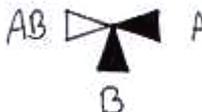
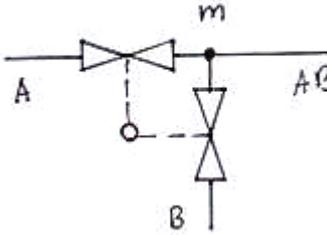
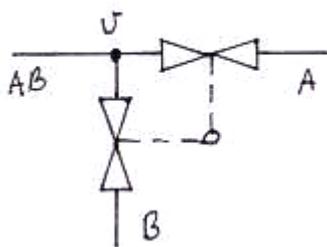


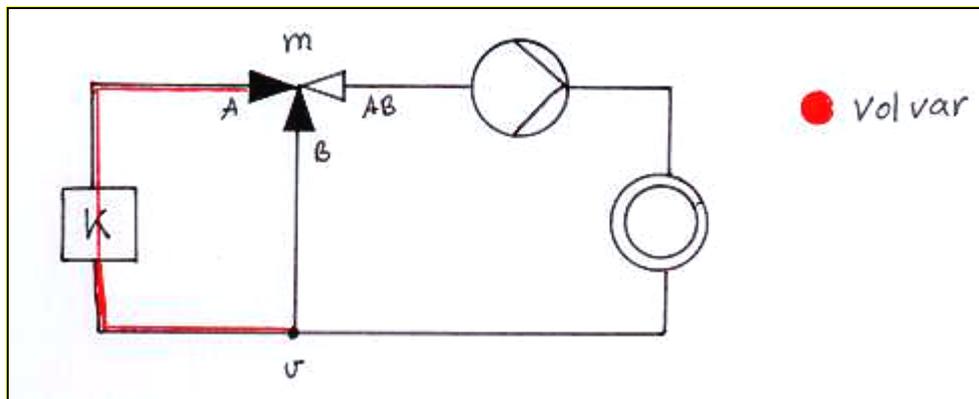
Dreiwegeventile und Netz

1. Unterscheidung der Dreiwegeventile

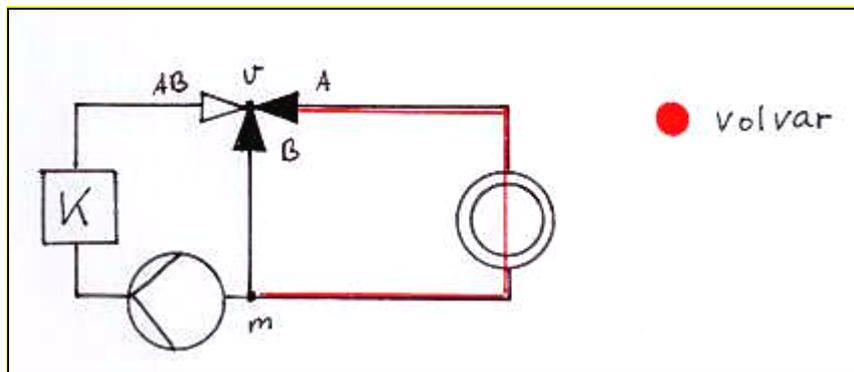
Unterscheidung	Mischventil	Verteilventil
Symbole	 	 
Ersatzschaltung		

