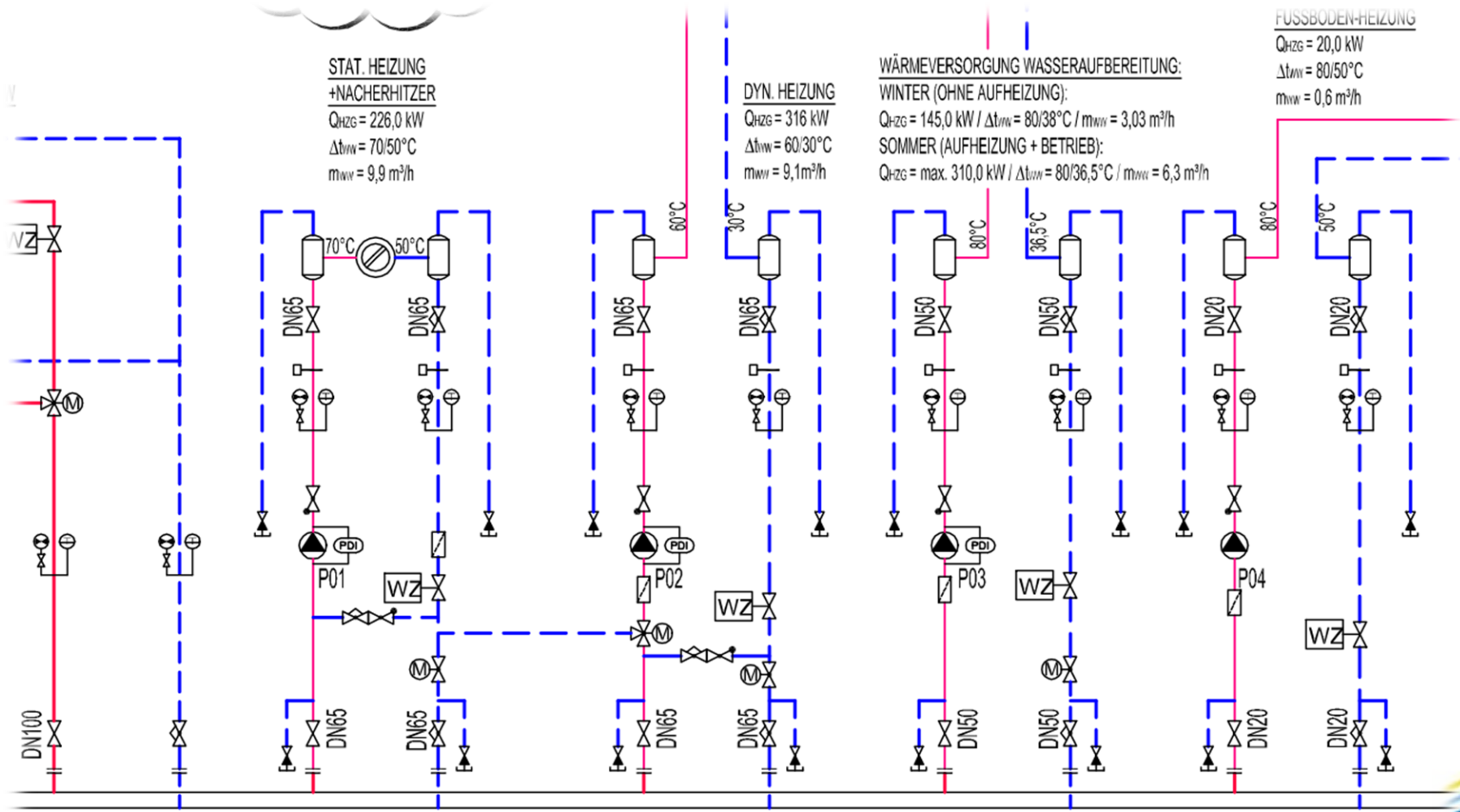


## GLT-Anwendertagung Minden, 14.09.2018

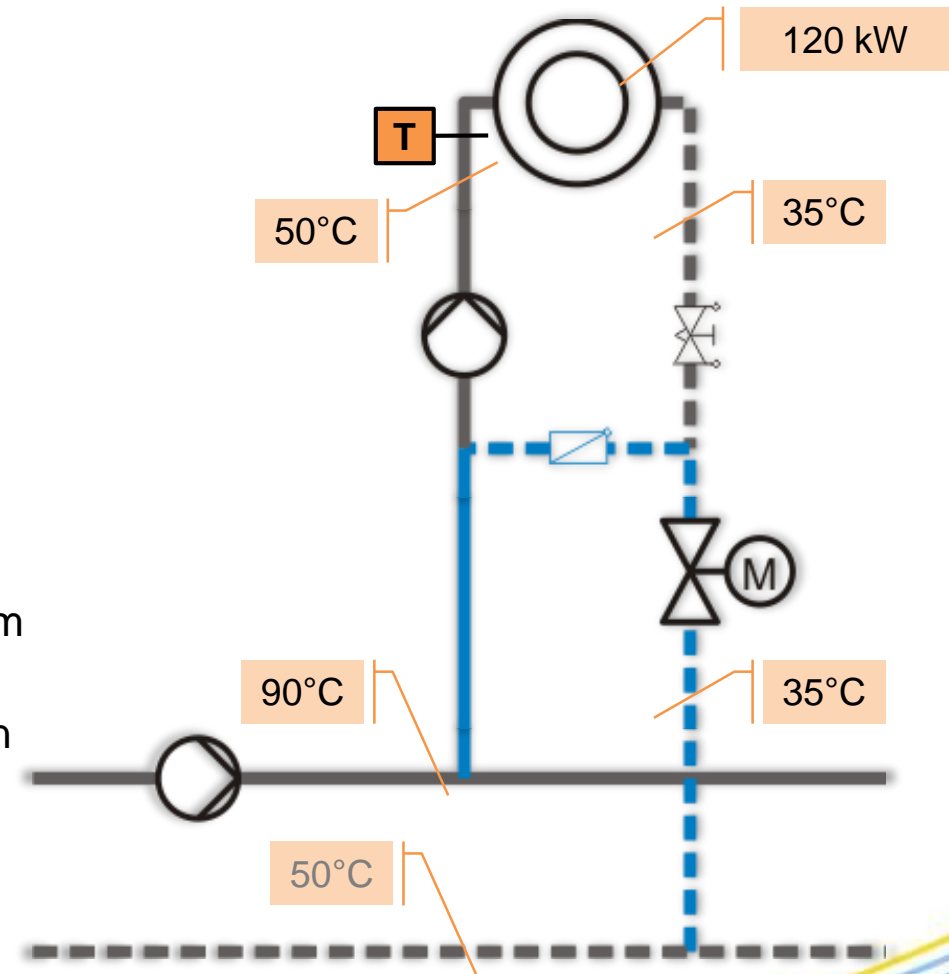
„Mit dynamischen Regelventilen, Falschdimensionierung beheben und Energieeffizienz steigern“

