offenen Kreislauf ist durch folgende Daten gekennzeichnet:

- Hubvolumen der Pumpe $V_1 = 0 - 50\text{ cm}^3$
- Drehzahl der Pumpe $n_1 = 1475\text{ U/min}$
- Schluckvolumen des Motors $V_2 = 150\text{ cm}^3$
- Moment an der Abtriebswelle $M_2 = 477\text{ Nm}$

- 1.7.1 Das Verdrängervolumen der Pumpe ist im angegebenen Bereich stufenlos verstellbar. Berechnen Sie folgende Größen:
 $Q_{1\text{max}}$, $Q_{2\text{max}}$, p_1 und $M_{1\text{max}}$.
- 1.7.2 Zeichnen Sie die Kennlinien:
 $p_1 = f(M_2)$ und $n_2 = f(V_1)$.
- 1.7.3 Die Leistung des Elektromotors betrage $P_A = 15\text{ kW}$. Welches maximale Hubvolumen darf an der Pumpe eingestellt werden?

Aufgabe 1.10

Die dargestellte Hydraulikleitung wird mit einem Volumenstrom $Q = 35 \text{ l/min}$ durchströmt. Es stellt sich eine Druckdifferenz $\Delta p = p_1 - p_2 = 2,32 \text{ bar}$ ein.



Gegeben:

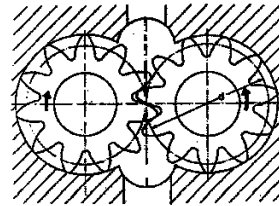
Anzahl der Winkelverschraubungen $z = 4$, Innendurchmesser $d_i = 11 \text{ mm}$, Gesamtlänge $l = 3 \text{ m}$, kinematische Viskosität des Hydrauliköls $\nu = 40 \text{ mm}^2/\text{s}$, Dichte $\rho = 860 \text{ kg/m}^3$.

- 1.10.1 Bestimmen Sie die Reynoldszahl und geben Sie an, ob laminare oder turbulente Strömung im Rohr vorliegt.
- 1.10.2 Ermitteln Sie den Druckverlust in den Rohren und den Widerstandsbeiwert ξ einer Winkelverschraubung.
- 1.10.3 Welcher Gesamtdruckverlust Δp stellt sich ein, wenn die Rohrleitung mit einem Innendurchmesser $d_i = 19 \text{ mm}$ ausgeführt wird?
- 1.10.4 Die Leitung kann durch einen im Maschinenbett eingegossenen geraden Kanal mit Rechteckquerschnitt ($a \cdot b = 10 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm}$; $l = 2 \text{ m}$) ersetzt werden. Berechnen Sie den Druckverlust Δp .

Aufgabe 2.1

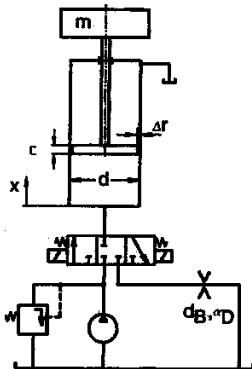
Für eine Hebevorrichtung soll eine vorhandene Zahnradpumpe mit folgenden Daten eingesetzt werden:

Zähnezahl	$z = 25$	Modul	$m = 2$
Radbreite	$b = 25 \text{ mm}$	Drehzahl	$n = 1500 \text{ U/min}$
Betriebsdruck	$p = 100 \text{ bar}$	Leistungsaufnahme	$P = 5,7 \text{ kW}$
Zahnhöhe	$c = 2 \cdot m$		



- 2.1.1 Kennzeichnen Sie den Ansaugbereich, den Bereich der Trennung von Druck- und Saugraum und den Förderanschluß.
 - 2.1.2 Wie groß ist der theoretische Förderstrom der Pumpe?
 - 2.1.3 Wie groß ist die Frequenz der Förderstimpulation?
- Bei Betriebsdruck wird ein Förderstrom von $Q = 18 \text{ l/min}$ gemessen. Bei einer Demontage nach langer Betriebszeit wird erheblicher Verschleiß am Gehäuse in der Nähe des Saugraums festgestellt.
- 2.1.4 Erläutern Sie anhand einer Druck- und Kräfteverteilung, wie es dazu kommen konnte.
 - 2.1.5 Wie groß ist der Gesamtwirkungsgrad der Pumpe bei einem Druck von $p = 100 \text{ bar}$?
 - 2.1.6 Wie groß ist der hydraulisch-mechanische Wirkungsgrad der Pumpe?
 - 2.1.7 Wie läßt sich der Gesamtwirkungsgrad durch konstruktive Mittel erhöhen?

