

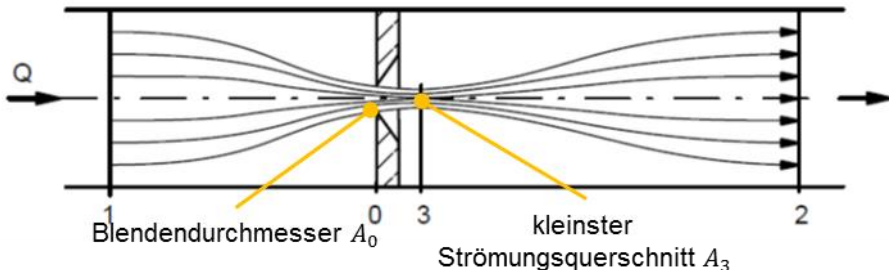
1. Aufgabe – Musterlösung

Gesamtpunktzahl: 15

Excercise – Solution

Total points : 15

Teilaufgabe und Antwort Subtask and solution	Punkte Points
1.1. $P_{2,mech} = M_{2eff} \cdot n_2 \cdot 2\pi$ $M_{2eff} = \frac{P_{2,mech}}{2\pi \cdot n_2} = \frac{1,5 \text{ kW} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}}}{2\pi \cdot 10000 \frac{1}{\text{min}}} = 1,432 \text{ Nm}$	0,5 0,5
1.2. $\eta_{2vol} = \frac{Q_{2th}}{Q_{2eff}}$ $Q_{2th} = \eta_{2vol} \cdot Q_{2eff} = 0,95 \cdot 105,26 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 100 \frac{\text{l}}{\text{min}}$ $Q_{2th} = n_2 \cdot V_2$ $V_2 = \frac{Q_{2th}}{n_2} = \frac{100 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{10000 \frac{1}{\text{min}}} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 10 \text{ ccm} = 10^{-5} \text{ m}^3$	0,5 0,5 0,5 0,5
1.3. $\eta_{2hm} = \frac{M_{2eff}}{M_{2th}}$ $M_{2th} = \frac{M_{2eff}}{\eta_{2hm}} = \frac{1,432 \text{ Nm}}{0,92} = 1,557 \text{ Nm}$ $M_{2th} = \frac{\Delta p \cdot V_2}{2\pi}$ $p = \frac{M_{2th} \cdot 2\pi}{V_2} = \frac{1,557 \text{ Nm} \cdot 2\pi}{10 \text{ ccm}} = 978291,95 \text{ Pa} = 9,78 \text{ bar}$ Alternativ: $p = \frac{1,8 \text{ Nm} \cdot 2\pi}{12 \text{ ccm}} = 942477,79 \text{ Pa} = 9,42 \text{ bar}$	0,5 0,5 0,5 0,5
1.4. $\eta_{diss} = 1 - \eta_1 \cdot \eta_{2vol} \cdot \eta_{2hm} = 1 - 0,92 \cdot 0,95 \cdot 0,85 = 25,71 \%$ $\eta_{diss} = 1 - 0,92 \cdot 0,95 \cdot 0,85 = 25,71 \%$	0,5 0,5

Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>			Punkte <i>Points</i>
1.5.	+ hohe Leistungsdichte + gute Steuer- und Regelbarkeit + gutes Zeitverhalten durch niedrige Massensträgheiten + einfach und zuverlässige Absicherung gegen Überlast + <i>high power density</i> + <i>good controllability open and closed loop</i> + <i>good dynamic behaviour through low inertia</i> + <i>easy and reliable overload protection</i>		je 0,5/ ges. 1
			je 0,5/ ges. 1
	- hoher Energieverbrauch - Wartung des Druckmediums notwendig - Umweltgefährdung durch Geräusche / Leckage / Feuergefährdung - <i>high energy consumption</i> - <i>fluid maintenance</i> - <i>environmental hazards: noise, leakage, fire</i>		
1.6.	 $\alpha_K = \frac{A_3}{A_0}$ <p>0,5 Punkte für jeweils: Skizze, Strompfade, Beschriftung A_0 und A_3, Gleichung 0.5 points for each: sktech, flow trajectories, labeling of A_0 and A_3, equation</p>		2
1.7.	Drossel; <i>Throttle</i> Durchfluss ist Viskositäts-/Temperaturabhängig; <i>Flow is viscosity/temperature dependent</i>		0,5 0,5
1.8.	Angabe <i>Given</i>	Partikelgröße <i>Particle size</i>	Kummulierte Partikelanzahl pro ml <i>Cumulated particle count per ml</i>
	18	4 µm	1300-2500
	15	6 µm	160-320
	11	14 µm	10-20
			0,5 0,5 0,5