Alexander Wiezorrek  
Sauter-Cumulus GmbH

# Bestandsanlage – Heizungsverteilung

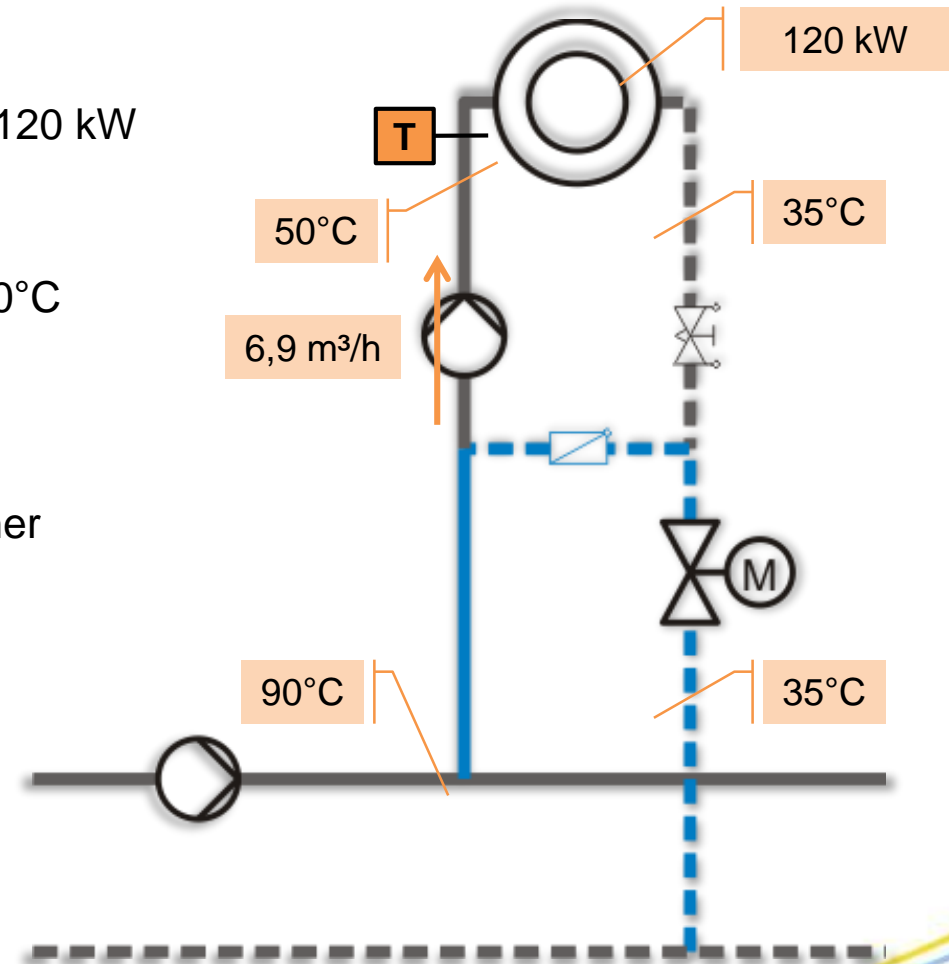


- Beispiel einer Anlagenerweiterung
  - Bestand, Verteiler u.a. mit statischen Heizungen, WWB, ...
  - Geplant, Vorregelung für weitere Konvektoren  
→ VL-Temperatur-Regelung
  - Konvektorenkreise haben niedrigeres Temperaturniveau
  - Regelung über 2-Wege-Ventil als Einspritzschaltung um;
    - niedrige RL-Temperaturen im Teillastfall sicher zu stellen
    - Pumpenenergie einzusparen



- Zusammenfassung der Daten
  - Leistung der Verbraucher  $\dot{Q}_{\text{nenn}} = 120 \text{ kW}$
  - Vorlauftemperatur, Erzeuger  $90^\circ\text{C}$   
Vorlauftemperatur, Verbraucher  $50^\circ\text{C}$   
Rücklauftemperatur  $35^\circ\text{C}$
  - Daraus resultiert;  
Volumenstrom über die Verbraucher  
von  $\dot{V}_{\text{nenn}} = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$

$$\left( \dot{V} = \frac{\dot{Q}}{\Delta T \cdot \rho \cdot c_p} \right)$$

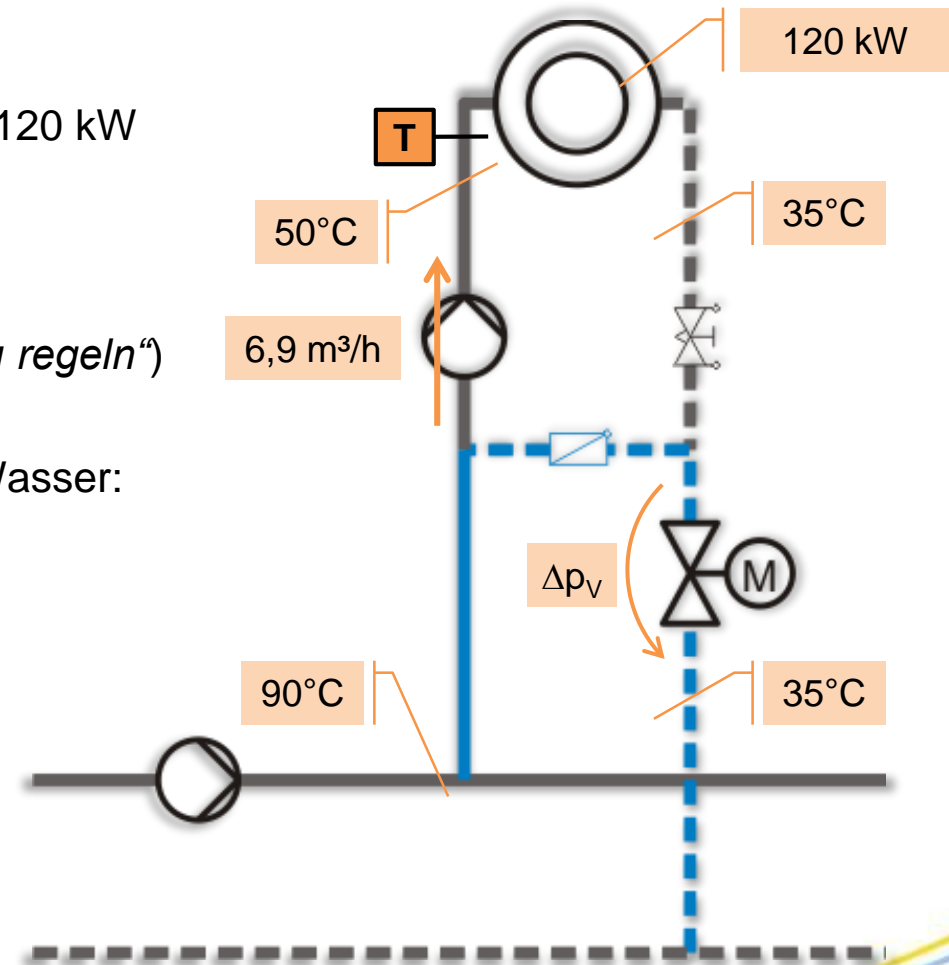


- Bekannte Angaben
  - Leistung der Verbraucher  $\dot{Q}_{\text{nenn}} = 120 \text{ kW}$
  - Volumenstrom im Verbraucher von  $\dot{V}_{\text{nenn}} = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$
- Ventilauslegung („der Verbraucher ist zu regeln“)
  - Ziel  $\Delta p_V$  ca. 20 kPa (0,2 bar)
  - $k_{vS}$ -Wert bestimmen für Medium Wasser:

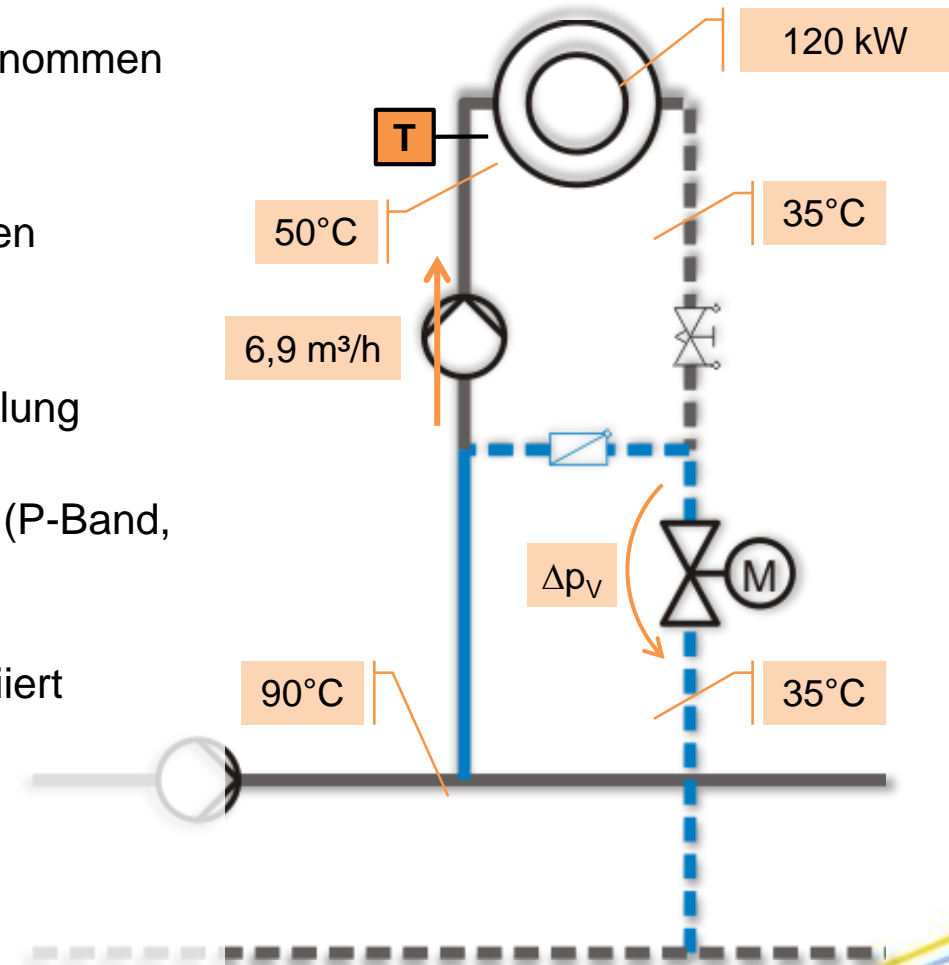
$$k_V = \frac{\dot{V}}{\sqrt{\Delta p_V}}$$

→  $k_V = 15,4 \text{ m}^3/\text{h}$

→  $k_{vS}$ -Wert 16,0  $\text{m}^3/\text{h}$  gewählt



- Anlage wird so gebaut und in Betrieb genommen
  - Beschwerden über Temperaturschwankungen in den Zonen
  - Ausblastemperatur der Konvektoren variiert stark
- Regelung in den Zonen und die Vorregelung wird überprüft
  - Veränderung der Regelparameter (P-Band, I-Anteil) → keine Besserung
  - es wird festgestellt, dass die zu regelnde VL-Temperatur stark variiert
  - Ventil der Vorregelung fährt hin und her!?!?



- Überprüfung der Hydraulik der Vorregelung
  - ✓ alle Bauteile sind wie geplant installiert
  - ✓ Pumpen sind in Betrieb
  - ✓ Ventil und Antrieb arbeiten
- Überprüfung der Dimensionierung
  - Ziel  $\Delta p_v$  ca. 20 kPa (0,2 bar)
  - $k_{vs}$ -Wert bestimmen für Medium Wasser:
    - ~~$\rightarrow k_v = 15,4 \text{ m}^3/\text{h}$~~
    - ~~$\rightarrow k_{vs}$ -Wert 16,0  $\text{m}^3/\text{h}$  gewählt~~
  - **Ventil auf das falsche  $\Delta T$  ausgelegt**  
 $50^\circ\text{C} / 35^\circ\text{C} \rightarrow 15 \text{ K}$

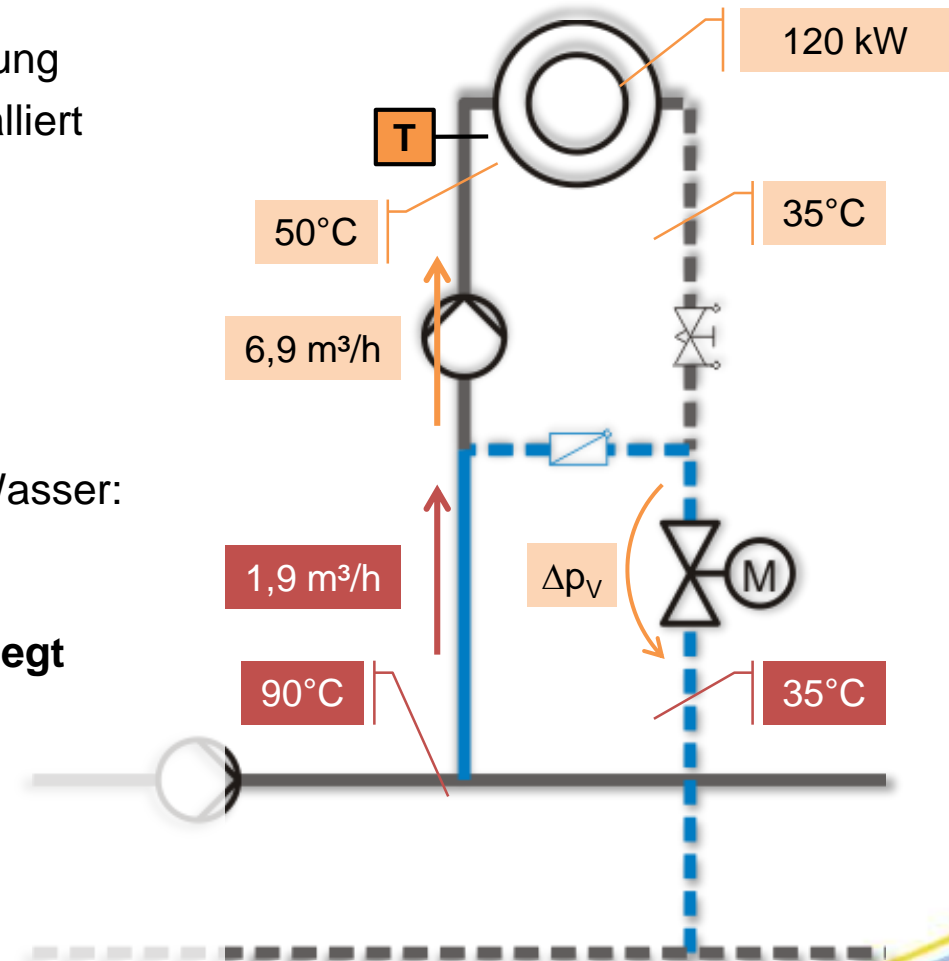
$$90^\circ\text{C} / 35^\circ\text{C} \rightarrow 55 \text{ K}$$