Aufgabe 1.12



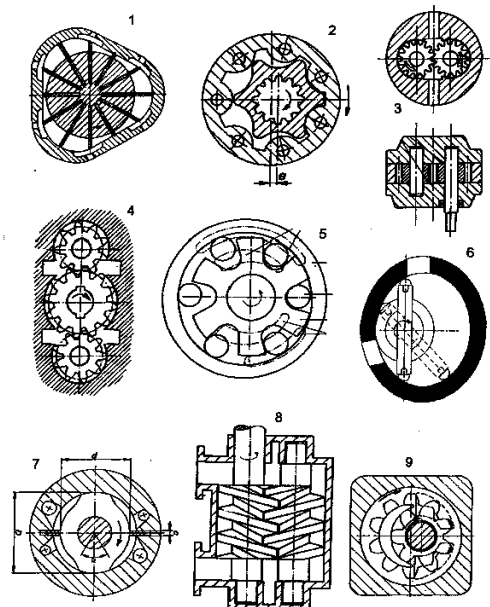
$m = 2000 \text{ kg}$
 $d = 50 \text{ mm}$
 $c = 20 \text{ mm}$
 $\Delta r = 18 \text{ }\mu\text{m}$
 $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$
 $\nu = 36 \text{ mm}^2/\text{s}$
 $E_{21} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ bar}$
 $\alpha_D = 0,7$
 $d_B = 1,2 \text{ mm}$

Gegeben ist ein reibungsarmer Hubtisch nach obenstehendem Schaltplan.

- 1.12.1 Unter welchem Druck steht die Ölsäule im Zylinder?
- 1.12.2 Aufgrund der berührungsfreien Kolbendichtung sinkt der Kolben bei geschlossenem Wegeventil ab. Berechnen Sie die Sinkgeschwindigkeit \dot{x} .
- 1.12.3 Wie groß ist die Sinkgeschwindigkeit, wenn das Wegeventil in Stellung „Senken“ geschaltet wird?

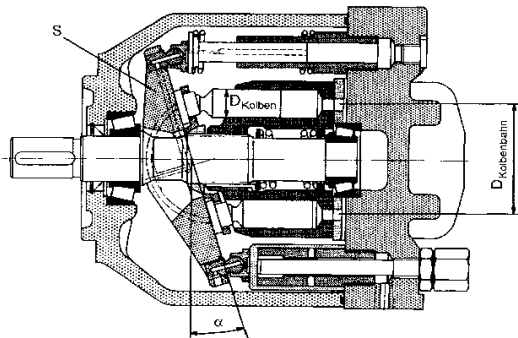
Aufgabe 2.5

- 2.5.1 Benennen Sie die Pumpen 1 bis 9.
- 2.5.2 Kennzeichnen Sie jeweils den Ansaugbereich, die Trennbereiche und den Förderanschluß.



Aufgabe 2.7

Gegeben ist die dargestellte Pumpe.



Daten:
Kolbenzahl $z = 9$ $D_{\text{Kolben}} = 17 \text{ mm}$ $D_{\text{Kolbenbahn}} = 75 \text{ mm}$
 $V_{1,\text{max}} = 40 \text{ cm}^3$ $V_{1,\text{min}} = 2 \text{ cm}^3$

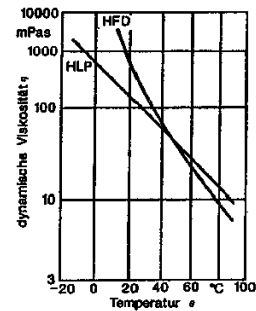
- 2.7.1 Um welche Pumpenbauart handelt es sich?
- 2.7.2 Kennzeichnen Sie den Anschluß der hydraulischen Verstellung.
- 2.7.3 Zeichnen Sie eine Einstellschraube für eine Mindestausschwenkung schematisch ein.
- 2.7.4 Wie weit (Winkel α) muß das Bauelement S ausgeschwenkt sein, um $V_{1,\text{max}}$ zu erreichen?
- 2.7.5 Auf welchen Winkel muß zurückgeschwenkt werden für $V_{1,\text{min}}$.
- 2.7.6 Die Pumpe hat eine druckabhängige interne Leckage von $Q_L = k_{L,i} \cdot \Delta p$ (mit $k_{L,i} = 0,01 \text{ (l/min)/bar}$). Berechnen Sie den volumetrischen Wirkungsgrad bei einer Arbeitsdruckdifferenz von 200 bar und einer Antriebsdrehzahl von 1500 U/min für maximales und minimales Fördervolumen.

Aufgabe 3.1

Für eine hydraulische Anlage soll aus Gründen des Brandschutzes von Hydrauliköl HLP 46 auf eine HFD-Flüssigkeit umgestellt werden.

Die Abbildung zeigt den Viskositäts-Temperaturverlauf beider Flüssigkeiten:

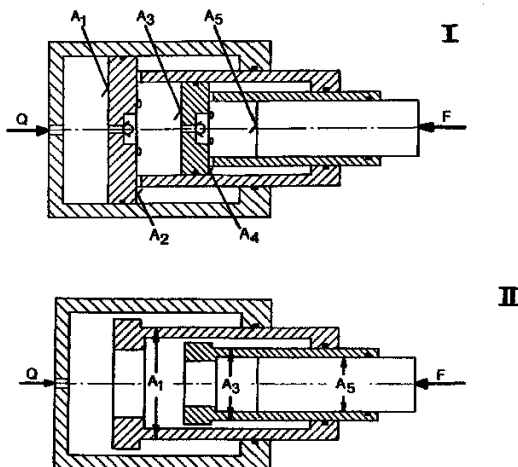
HLP 46: $\rho_{\text{HLP}} = 878 \text{ kg/m}^3$
HFD: $\rho_{\text{HFD}} = 1350 \text{ kg/m}^3$
 $p_{\text{max}} = 1 \text{ bar}$ $Q_p = 80 \text{ l/min}$ $\vartheta_{\text{Bet}} = 45 \text{ }^\circ\text{C}$