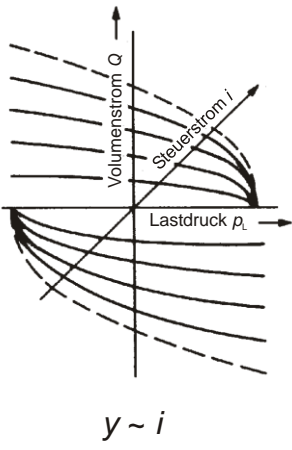
Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>		Punkte <i>Points</i>
1.9.	Oxidationsinhibitoren <i>Oxidation inhibitors</i> Metalldeaktivatoren <i>Metal deactivators</i> Verschleißschutz <i>Wear protection</i> Reibwertminderer <i>Friction modifier</i> VI-Verbesserer <i>VI-improvers</i> Stockpunkterniedriger <i>Setting point modifier</i> Schaumverhinderer <i>Foam inhibitors</i> Detergentien und Dispergentien <i>Detergents and dispersants</i> Korrosionsinhibitoren <i>Corrosion inhibitors</i>	je 0,5, max 2,5

2. Aufgabe – Musterlösung

Gesamtpunktzahl: 10

Excercise – Solution

Total points : 10

Teilaufgabe und Antwort Subtask and solution		Punkte Points
2.1	1. Allg. Druckflüssigkeiten (z.B. HLP) 0,5 Pkt. <i>General liquids (ex. HLP)</i> 2. Schwerentflammbare Flüssigkeiten (z.B. HFA) 0,5Pkt. <i>Fire-retardant fluids (ex. HFA)</i> 3. Biologisch abbaubare Flüssigkeiten (z.B. HETG) 0,5Pkt. <i>Environmentally compatible fluids (ex. HETG)</i> 4. Spezielle Flüssigkeiten (z.B. UTTO) 0,5Pkt. <i>Special liquids (ex. UTTO)</i> 0,5 Punkte nur für richtige Kombination aus Druckflüssigkeit und Beispiel oder 2 richtige Beispiele oder 2 richtige Druckflüssigkeitsarten <i>0.5 points for each correct fluid type and example combination or 2 correct examples or 2 correct fluid types</i>	Max. 1,0
2.2	$\eta = \eta_0 \cdot e^{b \cdot p}$	0,5
2.3	1. Oberflächenfiltration <i>Surface filtration</i> 2. Tiefenfiltration <i>Depth filtration</i> 3. Magnetische Abscheidung <i>Magnetic separation</i> 4. Elektrostatische Filtration <i>Electrostatic filtration</i> 0,5 Punkte je richtiger Filtrationsart <i>0.5 points for each correct filtration modes</i>	Max. 1,0
2.4	 0,5 Pkt. für richtiger Verlauf $Q=f(p_L)$ <i>0.5 for correct $Q=f(p_L)$</i> 0,5 Pkt. für richtiger Verlauf $Q=f(i)$ <i>0.5 for correct $Q=f(i)$</i>	1,0

	Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>	Punkte <i>Points</i>
2.5	<p>Ventil: Druckminderventil (0,5 Punkte) <i>Valve: pressure reducing valve (0.5 points)</i></p> <p>Zweck der Blende: Dämpfung beim instationären Betrieb (0,5 Punkte) <i>Reason of the orifice: dampening during instationary operation (0.5 points)</i></p> <p>1. Blendengleichung für Schieberquerschnitt aufstellen, nach x umstellen und Schieberöffnung berechnen: 0,5 Punkte <i>Formulate orifice equation for valve spool, rearrange for x and calculate spool displacement: 0.5 points</i></p> $Q = \alpha_D \cdot \pi \cdot d_1 \cdot x \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_2 - p_1)}{\rho_{öl}}}$ $x = \frac{Q}{\alpha_D \cdot \pi \cdot d_1} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{öl}}{2 \cdot (p_2 - p_1)}} = 0,778 \text{ mm}$ <p>2. Kräftegleichgewicht für den Ventilschieber richtig aufstellen: 0,5 Punkte <i>Correct equilibrium of forces for valve spool: 0.5 points</i></p> $p_2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_1^2 - d_2^2) = F_c$ <p>3. Gleichung für die Federkraft richtig aufstellen: 0,5 Punkte <i>Correct equation for spring force: 0.5 points</i></p> $F_c = c_F \cdot (x_{vor} + x_{max} - x)$ <p>4. Einsetzen von Gleichung 1 in Gleichung 3 und Gleichung 3 in Gleichung 2, sowie sinnvolles umstellen der Gleichung: 0,5 Punkte <i>Substitute Eq. 1 in Eq. 3 and Eq. 3 in Eq. 2, as well sensible rearrangement of equation: 0.5 points</i></p> $x_{vor} = \frac{p_2 \cdot \pi}{4 \cdot c_F} \cdot (d_1^2 - d_2^2) - x_{max} + \frac{Q}{\alpha_D \cdot \pi \cdot d_1} \cdot \sqrt{\frac{\rho_{öl}}{2 \cdot (p_2 - p_1)}}$	<p>1,0</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>

Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>	Punkte <i>Points</i>
2.5	<p>5. Richtiges Ergebnis für Vorspannweg der Feder: 0,5 Punkte <i>Correct result for preloading of spring: 0.5 points</i></p> $x_{vor} = \frac{100\text{bar} \cdot \pi}{4 \cdot 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}}} \cdot (15\text{mm}^2 - 10\text{mm}^2) - 5\text{mm}$ $+ \frac{200 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{0,6 \cdot \pi \cdot 15\text{mm}} \cdot \sqrt{\frac{870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2 \cdot (200\text{bar} - 100\text{bar})}}$ $= 5,595\text{mm}$
2.6	<p>1. Richtige Berechnung der adiabaten Zustandsänderung des Gasdrucks im Speicher: 0,5 Punkte <i>Correct calculation of the adiabatic change of state of the gas pressure: 0.5 points</i></p> $\Delta V = V_0 \cdot \left(1 - \left(\frac{p_0}{p_1} \right)^{\frac{1}{\kappa}} \right)$ $\Delta V = 1\text{l} \cdot \left(1 - \left(\frac{10\text{bar}}{80\text{bar}} \right)^{\frac{1}{1,4}} \right) = 0,774\text{l}$

Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>		Punkte <i>Points</i>
2.6	<p>2. Richtige Berechnung der adiabaten Zustandsänderung der Gastemperatur im Speicher: 0,5 Punkte <i>Correct calculation of the adiabatic change of state of the gas temperature: 0.5 points</i></p> $T_1 = T_0 \cdot \left(\frac{p_1}{p_0}\right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 293K \cdot \left(\frac{80bar}{10bar}\right)^{\frac{1,4-1}{1,4}} = 530,75^\circ K$ <p>3. Richtige Berechnung der isochoren Zustandsänderung des Gasdrucks des idealen Gases im Speicher: 0,5 Punkte <i>Correct description of the change of state of the ideal gas pressure: 0.5 points</i></p> <p>Richtiges Ergebnis: 0,5 Punkte <i>Correct result: 0.5 points</i></p> $p \cdot V = m \cdot R \cdot T$ $\Leftrightarrow \frac{p \cdot V}{m \cdot T} = R; R = konst.$ $\Rightarrow \frac{p_1 \cdot V_1}{m_1 \cdot T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{m_2 \cdot T_2}; m_1 = m_2, V_1 = V_2$ $\Rightarrow p_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot p_1 = \frac{293^\circ K}{530,75^\circ K} \cdot 80bar = 44,16bar$ $\Rightarrow \Delta p = 80bar - 44,16bar = 35,84bar$ <p>4. Richtige Berechnung der Volumenänderung im Speicher: 0,5 Punkte <i>Correct calculation of the change of volume: 0.5 points</i></p> <p>Richtige Berechnung der Kolbenkraft durch die adiabate Zustandsänderung des Speicherdrucks: 0,5 Punkte <i>Correct calculation of the piston load with the adiabatic change of state of the accumulator pressure: 0.5 points</i></p> $V_1 = V_0 - \Delta V = 1l - 0,774l = 0,226l$ $V_3 = V_2 + \Delta x \cdot A = 0,226l + 20mm \cdot 78,5cm^2 = 0,383l$ $p_3 \cdot V_3^\kappa = p_2 \cdot V_2^\kappa$ $\Leftrightarrow p_3 = p_2 \cdot \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^\kappa = 44,16bar \cdot \left(\frac{0,226l}{0,383l}\right)^{1,4} = 21,13bar$ $F_{Kolben} = A \cdot p_3 = 78,5cm^2 \cdot 21,13bar = 16,58kN$	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>