Volumenstrom durch das Ventil

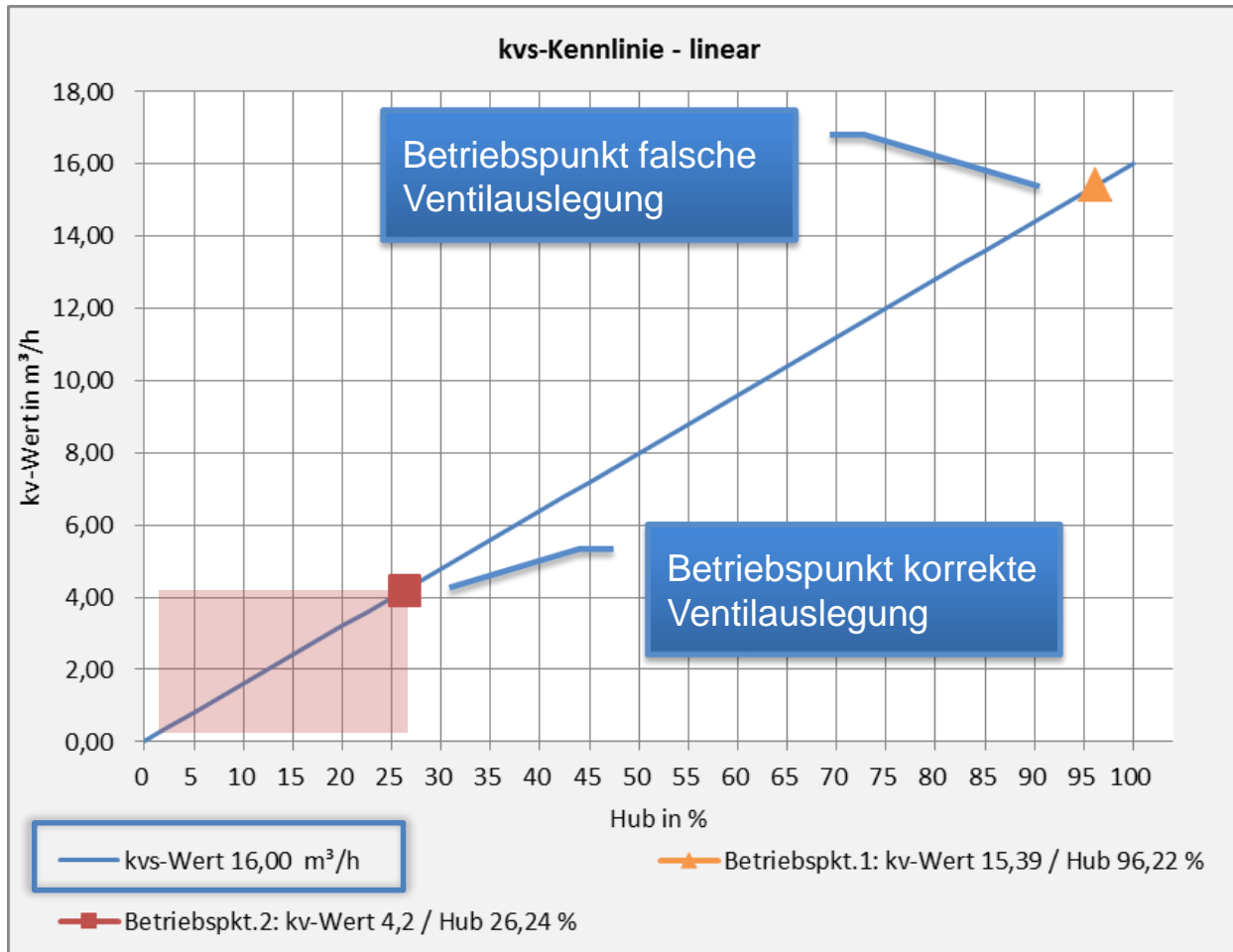
$$\dot{V}_{\text{Ventil}} = 1,9 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rightarrow k_v = 4,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\rightarrow k_{vs}\text{-Wert } 4,0 \text{ m}^3/\text{h} \text{ gewählt}$$



- Nennlastbetrieb – mit **überdimensioniertem Ventil**



- $\dot{Q}_{\text{nenn}} = 120 \text{ kW}$

- ~~$\Delta T = 15 \text{ K}$~~
- ~~$\dot{V}_{\text{nenn}} = 6,9 \text{ m}^3/\text{h}$~~
- ~~$\rightarrow k_v = 15,4 \text{ m}^3/\text{h}$~~  ▲

- $\Delta T = 55 \text{ K}$
- $\dot{V}_{\text{Ventil}} = 1,9 \text{ m}^3/\text{h}$

- $\rightarrow k_v = 4,2 \text{ m}^3/\text{h}$  ■



# Hydraulische Eigenschaften – Druckschwankungen

- Bei Laständerungen in hydraulischen Anlagen kommt es zu Druckschwankungen im hydraulischen System (Öffnen und Schließen von Regelventilen, Nachregeln von Pumpen, etc.)
- Druckänderungen haben bei statischen Ventilen Auswirkungen auf den Volumenstrom
  - Leistungsänderung
  - Temperaturschwankung
- Druck-Volumenstrom-Verhältnis  
 $p \sim \dot{V}^2$

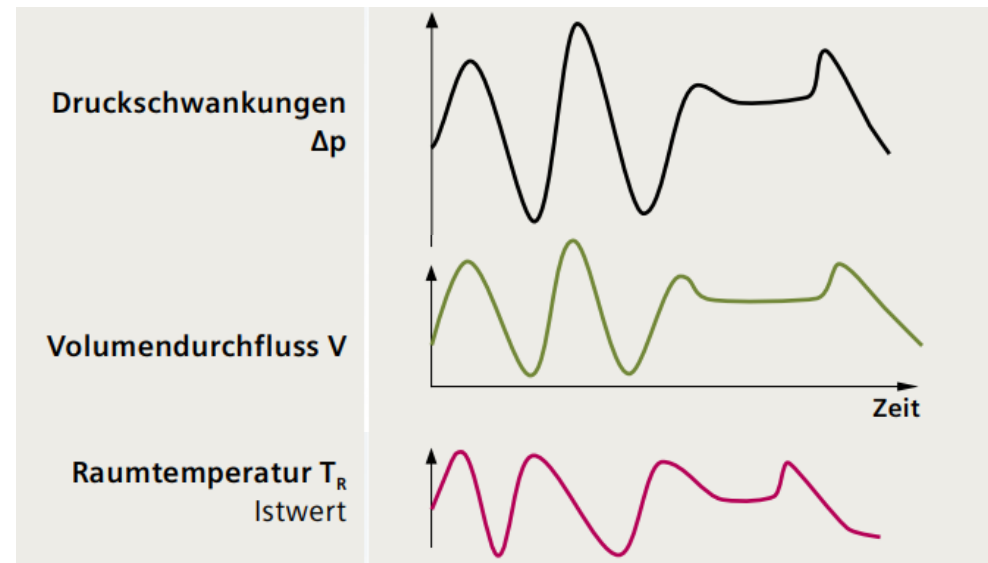
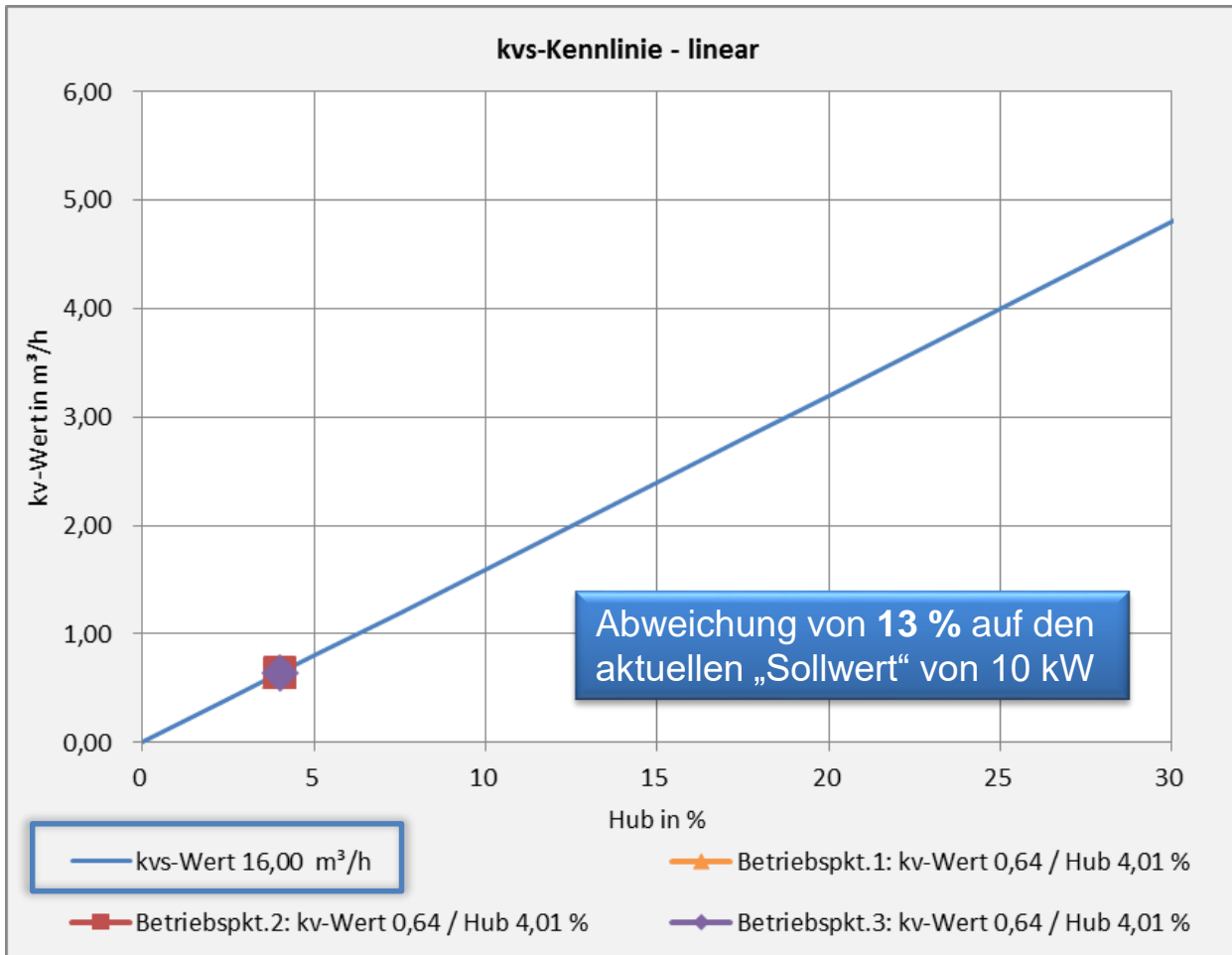