- 3.1.1 Welche Anlagenteile müssen bei der Umstellung auf HFD geprüft und ggf. ausgetauscht werden?
- 3.1.2 Der zulässige Temperaturbereich der Anlage wird durch die maximale Startviskosität und die minimal zulässige Viskosität festgelegt. Er betrug $0 \text{ }^\circ\text{C} \leq \vartheta \leq 80 \text{ }^\circ\text{C}$ beim Betrieb mit HLP. In welchem Temperaturbereich kann die Anlage mit HFD betrieben werden?
- 3.1.3 Die Pumpe saugt über ein kurzes Ansaugrohr ($D_1 = 24 \text{ mm}$) und einen Saugfilter ($\xi_s = 7,2$) an. Der Einlaufbereich des Saugrohres ist gut gerundet. Welcher Saugdruck p_s stellt sich an der Pumpe bei Betrieb mit HLP und HFD ein?
- 3.1.4 Welcher Effekt kann bei zu niedrigem Saugdruck entstehen und welche Folgen verursacht er?
- 3.1.5 Wie muss der Durchmesser des Saugrohres verändert werden, um bei gleichem Widerstandsbeiwert ξ den gleichen Druckabfall wie mit Mineralöl zu erhalten?

Aufgabe 2.10

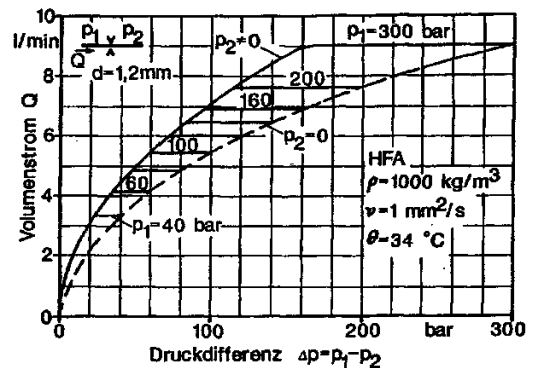
Gegeben sind zwei Ausführungen von Teleskopzylindern (I) und (II). Für beide gilt:
 $A_1 = 200 \text{ cm}^2$ $A_2 = 75 \text{ cm}^2$ $A_3 = 75 \text{ cm}^2$
 $A_4 = 25 \text{ cm}^2$ $A_5 = 25 \text{ cm}^2$ $F = 10^3 \text{ N}$



- 2.10.1 Welcher Kolben führt bei (I) und (II) zuerst aus?
- 2.10.2 Wie groß sind bei (I) die Drücke p_1 , p_2 und p_3 ?
- 2.10.3 Für welchen Druck muss die Pumpe bei (I) und (II) ausgelegt werden (bei maximalem Hub)?
- 2.10.4 Welche Aufgaben haben bei (I) die Rückschlagventile?
- 2.10.5 Skizzieren Sie ein Weg-Zeitdiagramm für den Ausfahrvorgang beider Zylinder bei konstantem Volumenstrom Q .

Aufgabe 3.2

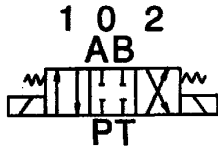
Gegeben ist das Kennlinienfeld einer Blende beim Betrieb mit HFA-Flüssigkeit.



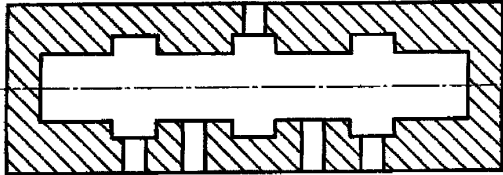
- 3.2.1 Wie entsteht ein solches Diagramm und was kann man daraus ablesen?
- 3.2.2 Welche Druckdifferenz Δp kann bei $p_1 = 300 \text{ bar}$ maximal kavitationsfrei abgebaut werden?
- 3.2.3 Berechnen Sie den Durchflusskoeffizienten α_0 für kavitationsfreien Betrieb.
- 3.2.4 Der Druck $p_1 = 300 \text{ bar}$ soll durch eine Reihenschaltung von Blenden kavitationsfrei abgebaut werden. Berechnen Sie den Durchmesser der Blenden unter der Annahme, dass für alle das gleiche α_0 gilt (Maximale Restdruckdifferenz $\Delta p = 10 \text{ bar}$).

Aufgabe 4.1

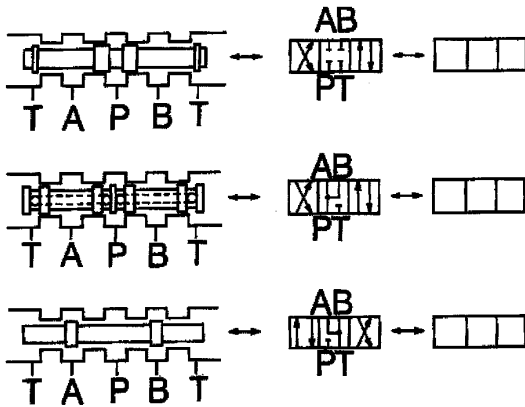
Gegeben ist das Schaltsymbol eines Wegeventils.



