

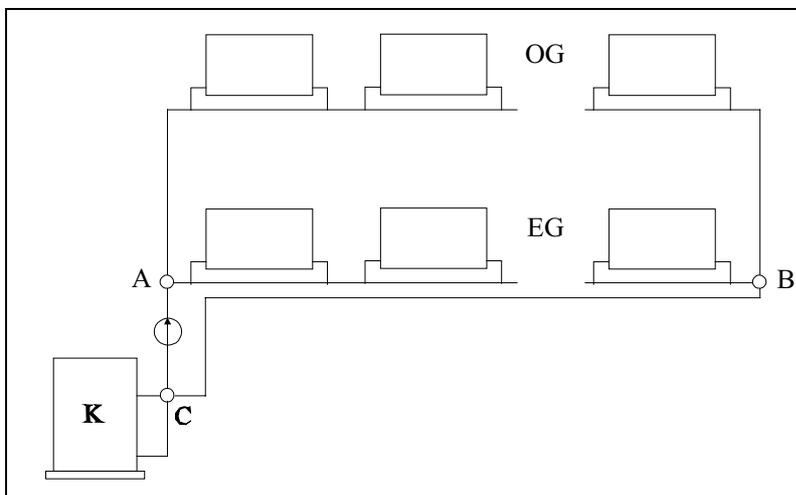
Beispiel - Rohrnetz und Pumpe

In die unten abgebildete Einrohrheizung wird im Vorlauf zwischen Kessel und A eine Pumpe mit folgender Pumpenkennlinie eingebaut:

$$\Delta p = 34000 - 1500 \cdot \dot{V} - 300 \cdot \dot{V}^2$$

mit: \dot{V} in m³/h
 Δp in Pa

1. Der Betriebspunkt der Anlage ($\dot{V}, \Delta p$) ist zu bestimmen.
2. Welche Volumenströme fließen in den Rohrstrang A - EG - B und A - OG - B ?
3. Welcher Volumenstrom fließt in dem Rohrstrang A - EG - B (Erdgeschoss) wenn der Rohrstrang A - OG - B (Obergeschoss) abgesperrt wird ?
4. Um wieviel % wird der Volumenstrom in der Anlage erhöht, wenn
 - a. zwei Pumpen mit obiger Kennlinie parallel,
 - b. zwei Pumpen mit obiger Kennlinie in Reihegeschaltet werden ?
5. Welche Volumenströme fließen in den Geschossen, wenn bei Einsatz einer Pumpe deren Drehzahl auf 2/3 der ursprünglichen Drehzahl fällt ?



zu Aufgabe 1.

$$\Delta p_1 = 4000 \cdot \dot{V}^2 \frac{\text{Pa} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

$$\Delta p_2 = 21000 \cdot \dot{V}^2 \frac{\text{Pa} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

$$\Delta p_3 = 200 \cdot \dot{V}^2 \frac{\text{Pa} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

$$\Delta p_4 = 563 \cdot \dot{V}^2 \frac{\text{Pa} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

$$\Delta p_5 = 1938,6 \cdot \dot{V}^2 \frac{\text{Pa} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

$$\Delta p_6 = 2701,6 \cdot \dot{V}^2 \frac{\text{Pa} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

Die Parabel für die Pumpenkennlinie lautet:

$$\Delta p_P = 34000 - 1500 \cdot \dot{V} - 300 \cdot \dot{V}^2$$

mit Δp_P in Pa; \dot{V} in m^3/h

Betriebspunkt:

$$\Delta p_P = \Delta p_6$$

$$2701,6 \cdot \dot{V}^2 = 34000 - 1500 \cdot \dot{V} - 300 \cdot \dot{V}^2$$

$$3001,6 \cdot \dot{V}^2 + 1500 \cdot \dot{V} - 34000 = 0$$

$$\dot{V}^2 + 0,500 \cdot \dot{V} - 11,327 = 0$$

$$\dot{V} = -0,25 + (-)\sqrt{0,25^2 + 11,327}$$

$$\dot{V}_6 = 3,125 \text{ m}^3 / \text{h} = \dot{V}_P = \dot{V}_4 = \dot{V}_3$$

$$\Delta p_P = 2701,6 \cdot 3,125^2 \text{ Pa} = 26383 \text{ Pa}$$

zu Aufgabe 2

$$\dot{V}_6 = 3,125 \text{ m}^3 / \text{h} = \dot{V}_4 = \dot{V}_3;$$

$$\Delta p_p = 2701,6 \cdot 3,125^2 \text{ Pa} = 26383 \text{ Pa}$$

$$-\Delta p_3 = 200 \cdot 3,125^2 \text{ Pa} = 1953 \text{ Pa}$$

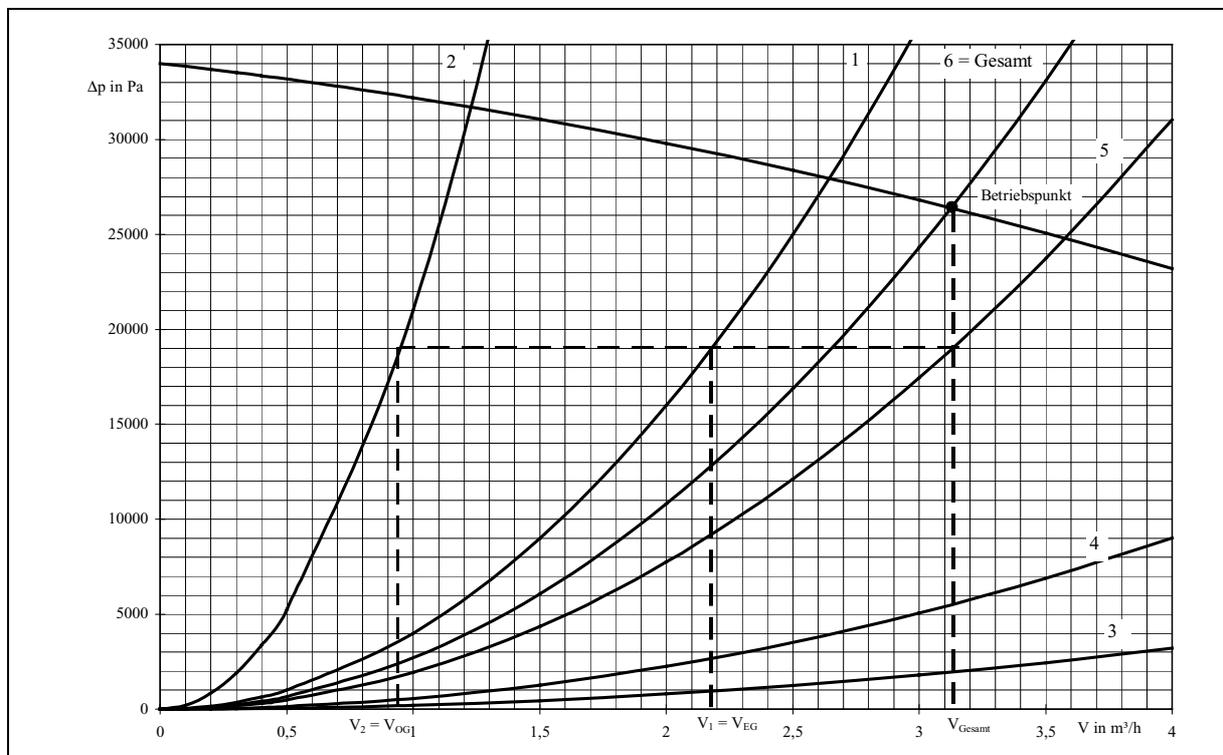
$$-\Delta p_4 = 563 \cdot 3,125^2 \text{ Pa} = 5498 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 = 18932 \text{ Pa}$$

$$\dot{V}_1 = \sqrt{\frac{18932 \text{ m}^3}{4000 \text{ h}}} = 2,176 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\dot{V}_2 = \sqrt{\frac{18932 \text{ m}^3}{21000 \text{ h}}} = 0,949 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Zeichnerische Lösung zu Teilaufgabe 1 und 2



zu Aufgabe 3

3 + 4 + 1 in Reihe = 7

$$\Delta p_7 = \Delta p_3 + \Delta p_4 + \Delta p_1 = 4763 \cdot \dot{V}^2 \frac{\text{Pa} \cdot \text{h}^2}{\text{m}^6}$$

Neuer Betriebspunkt:

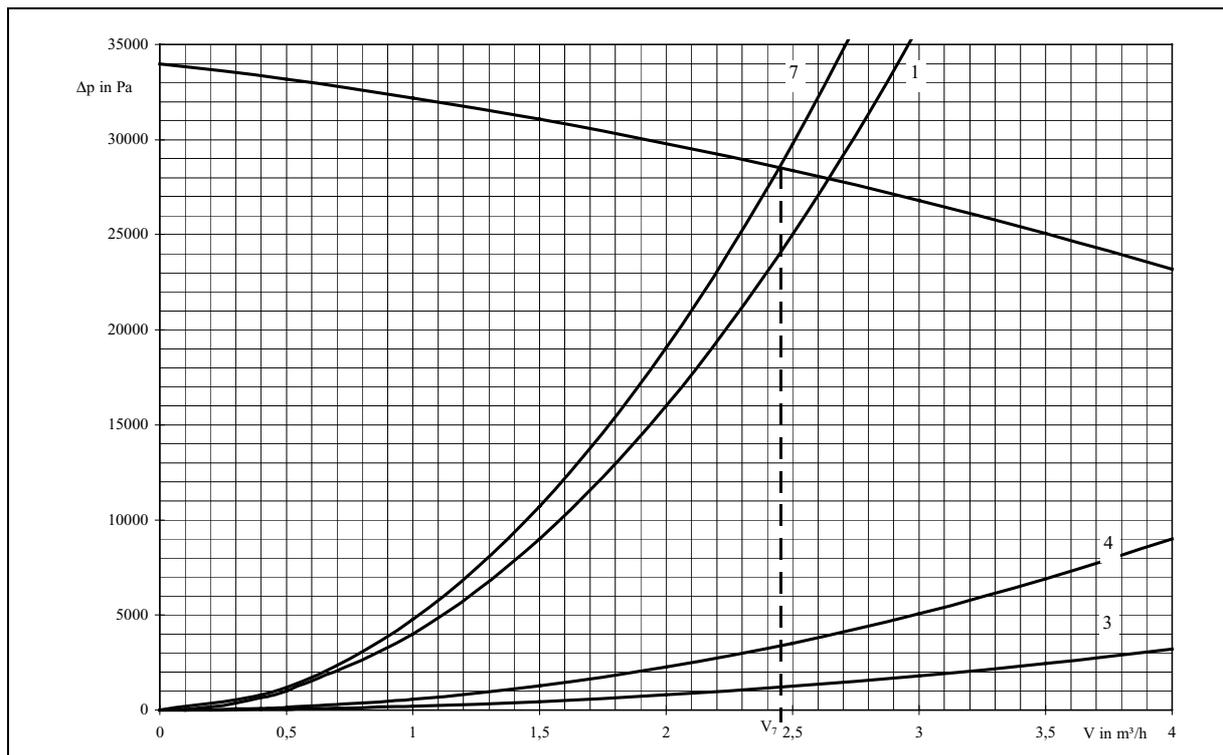
$$\Delta p_7 = \Delta p_p$$

$$4763 \cdot \dot{V}^2 = 34000 - 1500 \cdot \dot{V} - 300 \cdot \dot{V}^2$$
$$\dot{V}^2 + 0,2963 \cdot \dot{V} - 6,7154 = 0$$

$$\dot{V} = -0,14815 + (-)\sqrt{0,14815^2 + 6,7154}$$

$$\dot{V} = 2,447 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = \dot{V}_1 = \dot{V}_3 = \dot{V}_4$$

zeichnerische Lösung zu 3:



zu Aufgabe 4a

Parallelschaltung $\Delta p_p = A - B \cdot \dot{V} - C \cdot \dot{V}^2$

Wird \dot{V} verdoppelt, bleibt Δp_p gleich, d.h. die Faktoren werden entsprechend ihrer

