

Aufgabe - Hydraulische Netze

Im Heizungslabor wurde auf dem Hydraulikversuchsstand neben anderen folgende hydraulische Variante 4 untersucht. (Siehe nachfolgendes Blatt). Für die nachfolgende Analyse werden zur Vereinfachung die Widerstände des Verteilers und des Sammlers sowie aller Rohrleitungen vernachlässigt. Im Auslegungsfall ($V_{\text{ges.}} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$, Dreiwegeventile mit linearer Kennlinie und gleichen k_{VS} -Werten in beiden Toren A und B, Tor A: 100% geöffnet) ergeben sich folgende Druckabfälle:

$$\begin{array}{ll} \Delta p_{\text{Kessel1}} = \Delta p_{\text{Kessel2}} = 0,1 \text{ bar} & (5 \text{ m}^3/\text{h je Kessel}) \\ \Delta p_{\text{VB1}} = 0,3 \text{ bar} & (4 \text{ m}^3/\text{h}) \\ \Delta p_{\text{VB2}} = 0,275 \text{ bar} & \Delta p_{\text{RV2}} = 0,025 \text{ bar} \quad (4 \text{ m}^3/\text{h}) \\ \Delta p_{\text{VB3}} = 0,075 \text{ bar} & \Delta p_{\text{RV3}} = 0,025 \text{ bar} \quad (2 \text{ m}^3/\text{h}) \end{array}$$

a)

Bestimmen Sie für den Auslegungsfall die notwendigen Förderdrücke der drei Verbraucher­pumpen, **die auf konstanten Differenzdruck an der Pumpe geregelt werden** und ermitteln Sie die k_{VS} -Werte und die Ventilautoritäten der beiden Regelventile.

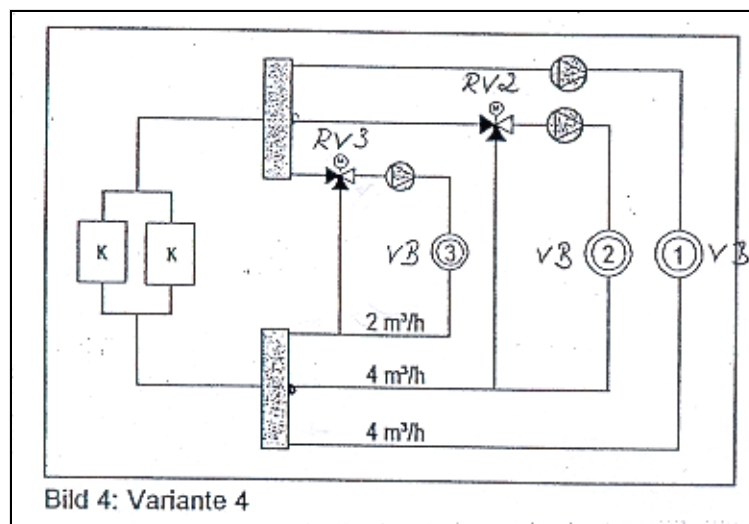
b)

Bei sonst unverändertem Betrieb der Verbraucher­kreise 1, 2 und 3, wird ein Kessel abgeschaltet. Stellen Sie die Gesamtsystem-Verschaltungstabelle auf und kennzeichnen Sie deutlich im beigefügten $\Delta p - V$ - Diagramm, welche Volumen­ströme sich jetzt in den Verbraucher­kreisen einstellen?