Abb. Fa. Siemens

- Schwachlastbetrieb – Druckschwankungen mit **überdimensioniertem Ventil**



- Ziel:  $\dot{Q} = 10 \text{ kW}$  ■  
bei  $\Delta T = 30 \text{ K}$   
→  $\dot{V} = 0,29 \text{ m}^3/\text{h}$   
mit  $\Delta p_V = 20 \text{ kPa}$

- Druckschwankung:  
 $\Delta p_V = 15 \text{ kPa}$   
→  $\dot{V} = 0,25 \text{ m}^3/\text{h}$   
→  $\dot{Q} = 8,7 \text{ kW}$  ▲

- $\Delta p_V = 25 \text{ kPa}$   
→  $\dot{V} = 0,32 \text{ m}^3/\text{h}$   
→  $\dot{Q} = 11,2 \text{ kW}$  ◆

- Leistung: ca.  $\pm 1,3 \text{ kW}$

- Stellantrieb in der Gebäudetechnik
  - Schalthysteresen zw. 0,1 und 0,3 V
    - Stellsignaländerungen werden erst ab diesen Schalthysteresen ausgeführt
  - dadurch Auswirkung bei überdimensionierten Ventilen
    - starke Volumenstromschwankungen
    - Temperatur und damit Leistungsveränderung

Signaleingänge Klemme Y	Spannung	DC 0... 10 V
	Eingangsimpedanz	100 kΩ
	Strom	DC 4...20 mA
	Eingangsimpedanz	240 Ω
	Signalauflösung	< 1%
	Hysterese	1 %

Auszug Fa. Siemens

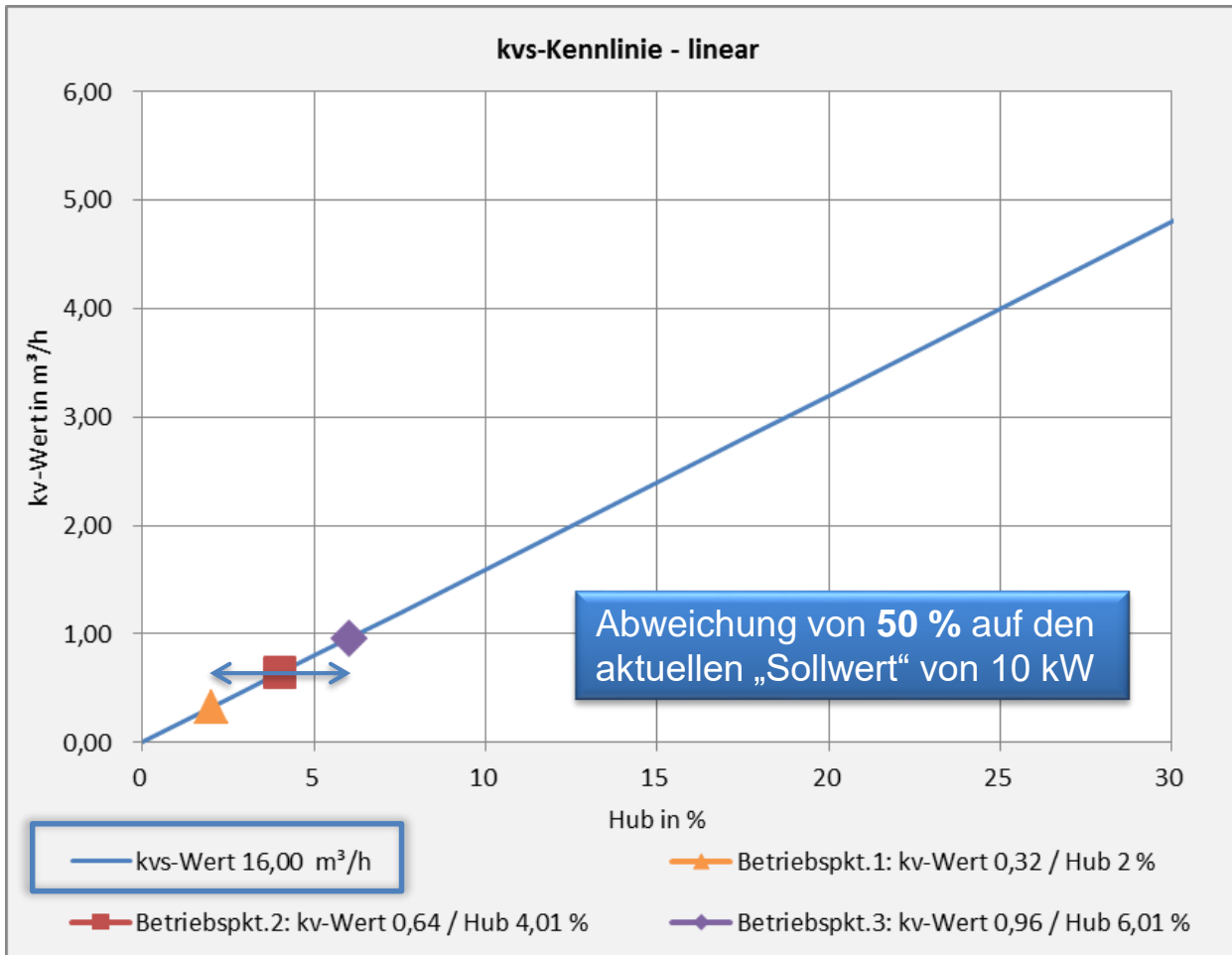
Stellungsrückmeldung	0...10 V, Bürde > 2,5 kΩ
Anfangspunkt $U_0$	0 bzw. 10 V
Aussteuerspanne $\Delta U$	10 V
Schaltbereich $X_{sh}$	300 mV

Auszug Fa. Sauter

Ansteuerspanne $\Delta U$	10 V
Ansteuerspanne $\Delta I$	16 mA
Hysterese $X_{sh}$	160 mV
	0,22 mA