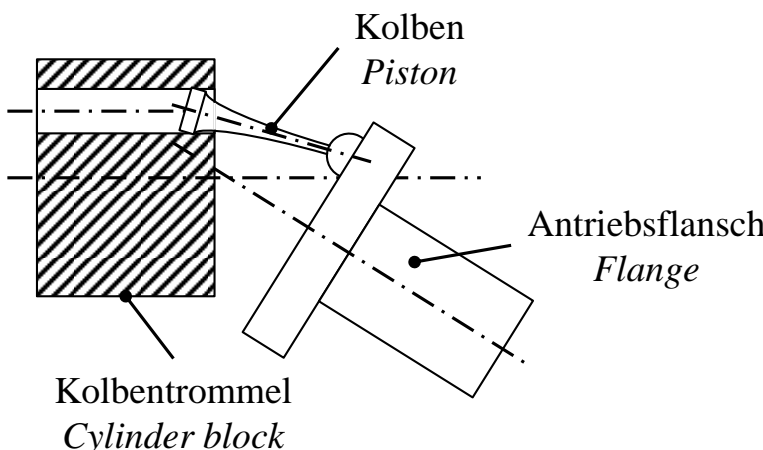
3. Aufgabe – Musterlösung

Gesamtpunktzahl: 10

Excercise – Solution

Total points : 10

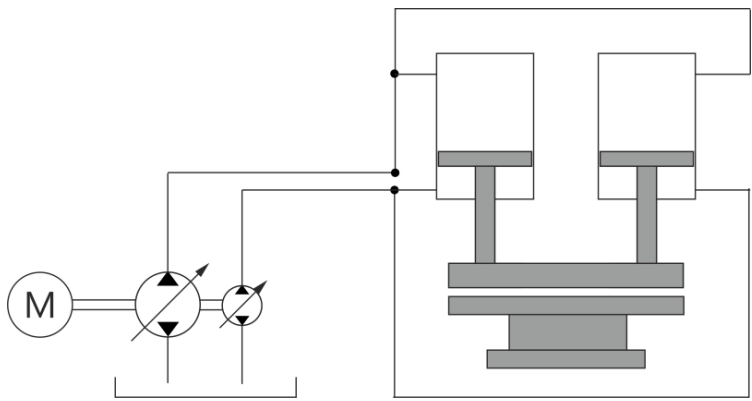
Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>		Punkte <i>Points</i>
3.1	Druckpulsation oder kompressionsbedingte Pulsation <i>Pressure ripple or compression-conditioned ripples</i>	0,5
3.2	Zahnradmaschinen <i>Gear machines</i> Innen-/Außenzahnradmaschinen; Schraubenspindelpumpe <i>external/internal gear machine; rotary screw pumps</i>	0,5 max. 1
3.3	Immer wenn ein Kolben ein- oder aussteuert. <i>Whenever a piston connects or disconnects with the high pressure area.</i>	1,0
3.4	Das erste Maximum liegt zwischen dem ersten Einsteu- und Aussteuervorgang. $\rightarrow \varphi = 18^\circ$ <i>The first maximum is located between the first connecting and disconnecting of a piston. $\rightarrow \varphi = 18^\circ$</i>	0,5
3.5	$\left[\sum \frac{dV_K}{d\varphi} \right]_{\min} = A \cdot r \cdot \tan(\alpha) \cdot [\sin(0^\circ) + \sin(72^\circ) + \sin(144^\circ)]$ $= 1,5388 \cdot A \cdot r \cdot \tan(\alpha)$	0,5 0,5
3.6	$\left[\sum \frac{dV_K}{d\varphi} \right]_{\max} = A \cdot r \cdot \tan(\alpha) \cdot [\sin(18^\circ) + \sin(90^\circ) + \sin(162^\circ)]$ $= 1,6180 \cdot A \cdot r \cdot \tan(\alpha)$ $\left[\sum \frac{dV_K}{d\varphi} \right]_{\text{mittel}} = 2 \cdot A \cdot r \cdot \tan(\alpha) \frac{5}{2 \cdot \pi}$ $\delta = \frac{\left[\sum \frac{dV_K}{d\varphi} \right]_{\max} - \left[\sum \frac{dV_K}{d\varphi} \right]_{\min}}{\left[\sum \frac{dV_K}{d\varphi} \right]_{\text{mittel}}} = \frac{A \cdot r \cdot \tan(\alpha) [1,6180 - 1,5388]}{A \cdot r \cdot \tan(\alpha) \frac{5}{\pi}}$ $= 0,04976$	0,5 0,5 0,5
3.7	Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauart <i>Axial piston machine with bent axis design</i>	0,5

	Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>	Punkte <i>Points</i>
3.8	<p>Verstellblende → Mit der Verstellblende kann die maximale Geschwindigkeit in der Nähe des Anschlags eingestellt werden. <i>Adjustable orifice → The adjustable orifice is used to set the maximal velocity in the vicinity of the end of stroke.</i></p> <p>Längsschlitz → Mit den Längsschlitzen wird die Abbremscharakteristik beim Einfahren der Endlagendämpfung eingestellt. <i>Longitudinal slot → The longitudinal slots determine the deceleration characteristic of the piston when entering the end of stroke damping.</i></p> <p>Rückschlagventil → Das Rückschlagventil ermöglicht das ungehinderte Einfahren des Zylinders, indem die Verstellblende umgangen wird. <i>Check valve → The check valve allows for an unhindered retraction of the piston by circumventing the adjustable orifice.</i></p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
3.9	 <p>Jeweils 0,5 Punkte für eine der dargestellten Komponenten inklusive der Beschriftung. <i>0.5 points for each of the shown components including the correct label</i></p> <p>0,5 Punkte für die sich kreuzenden Mittellinien der Kolbentrommel und des Antriebsflansches <i>0.5 points for the intersecting centre lines of the cylinder block and the flange</i></p>	2