2. Grundschaltungen mit Dreiwegeventilen

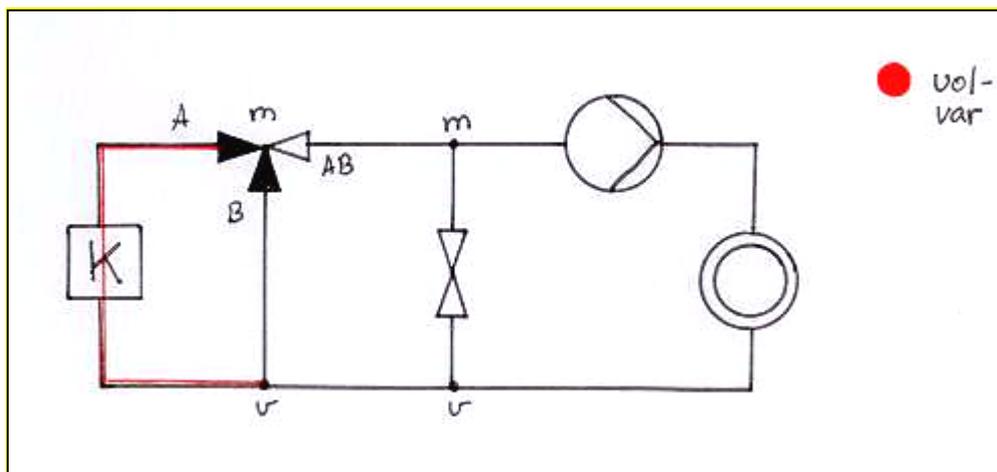
2.1 Beimischschaltung



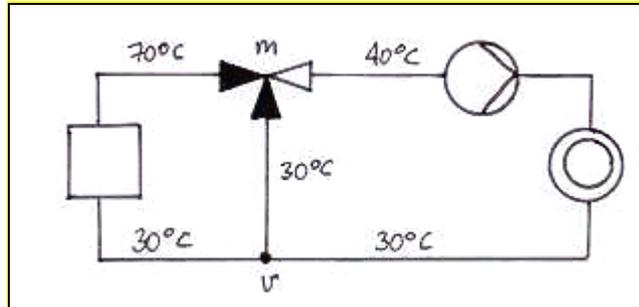
2.2 Verteilschaltung



2.3 Doppelbeimischschaltung



- Beispiel: Warum Doppelbeimischschaltung statt Beimischschaltung bei Fußbodenheizung?
- Beimischschaltung:



Berechnung des Volumenstroms durch den Rückfluss (Mischrechnung):

für x als Anteil des Wassers über den Kessel:

$$70 \cdot x + 30 \cdot (1 + x) = 40 \cdot 1$$

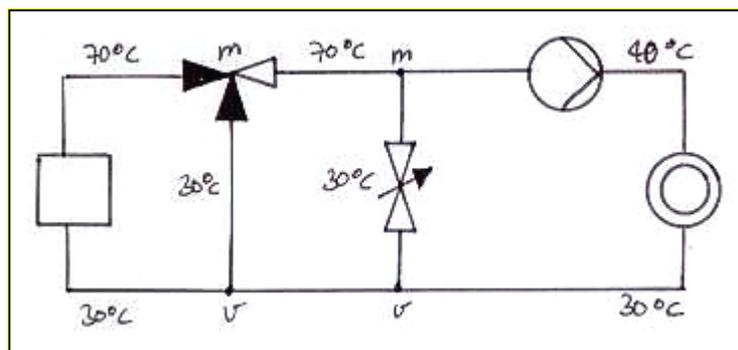
$$70 \cdot x + 30 - 30 \cdot x = 40$$

$$40 \cdot x = 10$$

$$x = 0,25$$

25 % des Wassers fließen aus dem Kessel, 75 % über den Kurzschluss; Das Wasser wird also im Verhältnis von 1:3 gemischt; das DWV wäre schon ca. $\frac{3}{4}$ geschlossen für den Auslegungsfall, regelungstechnisch schlecht!

- Doppelbeimischschaltung:



- Berechnung des k_{vA} für das Dreiwegeventil:

gegeben ist eine Ventilautorität von $a_v=0,5$

$$\Delta p_{\text{volvar}}=0,1\text{bar}$$

$$\dot{V}_{A100} = 1\text{m}^3/\text{h}$$

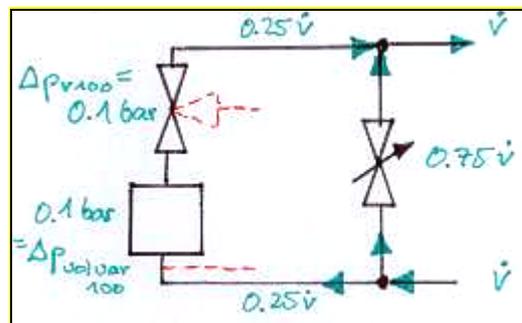
Tor B im Auslegungsfall geschlossen

$$\Delta p_{v100}=\Delta p_{\text{volvar}}=0,1\text{bar wegen } a_v=0,5$$

$$k_{vA} = 1\text{m}^3/\text{h} \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{0,1\text{bar}}} = 3,16\text{m}^3/\text{h}$$