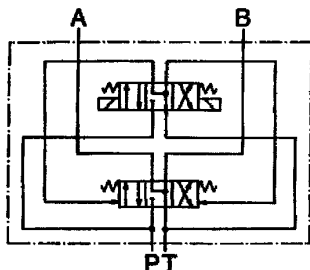
- 4.1.1 Benennen Sie das Ventil.
- 4.1.2 Beschreiben Sie die Funktion in den Schaltstellungen 0, 1 und 2.
- 4.1.3 Zeichnen Sie in dem unten skizzierten Ventilkörper den entsprechenden Kolben und benennen Sie die Anschlüsse.



- 4.1.4 Welche Kräfte müssen beim Schalten eines Wegeventils überwunden werden?
- 4.1.5 Bei handelsüblichen Wegeventilen ist die Funktion des Ventils durch ein Symbol nach DIN/ISO 1219 in Form eines Schildchens oder einer Einprägung gekennzeichnet. Die Schieber sind im allgemeinen im Rahmen eines Baukastensystems austauschbar. Im gegebenen Fall liegen offensichtlich Verwechslungen vor. Überprüfen Sie, ob das Schaltsymbol zu dem jeweiligen Schieber paßt. Korrigieren Sie ggf. das Schaltsymbol.

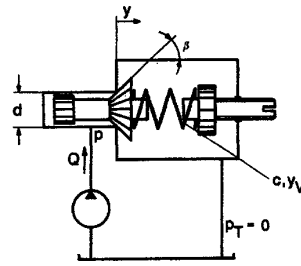


Gegeben ist ein Wegeventil in ausführlicher Symboldarstellung.



- 4.1.6 Wie lautet die vollständige Bezeichnung des Ventils?
- 4.1.7 Wann werden diese Ventile in hydraulischen Anlagen eingesetzt?

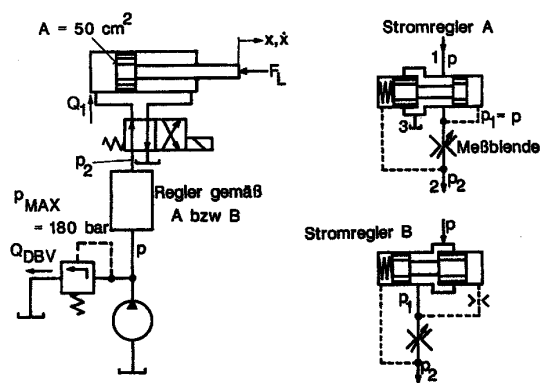
Aufgabe 4.3



Durchmesser	d = 10 mm
Federsteifigkeit	c = 166,8 N/mm
Federvorspannweg	y _v = 4,8 mm
Kegeiwinkel	β = 30°
Durchflußbeiwert	α _D = 0,6
Dichte des Öls	ρ = 860 kg/m ³

- 4.3.1 Wie lautet die vollständige Bezeichnung des dargestellten Ventils? Zeichnen Sie das Normsymbol daneben.
- 4.3.2 Wann werden Ventile dieser Bauart eingesetzt und welche Aufgaben erfüllen sie in einer Hydraulikanlage?
- 4.3.3 Welcher Druck p₀ stellt sich ein, wenn das Ventil gerade noch geschlossen ist?
- 4.3.4 Welcher Öffnungshub y stellt sich ein, wenn bei einem Systemdruck p = 120 bar ein Volumenstrom Q = 47,2 l/min über das Ventil abfließt?
- 4.3.5 Berechnen Sie für diesen Arbeitspunkt die stationäre Strömungskraft. Der Strömungswinkel entspricht dem Kegeiwinkel.
- 4.3.6 Skizzieren Sie qualitativ die stationäre Kennlinie dieses Ventils und geben Sie an, durch welche Kräfte die reale Kennlinie von der idealen abweicht. Durch welche Maßnahme läßt sich das stationäre Verhalten verbessern?

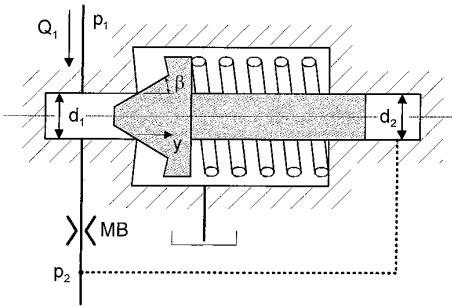
Aufgabe 4.4



- 4.4.1 Benennen Sie die verschiedenen Funktionsprinzipien und Bauarten von Stromregelventilen.
- 4.4.2 Der dargestellte Antrieb soll gegen eine Lastkraft F_L = 35 kN mit einer Geschwindigkeit $\dot{x} = 0,1$ m/s bewegt werden. Der Pumpenvolumenstrom beträgt 55 l/min, der Druckabfall an der Meßblende beträgt Δp_{MB} = 5 bar. Berechnen Sie jeweils für den Stromregler A und B:
 - den Druck p
 - den Volumenstrom über das Druckbegrenzungsventil Q_{DBV}
 - die von der Pumpe umgesetzte Leistung P_r.
- 4.4.2 Warum werden Dreiweg-Stromregler nicht universell in hydraulischen Anlagen eingesetzt.
- 4.4.4 Skizzieren Sie den prinzipiellen Verlauf der Funktion Q = f(Δp) eines Zweiweg-Stromreglers und begründen Sie das Verhalten im niedrigen und hohen Druckbereich.