Auszug Fa. Sauter

- Schwachlastbetrieb – Stellsignaländerung mit **überdimensioniertem Ventil**



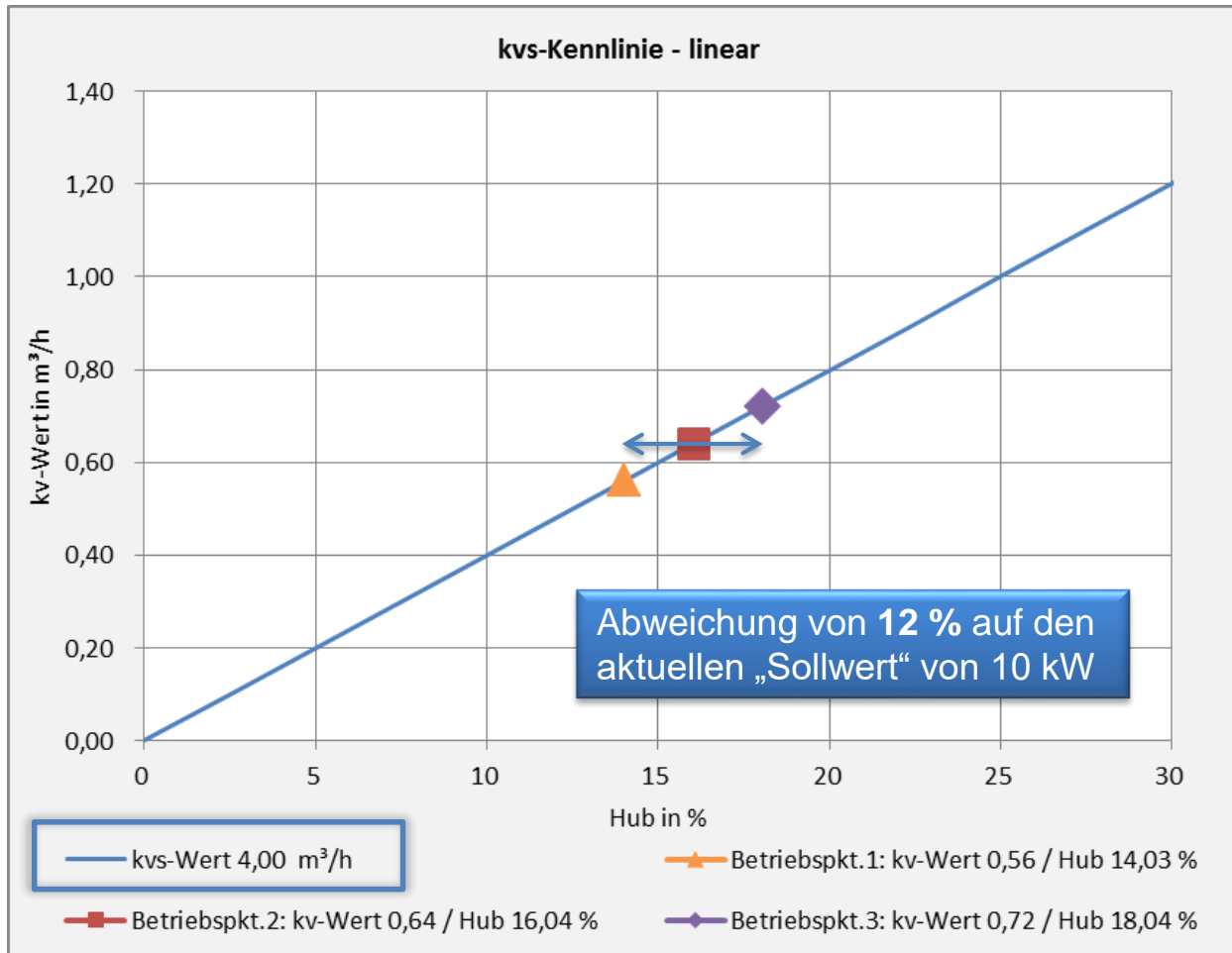
- Ziel:  $\dot{Q} = 10 \text{ kW}$  ■  
bei  $\Delta T = 30 \text{ K}$   
 $\rightarrow \dot{V} = 0,29 \text{ m}^3/\text{h}$   
mit  $\Delta p_V = 20 \text{ kPa}$   
Stellsignal: 0,4 V (4%)

- Stellsignaländerung:  
 $y = 0,2 \text{ V}$  (2%)  
 $\rightarrow \dot{V} = 0,14 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\rightarrow \dot{Q} = 5,0 \text{ kW}$  ▲

- $y = 0,6 \text{ V}$  (6%)  
 $\rightarrow \dot{V} = 0,43 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\rightarrow \dot{Q} = 15,0 \text{ kW}$  ◆

- Leistung: ca.  $\pm 5,0 \text{ kW}$

- Schwachlastbetrieb – Stellsignaländerung mit **korrektem Ventil**



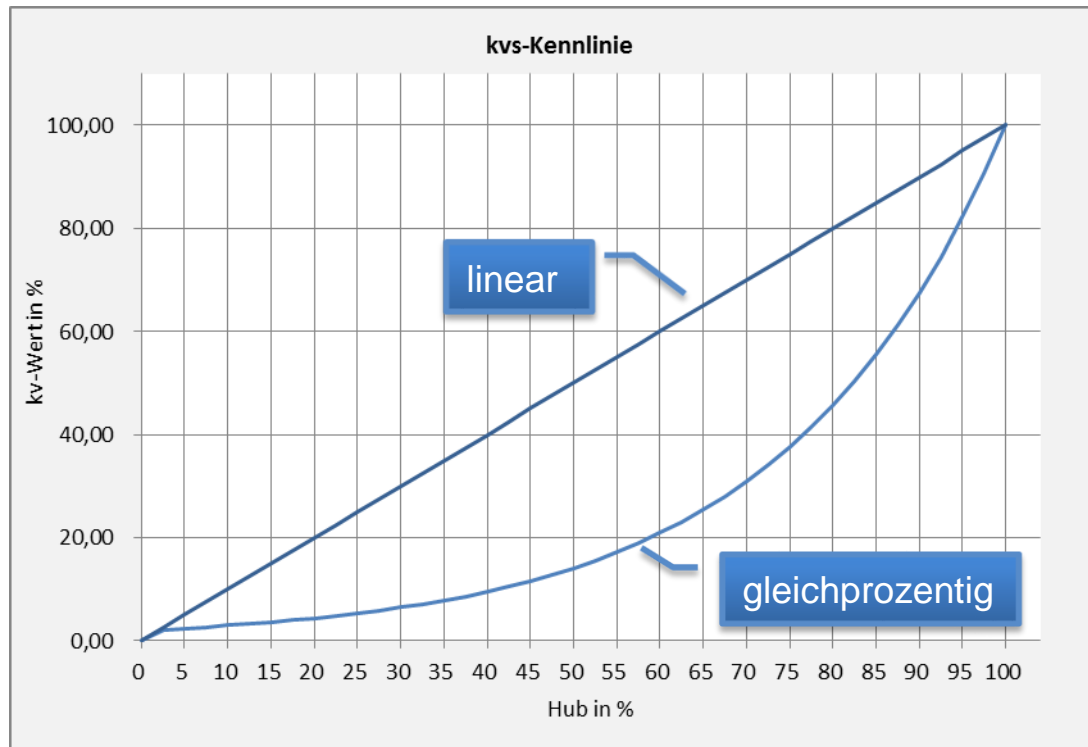
- Ziel:  $\dot{Q} = 10 \text{ kW}$  ■  
bei  $\Delta T = 30 \text{ K}$   
 $\rightarrow \dot{V} = 0,29 \text{ m}^3/\text{h}$   
mit  $\Delta p_V = 20 \text{ kPa}$   
Stellsignal: 1,6 V (16%)