- Auswahl der Drossel:

gegeben ist die folgende Parallelschaltung für den Auslegungsfall (über Tor B fließt nichts):



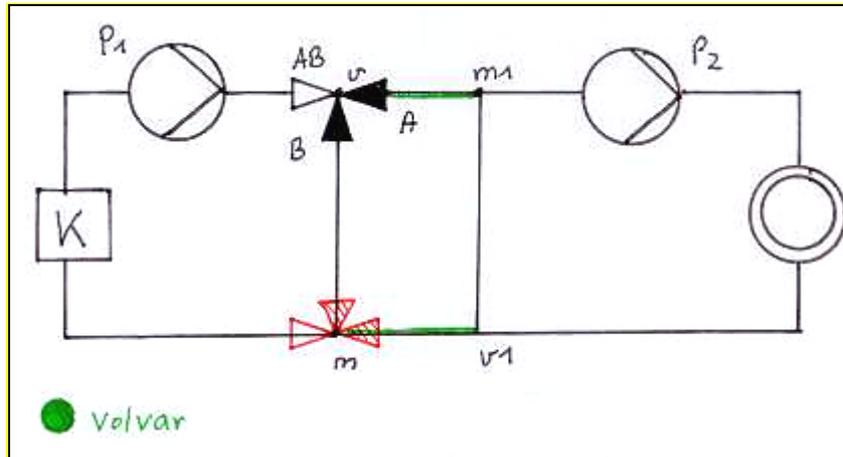
der Druckabfall in der Parallelschaltung ist gleich, nämlich 0,2 bar
 der Volumenstrom soll sich zwischen Primärkreis und Drossel im Verhältnis 3:1 aufteilen (Rohrleitungsdruckverluste seien sehr gering)

$$\text{es gilt: } \frac{k_{vA,Drossel}}{k_{vPrimär}} = \frac{0,75\dot{V}}{0,25\dot{V}}$$

$$\text{für die Drossel gilt: } k_{vA} = \frac{0,75}{0,25} \cdot 1\text{m}^3/\text{h} \cdot \sqrt{\frac{1\text{bar}}{0,2\text{bar}}} = 6,7\text{m}^3/\text{h}$$

- Diese Drossel sollte aus Herstellerunterlagen ausgesucht werden. Dann kann das Dreiwegeventil im Auslegungsfall voll geöffnet sein.

2.4. Einspritzschaltung



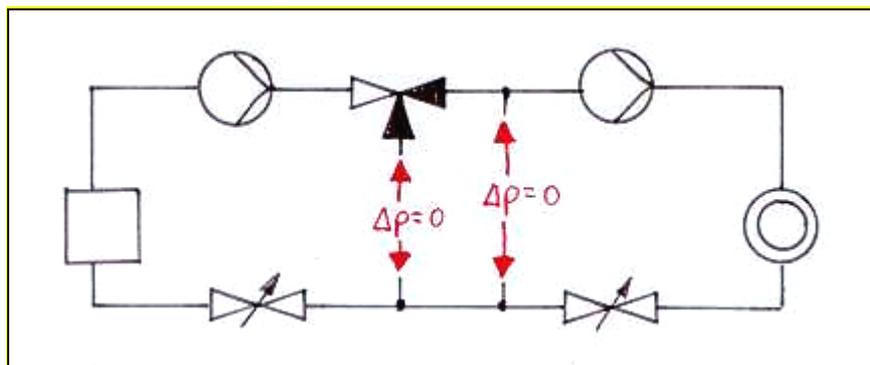
- Das Dreiwegeventil kann entweder ein Verteilventil im Vorlauf sein oder ein Mischventil im Rücklauf