Aufgabe 4.9

Gegeben ist das dargestellte Ventil.

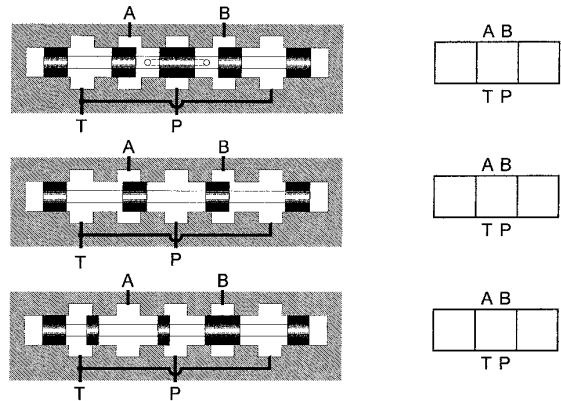


Im dargestellten Zustand ist die Feder um y_{Vsp} vorgespannt.

Daten: $\rho_{Öl} = 870 \text{ kg/m}^3$ $\alpha_{D,MB} = 0,7$ $D_{MB} = 7 \text{ mm}$
 $\alpha_{D,Ventil} = 0,7$ $\beta = 30^\circ$ $d_1 = d_2 = 12,5 \text{ mm}$
 $y_{Vsp} = 5 \text{ mm}$ $c_{Feder} = 12,5 \text{ N/mm}$

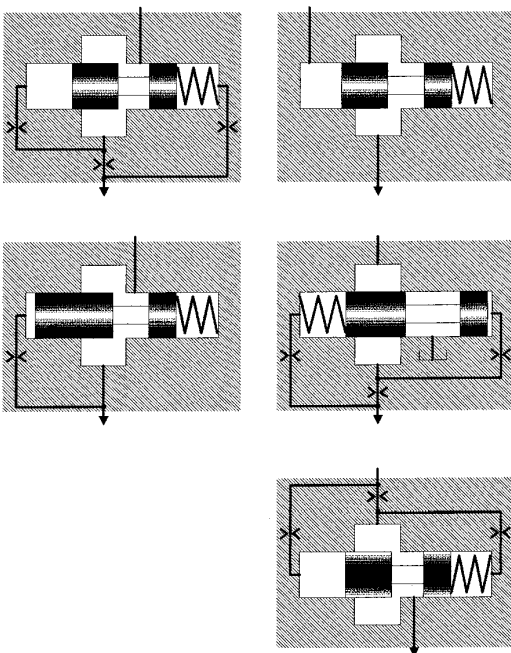
- 4.9.1 Um was für ein Ventil handelt es sich ?
- 4.9.2 Zeichnen Sie das vereinfachte Normsymbol für ein solches Ventil.
- 4.9.3 Bestimmen Sie, bei welchem Volumenstrom die Regelung einsetzt.
- 4.9.4 Folgender Arbeitspunkt liegt vor:
 $p_2 = 180 \text{ bar}$ und $Q_1 = 75 \text{ l/min}$
 (das Regelverhalten des Ventils darf als ideal angenommen werden)
- 4.9.4.1 Wie weit (y) ist das Ventil geöffnet ?
- 4.9.4.2 Unter welchem Strömungswinkel ϵ fließt das Öl durch das Ventil ?
 (Hinweis: Strömungswinkel $\epsilon \neq$ Kegeiwinkel β)
- 4.9.5 Was ist bei der Verwendung solcher Ventile zu beachten ?

4.10.2 Ergänzen Sie bei den folgenden drei Ventilen das Schaltzeichen.



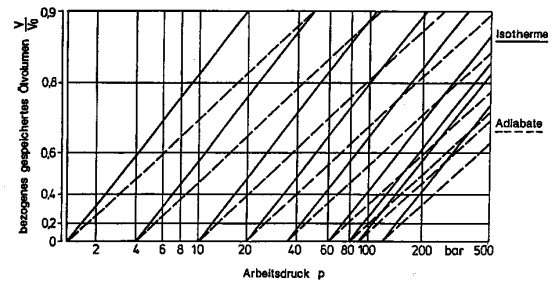
Aufgabe 4.10

Gegeben sind die folgenden 5 Ventile



4.10.1 Geben Sie jeweils die vollständige Bezeichnung an und zeichnen Sie das dazugehörige Normsymbol.

Aufgabe 5.1



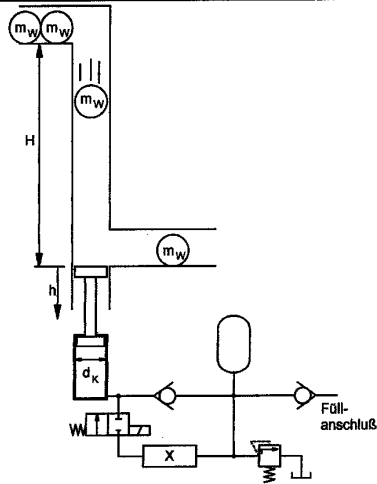
Ein Blasen Speicher mit einem Nennvolumen $V_0 = 10 \text{ l}$ ist gassetig mit 20 bar vorgespannt.