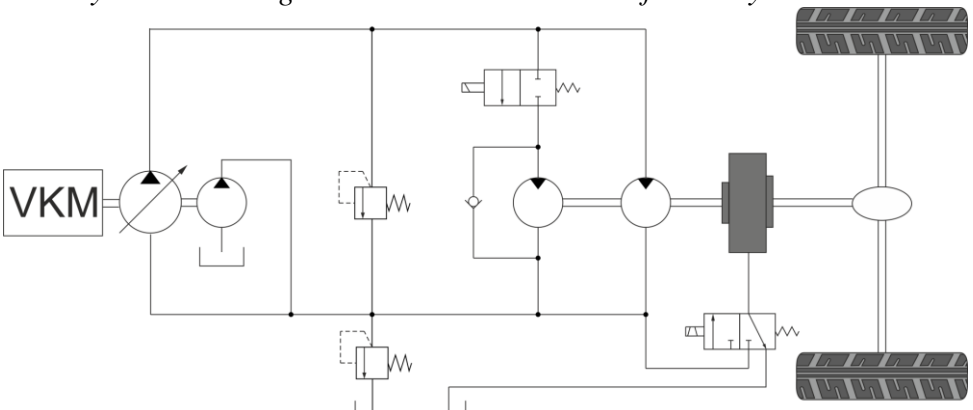
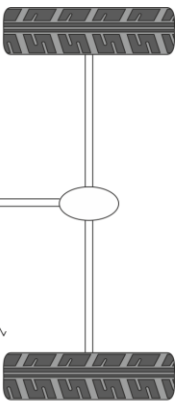
Gesamtpunktzahl: 10

Total points : 10

Teilaufgabe und Antwort Subtask and solution		Punkte Points
4.1	$Q_{\text{Zylinder,max}} = v_{\text{max,runter}} 2(A_1 - A_2)$ $Q_{\text{Zylinder}} = V_p n_{\text{motor}} \eta_{\text{vol}}$ $V_p = \frac{v_{\text{max,runter}} 2(A_1 - A_2)}{n_{\text{motor}} \eta_{\text{vol}}} = \frac{1 \frac{\text{m}}{\text{s}} (60000 \text{mm}^2 - 20000 \text{mm}^2)}{1500 \text{ U/min} \cdot 0.93}$ $V_p = 3.44 \text{ l}$	0.5 0.5
4.2	$Q_{\text{Zylinder}} = \alpha A_{\text{Ventil}} \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p_{\text{Ventil}}}$ $\Delta p_{\text{Ventil}} = \frac{\rho}{2} \left(\frac{Q_{\text{Zylinder}}}{\alpha A_{\text{Ventil}}} \right)^2 = \frac{870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{2} \left(\frac{4800 \frac{\text{l}}{\text{min}}}{0.9 \cdot 5000 \text{mm}^2} \right)^2$ $\Delta p_{\text{Ventil}} = 1.37 \text{ bar}$	0.5 0.5
4.3	<p>Maximale Kraft an der Presse, wenn die Zylinder sich nicht bewegen. Wenn Zylinder sich nicht bewegen geht der komplette Volumenstrom über das DBV. Maximale Presskraft durch DBV bestimmt.</p> <p><i>If the cylinder doesn't move total flow passes PRV. Therefore PRV defines maximum force.</i></p> $Q_{\text{DBV}} = Q_{\text{Zylinder,max}} = 4800 \text{ l/min}$ $p_{\text{max}} = \frac{F}{2A_1} = \frac{2400 \text{ kN}}{2 \cdot 60000 \text{mm}^2} = 200 \text{ bar}$	0.5 0.5

Teilaufgabe und Antwort Subtask and solution		Punkte Points													
4.4	$p_{\text{Zylinder}} + \Delta p_{\text{Ventil}} = p_{\text{Pumpe}}$ $M_{\text{Motor}} = M_{\text{Pumpe}} = \frac{p_{\text{Pumpe}} V_{\text{Pumpe}} \alpha}{2\pi \cdot \eta_{\text{hm}}} = \frac{(p_{\text{Zylinder}} + \Delta p_{\text{Ventil}}) V_{\text{Pumpe}} \alpha}{2\pi \cdot \eta_{\text{hm}}}$ $M_{\text{Motor}} = \frac{101.23 \text{ bar} \frac{10^5 \text{ N}}{\text{bar m}^2} 3.44 \text{ l} \frac{10^{-3} \text{ m}^3}{\text{l}}}{2\pi \cdot 0.92} 1 = 6034.34 \text{ Nm}$	0.5 0.5													
4.5	Differentialzylinder → Der Volumenstrom an den Anschlüssen ist nicht gleich, während die Pumpe an beiden Anschlüssen einen gleichen Volumenstrom benötigt. <i>Differential cylinder → flow at the cylinder port is different whereas the flow at both pump ports has to be equal</i>	0.5													
4.6		1													
	<table><tr><th colspan="2" rowspan="2"></th><th colspan="2">Steuerung</th></tr><tr><th>Widerstandssteuerung</th><th>Verdrängersteuerung</th></tr><tr><td rowspan="2">Speisung</td><td>Aufgeprägter Volumenstrom</td><td>I Antrieb 1 Drive 1</td><td>III Antrieb 2 Drive 2</td></tr><tr><td>Aufgeprägter Druck</td><td>II</td><td>IV</td></tr></table>			Steuerung		Widerstandssteuerung	Verdrängersteuerung	Speisung	Aufgeprägter Volumenstrom	I Antrieb 1 Drive 1	III Antrieb 2 Drive 2	Aufgeprägter Druck	II	IV	0.5 0.5
				Steuerung											
		Widerstandssteuerung	Verdrängersteuerung												
Speisung	Aufgeprägter Volumenstrom	I Antrieb 1 Drive 1	III Antrieb 2 Drive 2												
	Aufgeprägter Druck	II	IV												