Der Widerstand des Dreiwegeventils ist von der Primärpumpe (P1) zu überwinden

Mischpunkt m_1 ist der Einspritzpunkt

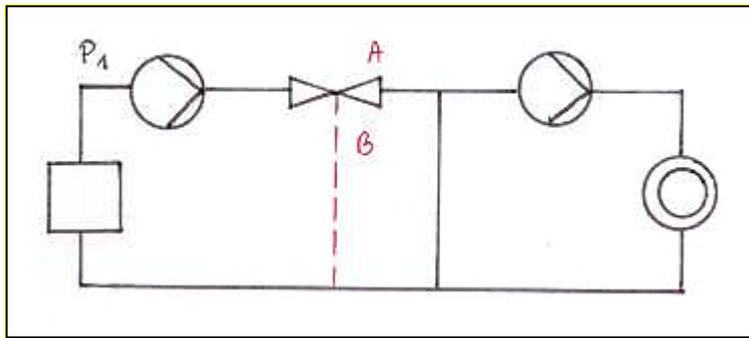
Im Auslegungsfall soll gelten: $t_{v,prim} = t_{v,sek}$, also muss der Abgleich so geschehen, dass zwischen m_1 und v_1 kein Druckunterschied besteht ($\Delta p_{m_1, v_1} \approx 0$)

- Druckabgleich des Systems:
 - a) durch 2 Drosseln



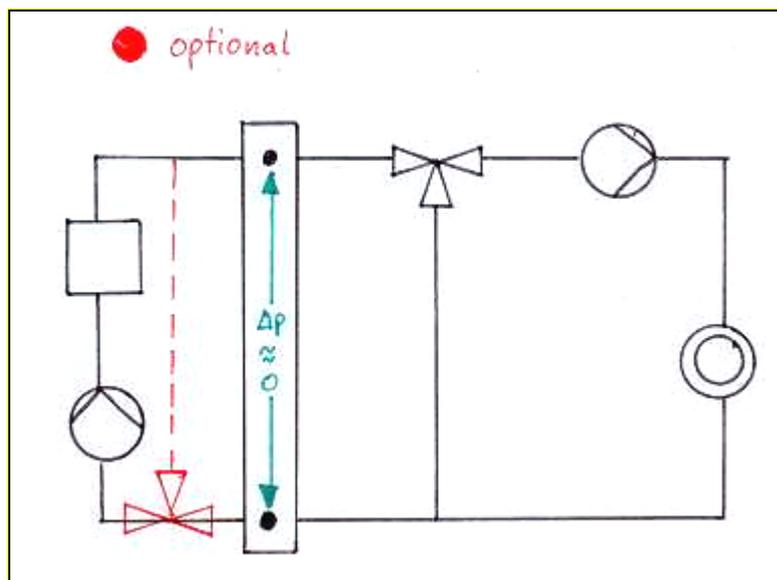
- b) durch Drehzahlregelung der Pumpe (energetisch am besten)
- c) durch Bypässe über die Pumpen (energetisch am schlechtesten)

- Einsparung von Pumpenenergie:



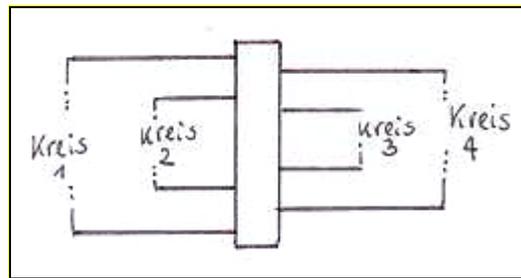
aus dem Dreiwegeventil ein Durchgangsventil machen mit einer ganz geringen Zirkulation durch Tor B (Blindflansch mit Loch); aus der Primärpumpe wird dann eine variable Pumpe

2.5. Hydraulische Entkopplung

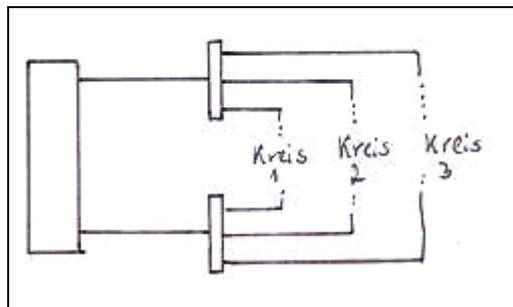


- bei direktem Anschluss von Wärmeerzeugern bzw. Verbrauchern (mehrere Kessel u./o. Verbraucher) an die hydraulische Entkopplung besteht auch Unabhängigkeit der Kessel bzw. Verbraucher untereinander!