- 5.1.1 Kennzeichnen Sie den Betriebspunkt für $p = 20 \text{ bar}$ und die Kennlinien für langsame und schnelle Druckerhöhung im Diagramm.
- 5.1.2 Der Speicher wird langsam auf einen Druck $p_2 = 200 \text{ bar}$ geladen. Welches Volumen nimmt der Speicher auf ?
- 5.1.3 Der Speicher wird langsam auf $p_3 = 120 \text{ bar}$ geladen und mit hohem Volumenstrom auf $p_4 = 40 \text{ bar}$ entspannt. Welches Restvolumen bleibt im Speicher ?
 Wie groß ist die Temperatur des Gases nach der adiabaten Entspannung ($\kappa = 1,4$; Umgebungtemperatur $\vartheta_U = 20^\circ\text{C}$) ?
- 5.1.4 Welcher Druck stellt sich nach dem Temperatureausgleich ein, wenn kein weiteres Volumen zu- oder abgeführt wird ?

Aufgabe 5.2

Gegeben ist eine Transferanlage, in der schwere Werkstücke ein Stockwerk tief fallen. Die Werkstücke werden hydraulisch aufgefangen, in der unteren Position gehalten, später wieder ein Stück angehoben und entnommen.

Zum Auffangen und Wiederanheben dient die dargestellte einfache hydraulische Schaltung. Alle Anlagenteile haben ideales Verhalten und sind reibungsfrei. Die Massen und Massenkräfte der hydraulischen Komponenten dürfen vernachlässigt werden.



Daten:

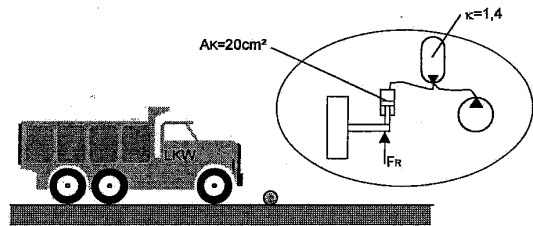
$\kappa = 1,4$ (ideales Gas) $H = 5 \text{ m}$ $d_k = 107 \text{ mm}$
 $m_w = 850 \text{ kg}$ $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ $p_{DGV} = 200 \text{ bar}$
 $V_0 = 10 \text{ l}$

Vor der Inbetriebnahme wird das System über den Befüllanschluß langsam befüllt. Dabei fährt der Zylinder vollständig aus und der Speicher wird zu 20% mit Öl gefüllt. Es stellt sich ein Druck $p_1 = 80 \text{ bar}$ ein.

- 5.2.1 Bestimmen Sie den Vorfülldruck p_0 des Gases im Speicher.
 - 5.2.2 Welcher Druck p_2 stellt sich im Speicher ein, nachdem ein Werkstück aufgefangen wurde?
 - 5.2.3 Wie weit fährt der Zylinder für einen Auffangvorgang ein?
- Nach dem Aufprall bleibt der Zylinder zunächst in seiner unteren Position und es findet ein Temperaturengleich statt.
- 5.2.4 Welcher Druck herrscht danach im Speicher?

Aufgabe 5.7

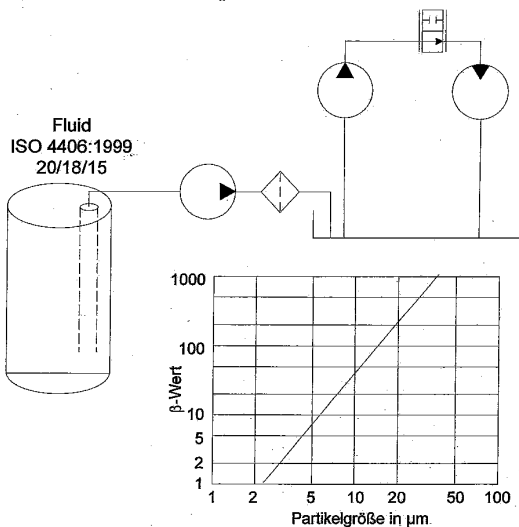
Ein mit einer hydropneumatischen Federung ausgestatteter LKW verfügt über eine Vorrichtung zur Niveauregulierung. Jedes der sechs Räder besitzt einen Hydrospeicher ($V_0 = 1000 \text{ cm}^3$), der bei leerem Fahrzeug zu 10 % mit Öl gefüllt ist. Das Gewichtskraft des leeren LKW beträgt 45 kN und ist gleichmäßig auf alle Räder verteilt.