je 0.5 Punkte / 0.5 Points each

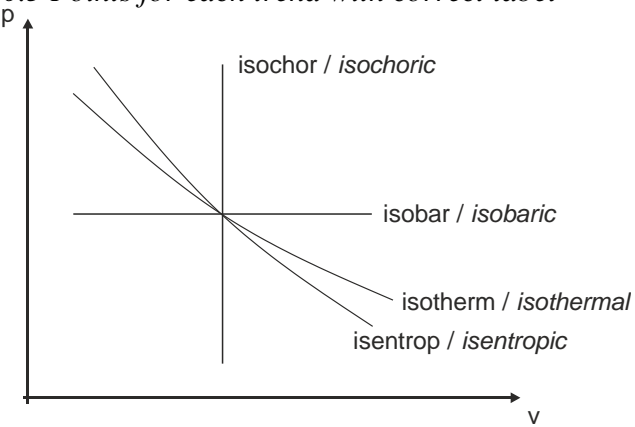
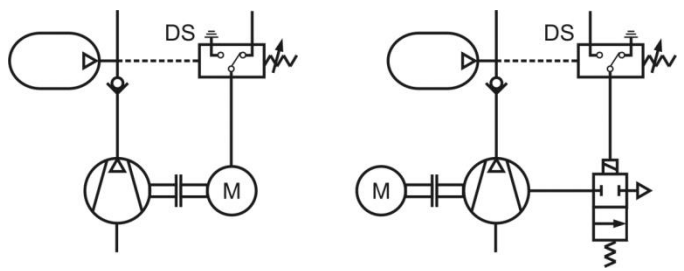
Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>	Punkte <i>Points</i>
<p>Geschlossener Kreis / <i>closed circuit</i></p>	<p>0.5</p>
<p>Speisepumpe → Niederdruck / <i>supply pump → low pressure</i></p>	<p>0.5</p>
<p>2/2 Wegeventil korrekt gezeichnet und Verbindung von Hochdruck Motor <i>2-2 way valve drawing correct and connection from high pressure to motor</i></p>	<p>0.5</p>
<p>DBV korrekt und von Hochdruck nach Niederdruck <i>PRV drawing correct and connection from high pressure to low pressure</i></p>	<p>0.5</p>
<p>DBV korrekt und von Niederdruck nach Tank <i>PRV drawing correct and connection from low pressure to tank</i></p>	<p>0.5</p>
<p>3/2 Wegeventil korrekt gezeichnet und Verbindung 3/2 Wegeventil korrekt <i>3-2 way valve drawing correct and Connections of 3-2 way valve correct</i></p>	<p>0.5</p>
 <p>The diagram illustrates a hydraulic circuit. On the left, a box labeled 'VKM' represents the supply pump. It is connected to a 2/2 way valve. The valve's output goes to a 3/2 way valve. The 3/2 way valve has three ports: one connected to the 2/2 way valve, one to a motor, and one to a tank. The motor is connected to a cylinder. The cylinder is connected to a tank. There are two pressure-reducing valves (PRV) in the circuit, one on the line from the 2/2 way valve to the 3/2 way valve, and another on the line from the 3/2 way valve to the tank. The tank is represented by a large oval at the bottom right.</p>	
<p>Summe:</p>	<p>10</p>