Potenz reduziert: $\Delta p_p = A - \frac{B}{2} \cdot \dot{V} - \frac{C}{4} \cdot \dot{V}^2$

$$\Delta p_p = 34000 - 750 \cdot \dot{V} - 75 \cdot \dot{V}^2$$

$$\Delta p_6 = \Delta p_p$$

$$2701,6 \cdot \dot{V}^2 = 34000 - 750 \cdot \dot{V} - 75 \cdot \dot{V}^2$$

$$\dot{V}^2 + 0,2701 \cdot \dot{V} - 12,245 = 0$$

$$\dot{V} = -0,13505 + (-)\sqrt{0,13505^2 + 12,245}$$

$$\dot{V} = 3,367 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Die Volumenstromerhöhung beträgt $\frac{3,367 - 3,125}{3,125} = 7,7\%$

zu Aufgabe 4b

Reihenschaltung $\Delta p_R = A - B \cdot \dot{V} - C \cdot \dot{V}^2$

$$\Delta p_R = 2 \cdot A - 2 \cdot B \cdot \dot{V} - 2 \cdot C \cdot \dot{V}^2$$

$$\Delta p_p = 68000 - 3000 \cdot \dot{V} - 600 \cdot \dot{V}^2$$

$$\Delta p_6 = \Delta p_p$$

$$2701,6 \cdot \dot{V}^2 = 68000 - 3000 \cdot \dot{V} - 600 \cdot \dot{V}^2$$

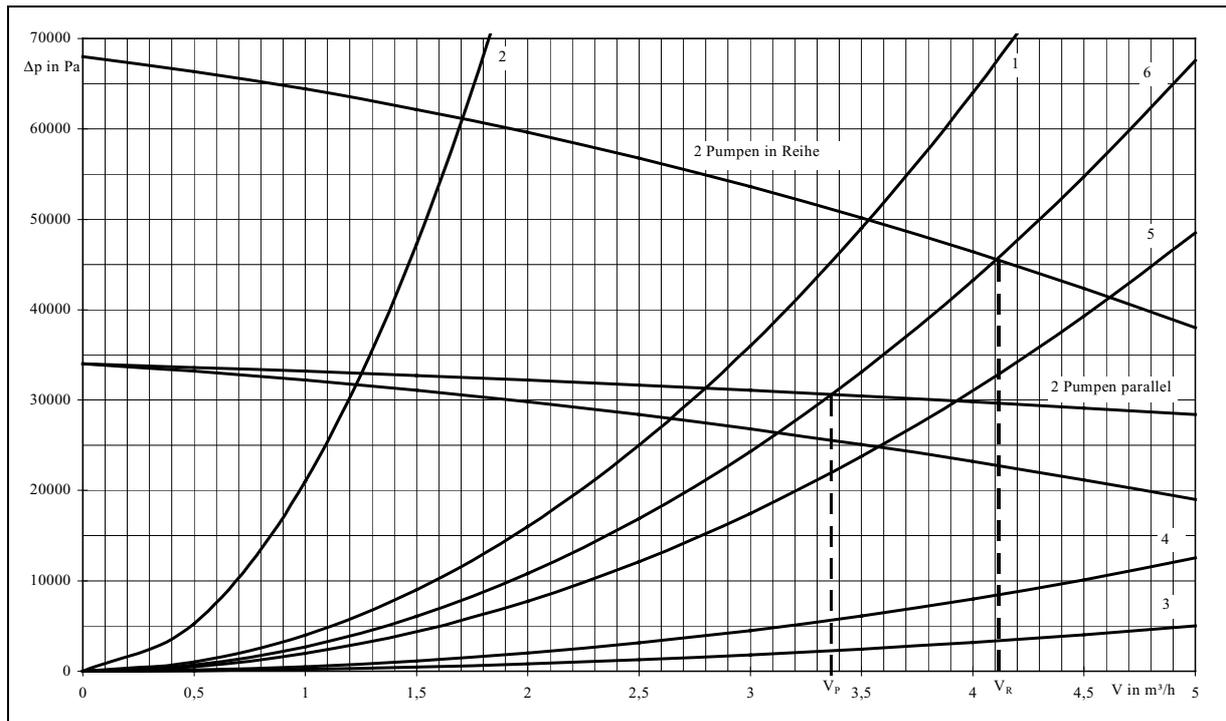
$$\dot{V}^2 + 0,909 \cdot \dot{V} - 20,596 = 0$$

$$\dot{V} = -0,4545 + (-)\sqrt{0,4545^2 + 20,596}$$

$$\dot{V} = 4,106 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Die Volumenstromerhöhung beträgt $\frac{4,106 - 3,125}{3,125} = 31,4\%$

zeichnerische Lösung zu 4 auf der folgenden Seite.



Quelle: Datenpool IfHK, FH Wolfenbüttel