- 5.7.1 Berechnen Sie den Speicherfülldruck p_0 .
- 5.7.2 Durch die langsame Beladung des LKW steigt die Kraft je Rad um $\Delta F = 5000 \text{ N}$ an. Berechnen Sie den Einfederweg Δs .
- 5.7.3 Wie groß ist die hydraulische Arbeit W , die von der Pumpe geliefert wird, um ein Rad wieder in seine Ausgangslage zu bringen.
- 5.7.4 Der beladene LKW überfährt zügig einen Baumstamm mit einem Radius von 5 cm . Berechnen Sie die Radkraft im Moment der maximalen Einfederung.

Aufgabe 5.6

- 5.6.1 Auf welchen Wegen kann das Fluid einer hydraulischen Anlage verschmutzt werden?
- 5.6.2 Was bezeichnet man als die „Kettenreaktion des Verschleißes“?



- 5.6.3 Welche möglichen Anbringensorte für einen Filter in die dargestellte Anlage gibt es. Geben Sie jeweils einen Vor- und einen Nachteil an.
- 5.6.4 Wie wird in der Hydraulik die Filterfeinheit angegeben?
- 5.6.5 In die Anlage wird Neuöl eingefüllt. Die Fassungspumpe hat einen nachgeschalteten Filter, der die dargestellte Charakteristik besitzt.
 - 5.6.5.1 Bestimmen Sie die Filterfeinheit.
 - 5.6.5.2 Welchen Verschmutzungsgrad hat das eingefüllte Fluid?

Aufgabe 7.1

- 7.1.1 Nennen Sie drei physikalische Größen, in denen sich das gasförmige Medium Luft von den flüssigen Medien Wasser und Öl unterscheidet. Geben Sie dabei jeweils zum Vergleich die Größenordnung an.
- 7.1.2 Geben Sie die Druckbereiche in der Pneumatik an für

(Absolutdrücke in bar)	von	bis
Vakuum		
Niederdruck		
Normaldruck		
Hochdruck		

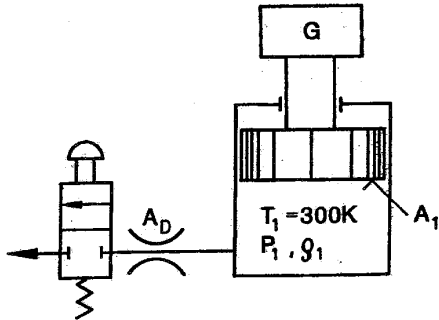
- 7.1.3 Nennen Sie zwei Anwendungen für die Hochdruckpneumatik.
- 7.1.4 Kann bei pneumatischen Antrieben – wie oft bei hydraulischen – der Atmosphärendruck vernachlässigt werden? Warum?

Aufgabe 7.2

- 7.2.1 Es wird der Durchfluss von Luft bei großen Druckdifferenzen durch eine Düse betrachtet.
 - 7.2.1.1 Wie lautet die Formel für den Massenstrom?
 - 7.2.1.2 Welche Voraussetzungen liegen dem Durchflussgesetz zugrunde?
 - 7.2.1.3 Welche Werte hat die Ausflußfunktion für $p_1 = 8 \text{ bar}$ und $p_2 = 6,4 \text{ bar}$?
- 7.2.2 Es wird der Durchfluss von Luft bei großen Druckdifferenzen durch eine Blende betrachtet.
 - 7.2.2.1 Wie lautet die Formel für den Massenstrom?
 - 7.2.2.2 Warum liegt der Durchfluß einer Blende unter dem einer Düse (gleicher Öffnungsquerschnitt und gleicher Druckabfall vorausgesetzt)?

Aufgabe 7.3

Ein Gewicht von $G = 500 \text{ N}$ soll durch einen Pneumatikzylinder mit Kolbenfläche $A_1 = 40 \text{ cm}^2$ nach dem Öffnen des Wegeventils abgesenkt werden.

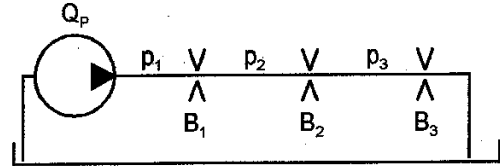


Folgende Vereinfachungen sind zulässig:

- Reibung und Leckverluste im Zylinder sind vernachlässigbar,
- adiabate Zustandsänderungen in der Düse,
- Kolben und Kolbenstange sind masselos,
- Luft ist ein ideales Gas.

- 7.3.1 Wie groß ist der Durchmesser der gut gerundeten Düse A_D zu wählen, damit der Kolben mit einer stationären Geschwindigkeit von $v = 0,5 \text{ m/s}$ abgesenkt werden kann?
- 7.3.2 In welchen Grenzen läßt sich das Gewicht G verändern, ohne daß sich die Sinkgeschwindigkeit von $v = 0,5 \text{ m/s}$ ändert?