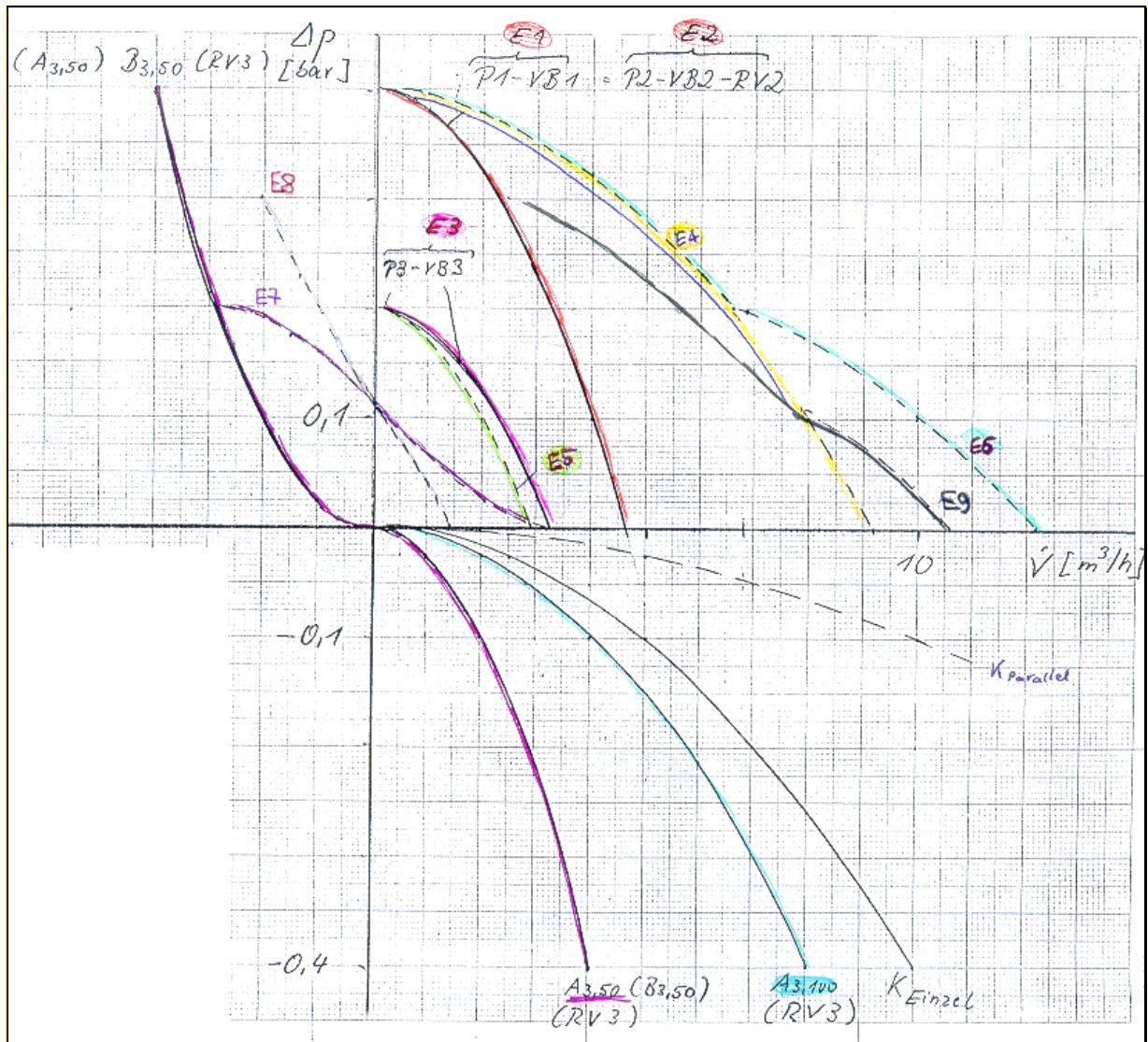
c)

Bei der Schaltung nach b) wird das Regelventil 3 zusätzlich auf mittleren Hub $A_{50} = B_{50}$ eingestellt. Stellen Sie die Gesamtsystem-Verschaltungstabelle auf. Erläutern und **begründen** Sie kurz die möglicherweise auftretenden Strömungsverhältnisse an den Anschluß­punkten des Verbraucher­kreises 3 am Verteiler/Sammler. Wie groß ist V_{Kessel} ?