- Vergleich direkter und indirekter Anschluss an eine hydraulische Entkopplung:



direkter Anschluss ist günstig für Hydraulik, aber eine teure Anschaffung

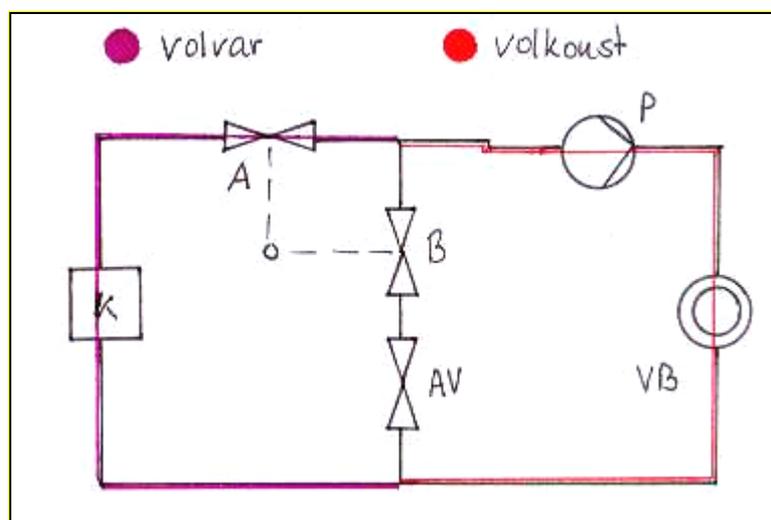


indirekter Anschluss geschieht über Sammler und Verteiler; die Kreise sind untereinander nicht entkoppelt

Abhilfe: Leitungen zwischen hydraulischer Weiche und Verteiler/Sammler sehr groß machen (geringer Widerstand)

3. Einflussgrößen auf das Betriebsverhalten von Schaltungen mit Dreiwegeventilen

- gegeben ist das folgende System, in dem das DWV durch die Ersatzschaltung ausgedrückt ist:

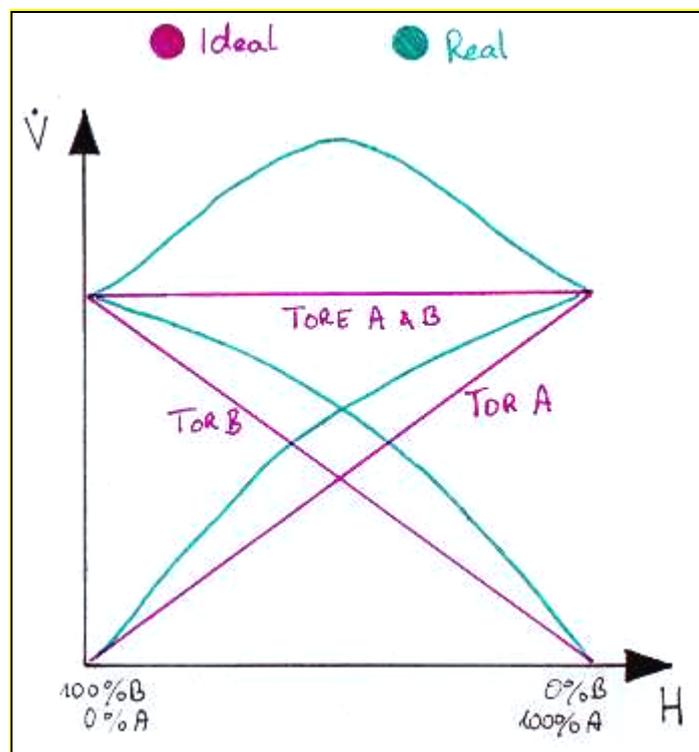


das AV dient dazu, den Widerstand von Kessel mit Leitungen zu kompensieren

- Verschaltungstabelle:

Zeichenschritt	1. Element	2. Element	Verschaltung	Ersatzelement
1	VB	P	R	I
2	AV	B50	R	II
3	I	II	P	III
4	A50	K	R	IV
5	IV	III	R	Ges

1. Einfluss der Ventilautorität des DWV auf Volumenstrom durch den Verbraucher
- Frage: wie verhält sich der Volumenstrom durch die Tore A und B, wenn jeweils ein Tor geöffnet ist oder beide halb offen sind?