- Stellsignaländerung:  
 $y = 1,4 \text{ V}$  (14%)  
 $\rightarrow \dot{V} = 0,25 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\rightarrow \dot{Q} = 8,8 \text{ kW}$  ▲

- $y = 1,8 \text{ V}$  (18%)  
 $\rightarrow \dot{V} = 0,32 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\rightarrow \dot{Q} = 11,2 \text{ kW}$  ◆

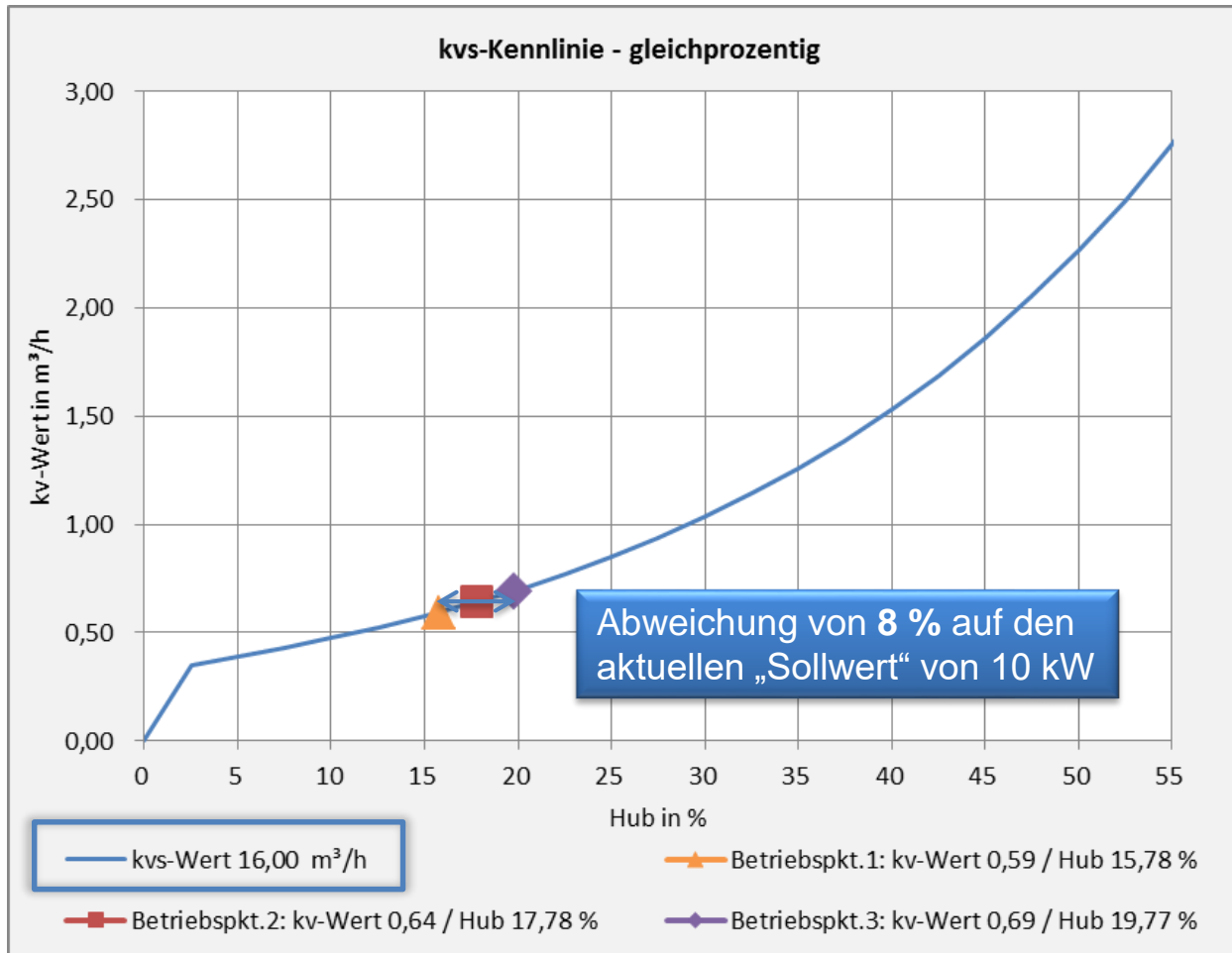
- Leistung: ca.  $\pm 1,2 \text{ kW}$

- Ventilkennlinie gleichprozentig / linear
  - Empfehlung nach der Regelgröße;
    - Lufttemperatur eines Erhitzers → gleichprozentig
    - Medientemperatur bei VL-Temperatur-Regelung → linear
  - Empfehlung nach der Ventilautorität



# Alternative Ventileigenschaften – Ventil mit gleichprozentiger Kennlinie

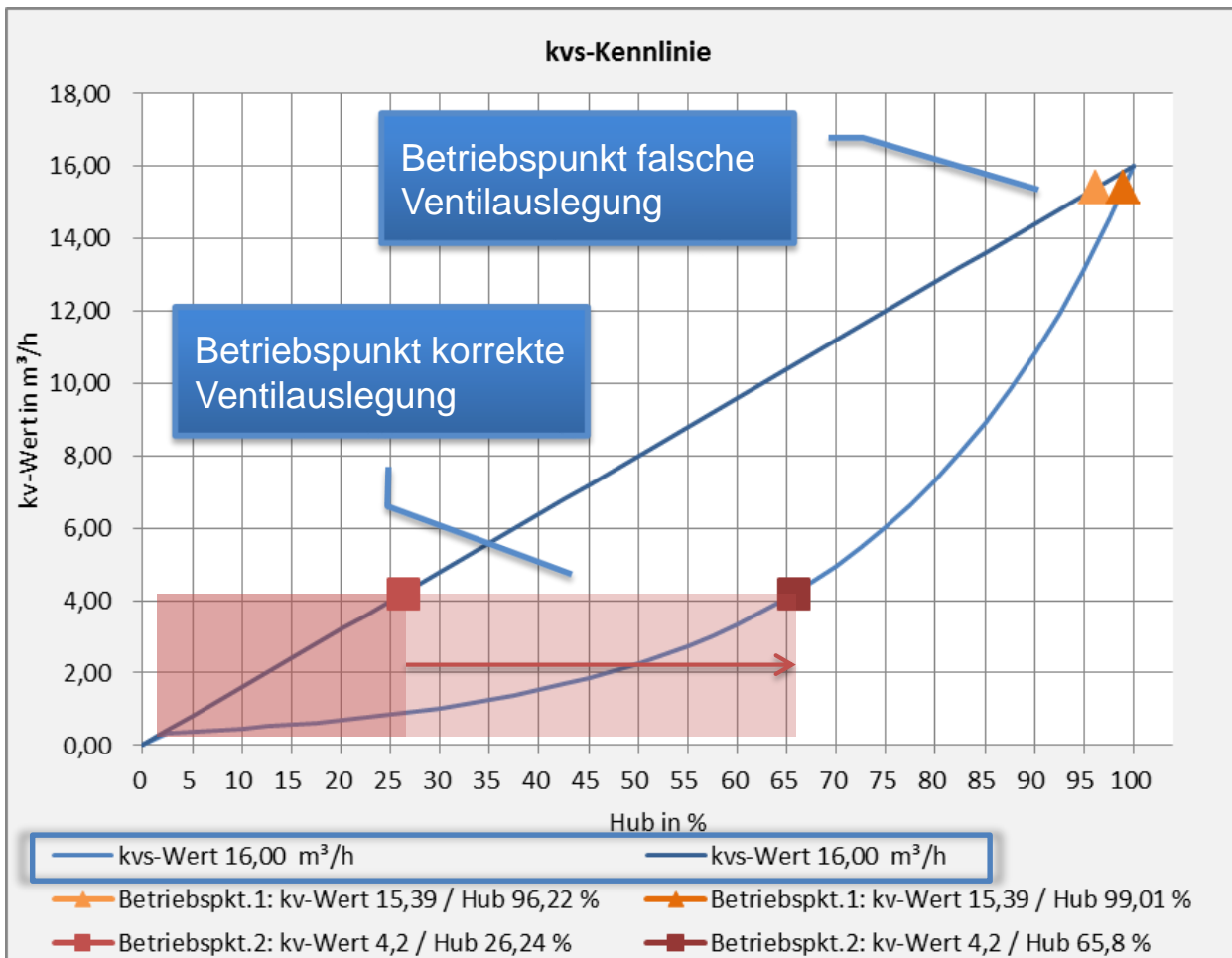
- Schwachlastbetrieb – Stellsignaländerung mit **überdimensionierten Ventil**