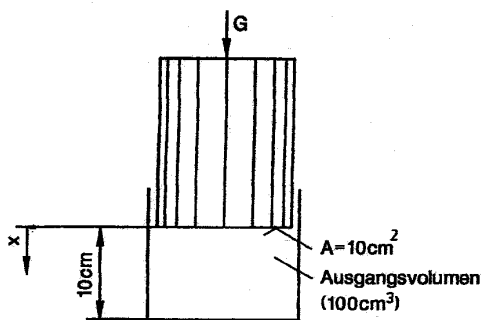
Gegeben ist ein vereinfachtes hydraulisches System



$Q_p = 60 \text{ l/min}$ $D_{B1} = D_{B2} = D_{B3} = 4 \text{ mm}$
 $\alpha_D = 0,7$ $\rho_{fl} = 870 \text{ kg/m}^3$
 Reibungsverluste in den Rohren dürfen vernachlässigt werden.
 Bestimmen Sie die Drücke p_1 , p_2 und p_3 .

Aufgabe 7.5

Ein Zylinder mit abgeschlossenem Luftvolumen soll als Luftfeder benutzt werden.



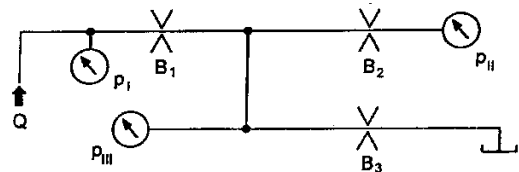
Folgende Annahmen sind zulässig:

- Verdichtung der Luft im Zylinder erfolgt isentrop ($\kappa = 1,4$)
- Leckverluste sind vernachlässigbar

- 7.5.1 Die Luftfeder wird mit $G = 50 \text{ N}$ und $G = 500 \text{ N}$ belastet.
 Wie groß sind die eingespannten Luftvolumina für beide Lastfälle?
- 7.5.2 Welche Federsteifigkeit weist die Luftfeder für beide Lastfälle auf?
- 7.5.3 Skizzieren Sie prinzipiell den Verlauf der Federsteifigkeit C_s über dem Hub x der Luftfeder und kennzeichnen Sie in diesem Diagramm die beiden Lastpunkte.

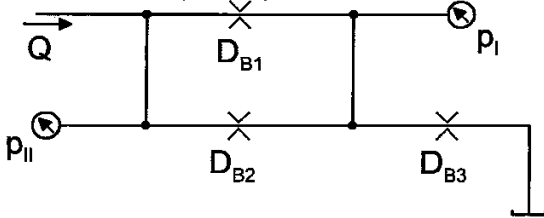
Aufgabe 2

Im Bild ist ein einfaches hydraulisches System mit drei Blinden dargestellt.



Die folgenden Daten sind gegeben:
 $Q = 10 \text{ l/min}$ $D_{B1} = 1,2 \text{ mm}$ $D_{B2} = 1,7 \text{ mm}$ $D_{B3} = 2,1 \text{ mm}$
 $\alpha_{D1} = \alpha_{D2} = \alpha_{D3} = 0,7$ $\rho_{fl} = 870 \text{ kg/m}^3$
 Der Höhenunterschied und die Druckverluste in den Rohren und Formstücken können vernachlässigt werden.
 Berechnen Sie die Drücke p_I , p_{II} und p_{III} .

Gegeben ist ein vereinfachtes hydraulisches System



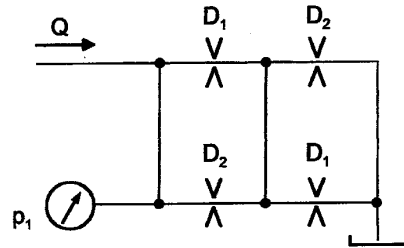
$Q = 50 \text{ l/min}$ $D_{B1} = 4 \text{ mm}$ $D_{B2} = 2 \text{ mm}$ $D_{B3} = 3 \text{ mm}$
 $\alpha_D = 0,7$ $\rho_{fl} = 870 \text{ kg/m}^3$
 Reibungsverluste in den Röhren dürfen vernachlässigt werden.
 Bestimmen Sie die Drücke p_1 und p_{II} .

Die Skizze zeigt ein vereinfachtes hydraulisches System.

Es sind jeweils zwei Blenden gleich und es gelten die folgenden Angaben:

$D_1 = 1,8 \text{ mm}$ $D_2 = 3,2 \text{ mm}$
 $Q = 40 \text{ l/min}$ $\alpha_D = 0,7$ $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$

Berechnen Sie den Druck p_1 .

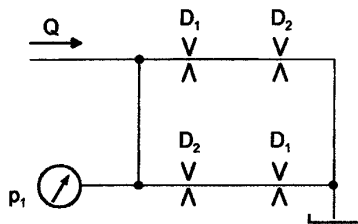


Die Skizze zeigt ein vereinfachtes hydraulisches System.

Es sind jeweils zwei Blenden gleich und es gelten die folgenden Angaben:

$D_1 = 1,8 \text{ mm}$ $D_2 = 3,2 \text{ mm}$
 $Q = 40 \text{ l/min}$ $\alpha_D = 0,7$ $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$

Berechnen Sie den Druck p_1 .



Die Skizze zeigt ein vereinfachtes hydraulisches System.

Es gelten die folgenden Angaben:

$D_1 = 2 \text{ mm} = D_2 = D_3$
 $p_1 = 75 \text{ bar}$ $\alpha_D = 0,7$ $\rho = 870 \text{ kg/m}^3$

Berechnen Sie den Druck p_2 und den Volumenstrom Q .