5. Aufgabe - Musterlösung

Gesamtpunktzahl: 15

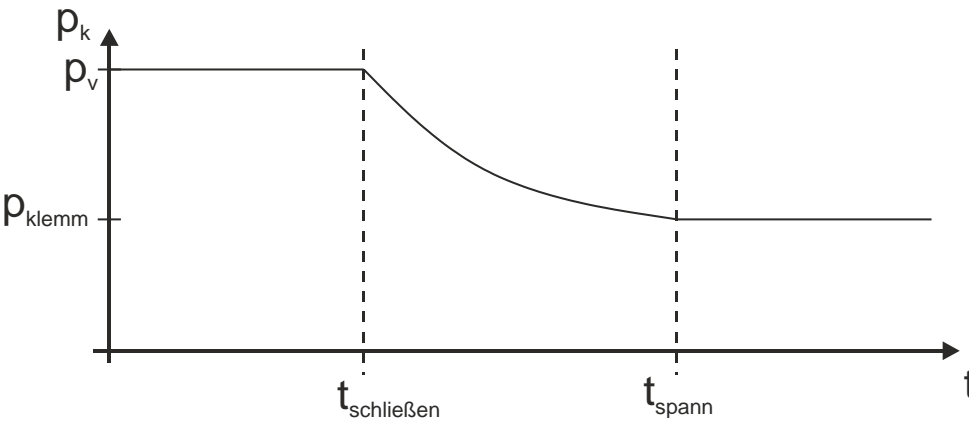
Excercise – Solution

Total points : 15

Teilaufgabe und Antwort Subtask and solution				Punkte Points
5.1	Positive Eigenschaft (0.5) <i>Positive feature</i>	Negative Eigenschaft (0.5) <i>Negative feature</i>		1
	Energiespeicherung <i>accumulation of energy</i> Elastisches Antriebsverhalten <i>elastic drive behavior</i>	Geringe Steifigkeit <i>low stiffness</i>		
5.2	0.5 Punkte für jeden Verlauf mit korrekter Bezeichnung <i>0.5 Points for each trend with correct label</i> 			2
5.3	 Name: Ausschaltregelung (0.5) <i>On-off control</i> Name: Aussetzregelung (0.5) <i>Intermittent control</i> Ausschaltregelung ist energetisch günstiger (0.5) <i>On-off control has the better energy efficiency</i>			1,5

	Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>	Punkte <i>Points</i>
5.4	<ul style="list-style-type: none"> • Isentrope Strömung / <i>Isentropic flow</i> (0.5) • Gut gerunde Düse am Behälterauslass / <i>well rounded nozzle at vessel outlet</i> (0.5) • Keine Zufuhr technischer Arbeit / <i>no input of technical work</i> (0.5) • Kein Einfluss potentieller Energie / <i>no influence of potential energy</i> (0.5) 	2
5.5	<p>Konstanter Wärmestrom (0.5 für Formel) <i>Constant heat flow</i></p> $\dot{Q} = \frac{Q}{t} = \frac{m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1)}{t}$ <p>Eingeschlossene Luftmasse (0.5 für Formel) <i>Trapped air</i></p> $m = \frac{p_1 \cdot V}{R_{L,0} T_1} = \frac{p_1 \cdot l^3}{R_{L,0} T_1}$ <p>Spez. Wärmekapazität (bei konstantem Volumen) (0.5 für Formel) <i>Spec. heat capacity (at constant volume)</i></p> $c_v = c_p - R_{L,0} (= 721 \text{ J/kgK})$ <p>Temperatur bei isochorer Zustandsänderung (0.5 für Formel) <i>Temperatur at isochoric change of state</i></p> $T_2 = \frac{p_2}{p_1} \cdot T_1$ <p>Daraus ergibt sich (0.5 für korrektes Ergebnis) <i>Follows</i></p> $\dot{Q} = \frac{m \cdot c_v \cdot (T_2 - T_1)}{t} = \frac{p_1 \cdot l^3 (c_p - R_{L,0}) \cdot \left(\frac{p_2}{p_1} - 1\right)}{R_{L,0} \cdot t} = 234,7 \text{ W}$	2,5

	Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>	Punkte <i>Points</i>
5.6	<p>Kräftegleichgewicht am Zylinder (0.5 für Formel und 0.5 für Ergebnis) <i>Equilibrium of forces at the actuator</i></p> $F = (p - p_U)A$ $\Rightarrow p = \frac{F}{A} + p_U = \frac{150 \cdot 4}{\pi \cdot 0,02^2} \cdot 10^{-5} + 1 \text{ bar} = 5,775 \text{ bar}$	1
5.7	<p>Massenstrom Zylinder (0.5) = Massenstrom Drossel (0.5) (Massenerhaltung) <i>Mass flow actuator = mass flow nozzle</i> Analytischer Zusammenhang für C_1 korrekt (0.5) <i>Analytic description of C_1 correct</i> Endergebnis korrekt (0.5) <i>Result correct</i></p> $\dot{m}_{\text{Zylinder}} = Q_{\text{Zyl}} \cdot \rho = v \cdot A_R \cdot \rho = v \cdot \frac{\pi \cdot d_k^2}{4 \cdot 1,2} \cdot \frac{p_1}{R_{L,0} \cdot T_1} =$ $\dot{m}_{\text{Drossel}} = C_1 \cdot p_1 \cdot \rho_0 \cdot \sqrt{\frac{T_0}{T_1}} \xrightarrow{\text{isotherm}} C_1 \cdot p_1 \cdot \rho_0$ $\Rightarrow C_1 = v \cdot \frac{\pi \cdot d_k^2}{4 \cdot 1,2} \cdot \frac{1}{p_0} = 0,05 \cdot \frac{\pi \cdot 0,02^2}{4 \cdot 1,2} = 1,309 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Nm}^3}{\text{s} \cdot \text{bar}}$ $= 0,785 \frac{\text{Nl}}{\text{min} \cdot \text{bar}}$	2

	Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>	Punkte <i>Points</i>
5.8	<p>Konstanter Druck vor Schließen des Ventils (0.5) <i>Constant pressure before closing the valve</i></p> <p>Exponentieller abfallender Druck nach Schließen des Ventils (0.5) <i>Exponential decreasing pressure after closing the valve</i></p> <p>Konstanter Druck nach Erreichen der Flasche (0.5 Verlauf <u>und</u> Wert) <i>Constant pressure after reaching the bottle</i></p> 	1,5
5.9	<p>Isotherme Zustandsänderung <i>Isothermal change of state</i></p> $p_1 \cdot V_1 = p_{spann} \cdot V_{spann}$ $p_v \cdot A \cdot (x_{spann} - x_{schließen}) = p_{spann} \cdot A \cdot x_{spann}$ $x_{schließen} = x_{spann} \cdot \left(1 - \frac{p_{spann}}{p_v}\right)$ $= 4,6 \text{ cm } (= 8 \text{ cm bei } p_{spann} = 4,5 \text{ bar})$ $\Rightarrow t_{schließen} = \frac{x_{spann} - x_{schließen}}{v}$ $= 3,08 \text{ s } (= 2,4 \text{ s bei } p_{spann} = 4,5 \text{ bar})$	1,5
	Summe/Sum:	15

6. Aufgabe - Musterlösung

Exercise – Solution

Gesamtpunktzahl: 10

Total points : 10

<div> <div>Teilaufgabe und Antwort</div> <div>Subtask and solution</div> </div>	<div> <div>Punkte</div> <div>Points</div> </div>
<p>The diagram illustrates a beer dispensing system with the following components and connections:</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂-Versorgung (6.7): A CO₂ supply unit with a solenoid valve. Bier-speicher: A beer reservoir connected to the main line. Absper-ventil: A shut-off valve located between the beer reservoir and the beer bottle. Beer Bottle: A green beer bottle connected to the main line. Pump (Z1): A pump connected to the main line, with a pressure sensor (V1) and a pressure switch (V7) monitoring its operation. Pressure Sensor (V3): A pressure sensor connected to the main line, with a pressure switch (V7) monitoring its operation. Pressure Sensor (V4): A pressure sensor connected to the main line, with a pressure switch (V5) monitoring its operation. Pressure Sensor (V2): A pressure sensor connected to the main line, with a pressure switch (V6) monitoring its operation. Pressure Sensor (V6): A pressure sensor connected to the main line, with a pressure switch (V6) monitoring its operation. Pressure Sensor (V5): A pressure sensor connected to the main line, with a pressure switch (V5) monitoring its operation. Pressure Sensor (V1): A pressure sensor connected to the main line, with a pressure switch (V1) monitoring its operation. Pressure Sensor (V7): A pressure sensor connected to the main line, with a pressure switch (V7) monitoring its operation. <p>The system is divided into three main sections: 6.1 (pump and pressure sensor), 6.2 (pressure switch and pressure sensor), and 6.6 (main distribution and pressure sensor).</p>	

Teilaufgabe und Antwort <i>Subtask and solution</i>		Punkte <i>Points</i>
6.1	Zuluftdrossel <i>inlet air control</i>	0,5
	korrekt eingezeichnet <i>correct drawing</i>	0,5
	Signalleitungen <i>signal lines</i>	0,5
6.2	Verbindung mit V2 korrekt <i>Connection to V2 correct</i>	0,5
	Verbindung mit V3 korrekt <i>Connection to V3 correct</i>	0,5
6.3	Lastunabhängige Geschwindigkeit/ <i>velocity independent of load</i>	1
6.4	Zus. Drossel <i>Additional throttle</i>	0,5
	Absatz auf Kolben <i>Landing on piston</i>	0,5
	Absätze am Gehäuse <i>Landings on housing</i>	0,5
6.5	Zeitglied korrekt eingezeichnet / <i>Pneumatic delay element correct</i>	1
	Verbindung mit anderem Steuerluftanschluss <i>Connection to second control port</i>	0,5
6.6	Verbindung V6 zu V7 korrekt/ <i>Connection V6 to V7 correct</i>	1
	Verbindung St zu V2 korrekt <i>Connection St to V2 correct</i>	1
6.7	Druckregelventil <i>Pressure control valve</i>	0,5
	korrekt eingezeichnet <i>correct symbol</i>	1
Summe/Sum:		10