Schaltbild:



$\Delta p, \dot{V}$ -Diagramm:



a)

Jede Verbraucherpumpe muss im Auslegungsfall $\Delta p_{\text{Kessel,A}} = 0,1 \text{ bar}$ überwinden. Die Summe der Druckverluste über einen geschlossenen Strang ist 0.

Druckerhöhungen der Pumpen für den Auslegungsfall:

$$\Delta p_{p,VB1} = 0,4 \text{ bar}$$

$$\Delta p_{p,VB2} = 0,4 \text{ bar}$$

$$\Delta p_{p,VB3} = 0,2 \text{ bar}$$

k_v -Werte der Regelventile und Ventilautoritäten:

$$k_{vA,VB2} = \dot{V}_{100,VB2} \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{\Delta p_{v100,VB2}}} = 4 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{0,025 \text{ bar}}} = 25,3 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$k_{vA,VB3} = \dot{V}_{100,VB3} \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{\Delta p_{v100,VB3}}} = 2 \text{ m}^3 / \text{h} \cdot \sqrt{\frac{1 \text{ bar}}{0,025 \text{ bar}}} = 12,6 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$a_{v,2} = \frac{\Delta p_{v100,RV2}}{\Delta p_{v100,RV2} + \Delta p_{\text{Rest100,vol var}}} = \frac{0,025 \text{ bar}}{0,025 + 0,1 \text{ bar}} = 0,2$$

$$a_{v,3} = \frac{\Delta p_{v100,RV3}}{\Delta p_{v100,RV3} + \Delta p_{\text{Rest100,vol var}}} = \frac{0,025 \text{ bar}}{0,025 + 0,1 \text{ bar}} = 0,2$$

- nach den schon behandelten Auslegungshinweisen für DWV (Kapitel 5.3.) ergibt sich der Parameter für Anlagen/Erzeugerwiderstand wie folgt:

$$b = \frac{\Delta p_{\text{vol-konst100}}}{\Delta p_{\text{vol-var100}}} = \frac{c_{\text{vol-konst100}}}{c_{\text{vol-var100}}} = \frac{0,275 \text{ bar}}{0,1 \text{ bar}} = 2,75$$

Wenn es sich hier um ein Netz mit nur einem Verbraucher handeln würde, dann läge dieser Wert etwas unter der genannten Spanne von $b=3...5$, innerhalb der auf eine Auslegung nach der Ventilautorität verzichtet werden könnte.

b)

Zeichenschritt	1. Element	2. Element	Verschaltung	Ersatzelement
1	E1	E2	P	E4
2	E3	A _{3,100}	R	E5
3	E4	E5	P	E6
4	E6	K _{Einzel}	R	(E)

$$\dot{V}_{K,\text{einzel}} = 6,8\text{m}^3/\text{h} \quad \text{abgelesen}$$

$$\dot{V}_{VB1} = \dot{V}_{E1} = 3,3\text{m}^3/\text{h} \quad \text{abgelesen}$$

$$\dot{V}_{VB2} = \dot{V}_{E2} = 3,3\text{m}^3/\text{h} \quad \text{abgelesen}$$

$$\dot{V}_{VB3} = \dot{V}_{E5} = 0,2\text{m}^3/\text{h} \quad \text{berechnet und abgelesen}$$

c)

Zeichenschritt	1. Element	2. Element	Verschaltung	Ersatzelement
1	E1	E2	P	E4
2	E3	B _{3,50}	P	E7
3	E7	A _{3,50}	R	E8

- wenn $\Delta p_2' > \Delta p_1'$ ist, dann ist dies wie eine konstant geregelte Pumpe im ersten Quadranten zu betrachten (Pumpe pumpt wie angenommene Strömungsrichtung)

Quelle: Skript zur Vorlesung "Neue Heiz- und Energietechnologien"
 an der Fachhochschule Braunschweig Wolfenbüttel;
 erarbeitet von Prof. Dr.-Ing. D. Wolff und erstellt
 von Dipl.-Ing. (FH) K. Jagnow; Wolfenbüttel; 2000