Je höher die Ventilautorität des DWV, desto linearer die Kennlinien von A und B und desto linearer die Summenkennlinie A&B.

Bei geringer Ventilautorität fließt über die beiden halboffenen Tore A und B mehr Volumenstrom bei konstanter Pumpendruckhöhung. Die Volumenschwankungen im volumenkonstanten Teil nehmen mit abnehmender Ventilautorität des DWV zu.

2. Einfluss des Verhältnisses $\Delta p_{\text{vol-konst}}/\Delta p_{\text{vol-var}}$ auf die Änderung des Gesamtvolumenstroms bei unterschiedlichen Ventilstellungen

- es werden folgende Parameter festgelegt, die die Verhältnisse beschreiben:

$$a = \frac{\Delta p_{V100}}{\Delta p_{\text{vol-var}100}} = \frac{c_{v100}}{c_{\text{vol-var}100}} \quad \text{Ventilparameter (nicht Ventilautorität!)}$$

$$b = \frac{\Delta p_{\text{vol-konst}100}}{\Delta p_{\text{vol-var}100}} = \frac{c_{\text{vol-konst}100}}{c_{\text{vol-var}100}} \quad \text{Parameter für Anlagen/Erzeugerwiderstand}$$

$$c = \frac{\Delta p_{AV100}}{\Delta p_{\text{vol-var}100}} = \frac{c_{AV100}}{c_{\text{vol-var}100}} \quad \text{Parameter für hydraulischen Abgleich}$$

$\Delta p_{\text{vol-var}100}$ ist Druckabfall im Kesselkreis ohne Ventiltor A bei Auslegungsvolumenstrom

$\Delta p_{\text{vol-konst}100}$ ist Druckabfall im Verbraucherkreis ohne Pumpe bei Auslegungsvolumenstrom

Δp_{AV100} ist Druckabfall über dem Abgleichventil im Kesselkreis ohne Ventiltor B bei Auslegungsvolumenstrom

- Beispiel:
 - Es wird eine konstant geregelte Pumpe eingesetzt, die Ventile/Tore A und B sind Linearventile.
 - a) Bestimmen sie die 3 Parameter.
 - b) Bestimmen sie für die 3 Fälle „Tor A voll offen“, „Tor B voll offen“ und „beide Tore halb offen“ die Gesamtwiderstände .
 - c) Bestimmen Sie die Volumenstromverhältnisse $\dot{V}_{B100} / \dot{V}_{A100}$ und $\dot{V}_{AB50} / \dot{V}_{A100}$ für zwei verschiedene Widerstände des volumenkonstanten Teils.
 - d) Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für die Ventilauslegung?
 - e) Verschaltung des Systems im $\Delta p, \dot{V}$ -Diagramm.
- Gegeben sind für das vorliegende Anlagenbild:
 - $c_{v100}=100$
 - $c_{\text{vol-var-100}}=1000$
 - $c_{\text{vol-konst}}=200$ (5000)
 - $c_{AV100}=50$

$$a) \quad a = \frac{c_{v100}}{c_{vol-var100}} = \frac{100}{1000} = 0,1$$

$$b = \frac{c_{vol-konst100}}{c_{vol-var100}} = \frac{200 (5000)}{1000} = 0,2 (5)$$

$$c = \frac{c_{AV100}}{c_{vol-var100}} = \frac{50}{1000} = 0,05$$

b) Auslegungsfall Tor A voll offen (A100)

$$c_{gesA100} = c_{vol-konst100} + c_{vol-var100} + c_{v100} \\ = 1300 (6100)$$

Auslegungsfall Tor B voll offen (B100)

$$c_{gesB100} = c_{vol-konst100} + c_{AV100} + c_{v100} \\ = 350 (5150)$$

Auslegungsfall beide Tore halb offen (AB50)

$$c_{V50} = c_{v100} \cdot \frac{k_{v100}^2}{k_{V50}^2} = c_{v100} \cdot \frac{\dot{V}_{100}^2}{\dot{V}_{50}^2} = 100 \cdot \frac{2^2}{1^2} = 400$$

$$c_{vol-var}^* = c_{vol-var100} + c_{V50} = 1400$$

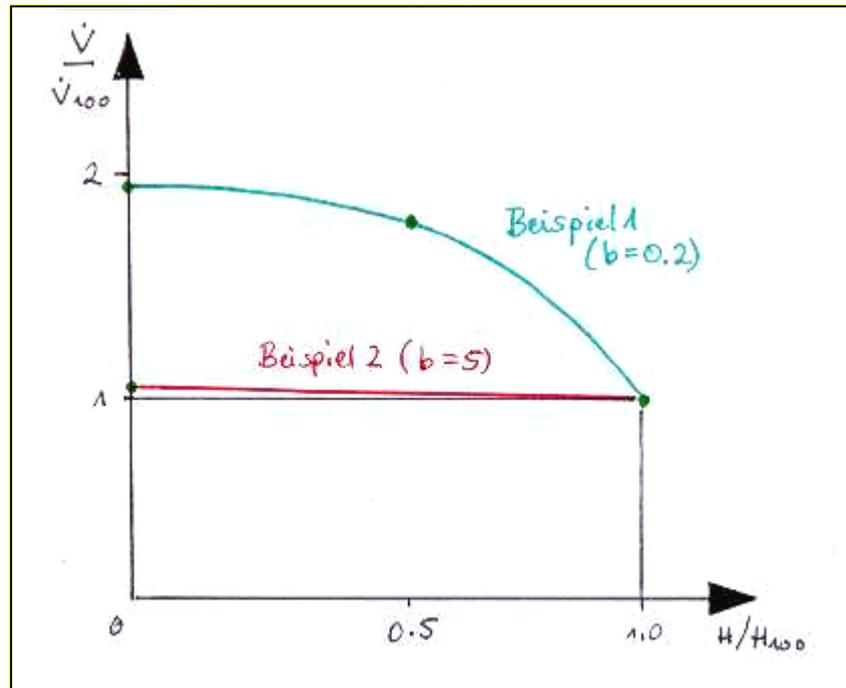
$$c_{AV}^* = c_{AV100} + c_{V50} = 450$$

$$c_{gesAB50} = \frac{c_{vol-var}^* \cdot c_{AV}^*}{\left(\sqrt{c_{vol-var}^*} + \sqrt{c_{AV}^*}\right)} + c_{vol-konst100} \\ = 383 (5183)$$

$$c) \quad \dot{V}_{B100} / \dot{V}_{A100} = \sqrt{\frac{c_{gesA100}}{c_{gesB100}}} = 1,93 (1,09)$$

$$\dot{V}_{AB50} / \dot{V}_{A100} = \sqrt{\frac{c_{gesA100}}{c_{gesAB50}}} = 1,84 (1,08)$$

d)



Bei voll geöffnetem Tor B fließt ein fast doppelt so großer Volumenstrom, als wenn A voll offen ist; wenn der Volumenstrom steigt, dann steigt die Geschwindigkeit im System, dann sinkt die Totzeit, dann sinkt der Schwierigkeitsgrad und die Regelbarkeit somit auch.

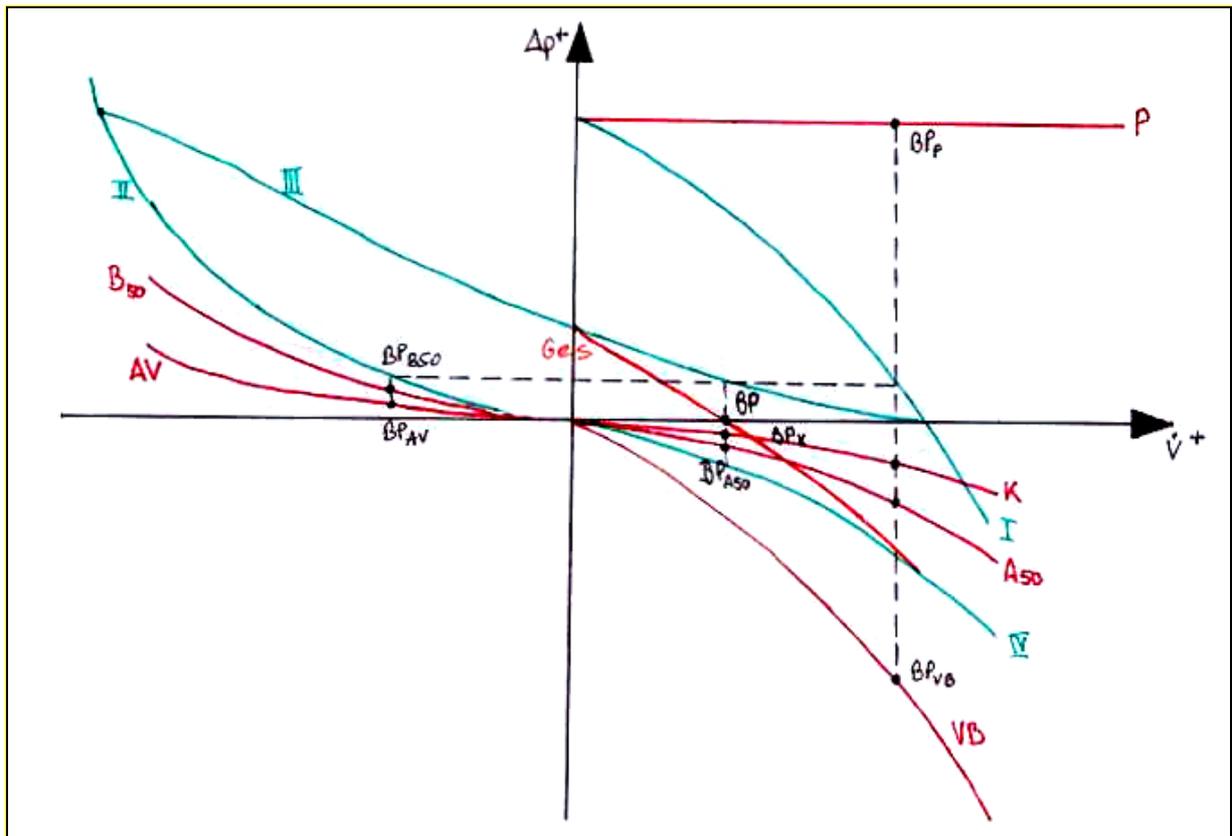
Wenn der Widerstand des volumenstromkonstanten Teils sehr groß ist, dann spielt die Ventilautorität des Systems kaum mehr eine Rolle! Ventile können mit sehr viel geringeren Ventildruckabfällen als bisher ausgelegt werden (Dreiwegeventile). Für $b > 3 \dots 5$ kann auf die Auslegung nach der Ventilautorität und auf hydraulischen Abgleich im Nebenschluss verzichtet werden. Dies gilt nur für Netze mit einem Verbraucherkreis!

Für den betrachteten Fall ergibt sich ein Ventildruckabfall im Auslegungsfall von zum Beispiel: $\Delta p_{V100} = (1) \dots 2 \dots 6$ kPa.

Durch die geringeren Ventilautoritäten ist die nötige Gesamtdruckerhöhung der Pumpe geringer, somit die hydraulische Leistung.

Je größer der Parameter b , desto positiver die Auswirkung auf das Betriebsverhalten (Konstanz des Volumenstroms) bei unterschiedlichen Ventilstellungen. Beachten: b wird nur groß, wenn der Kesselkreis einen kleinen Widerstand hat (Naturumlaufkessel)! Bei zwangsdurchströmten Kesseln (zum Beispiel Thermen) muss man nachrechnen! Dort kann man aber hydraulisch entkoppeln oder Differenzdruckregler einsetzen.

e) Verschaltung



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