- Ziel:  $\dot{Q} = 10 \text{ kW}$  ■  
bei  $\Delta T = 30 \text{ K}$   
 $\rightarrow \dot{V} = 0,29 \text{ m}^3/\text{h}$   
mit  $\Delta p_V = 20 \text{ kPa}$   
Stellsignal: **1,8 V (18%)**
- Stellsignaländerung:  
 $y = 1,6 \text{ V (16%)}$   
 $\rightarrow \dot{V} = 0,27 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\rightarrow \dot{Q} = 9,3 \text{ kW}$  ▲
- $y = 2,0 \text{ V (20%)}$   
 $\rightarrow \dot{V} = 0,31 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\rightarrow \dot{Q} = 10,8 \text{ kW}$  ◆
- Leistung: ca.  $\pm 0,8 \text{ kW}$**

# Ventilauslegung – Vergleich lineare und gleichprozentiger Kennlinie

- Nennlastbetrieb – mit **überdimensionierten Ventil**



- Kennlinie kann nicht am Ventil geändert werden
- Ggf. ist eine Umstellung am Stellantrieb möglich
- dadurch wird der Arbeitsbereich erweitert.  
(Hub: 26% → 66%)
- **Nur bei Überdimensionierung empfohlen**



- Bei Laständerungen in hydraulischen Anlagen kommt es zu Druckschwankungen im hydraulischen System (Öffnen und Schließen von Regelventilen, Nachregeln von Pumpen, etc.)
- Druckänderungen haben bei statischen Ventilen Auswirkungen auf den Volumenstrom  
→ Leistungsänderung  
→ Temperaturschwankung
- Druck-Volumenstrom-Verhältnis  
 $p \sim \dot{V}^2$
- Der statische hydraulische Abgleich wird auf den Nennlastfall durchgeführt, „wenn überhaupt“  
→ ca. 80 % der Anlagen sind hydraulisch nicht abgeglichen  
→ hauptsächlich Betrieb im Schwach- und Teillastfall

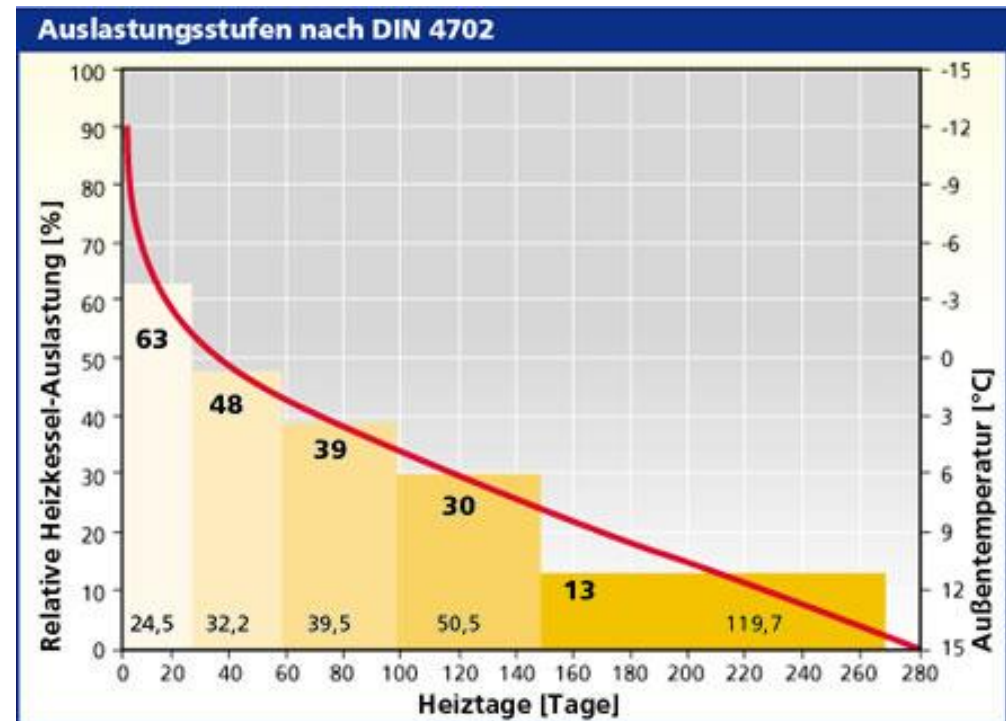
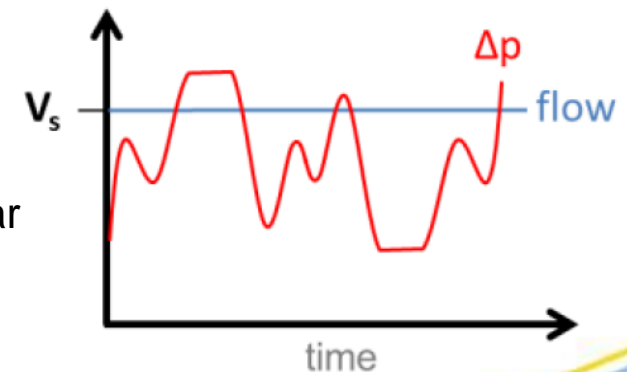


Abb. Fa. Viessmann

# Alternative Ventilauswahl – druckunabhängige Regelventile

- Druckschwankungen kann man z.B. mit Differenzdruckreglern entgegenwirken
  - somit immer ein konstanter Druck im Kreis und damit gute Regeleigenschaften
  - zusätzliches Bauteil in der Hydraulik nötig
  - meistens für mehrere Kreise / Verbraucher
- Einsatz von s.g. **Druckunabhängigen Regelventilen** (PICV - Pressure Independent Control Valve)
  - Nennvolumenstrom wird über ein Drossel begrenzt
  - interner Differenzdruckregler gleicht Druckänderungen des Systems aus
  - in **allen Betriebszuständen** wird der Volumenstrom druckunabhängig eingehalten
- Druckunabhängige Regelventile werden nach dem Nennvolumenstrom ausgewählt
  - keine Ventilauslegung nach kvs-Wert nötig
  - großer Volumenstrombereich über Drossel einstellbar
  - Anlagenteil immer hydraulisch abgeglichen



# Alternative Ventilauswahl – druckunabhängige Regelventile

- Auswahl nach dem Volumenstrom

Dimension DN	Hub mm	Vol.-Bereich L/h
40	15	1.370-9.500
50	15	1.400-11.500

- Volumenstrom über Einstelldrossel begrenzen  
~~Volumenstrom überdimensioniert = 6,9 m³/h~~  
~~→ entsp. 100 % Volumenstr.~~  
~~→ entsp. 100 % Hub~~

- Anpassung  
 Volumenstrom korrekt = **1,9 m³/h**  
 → entsp. 100 % Volumenstr.  
 → entsp. 100 % Hub

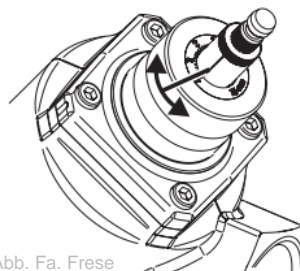
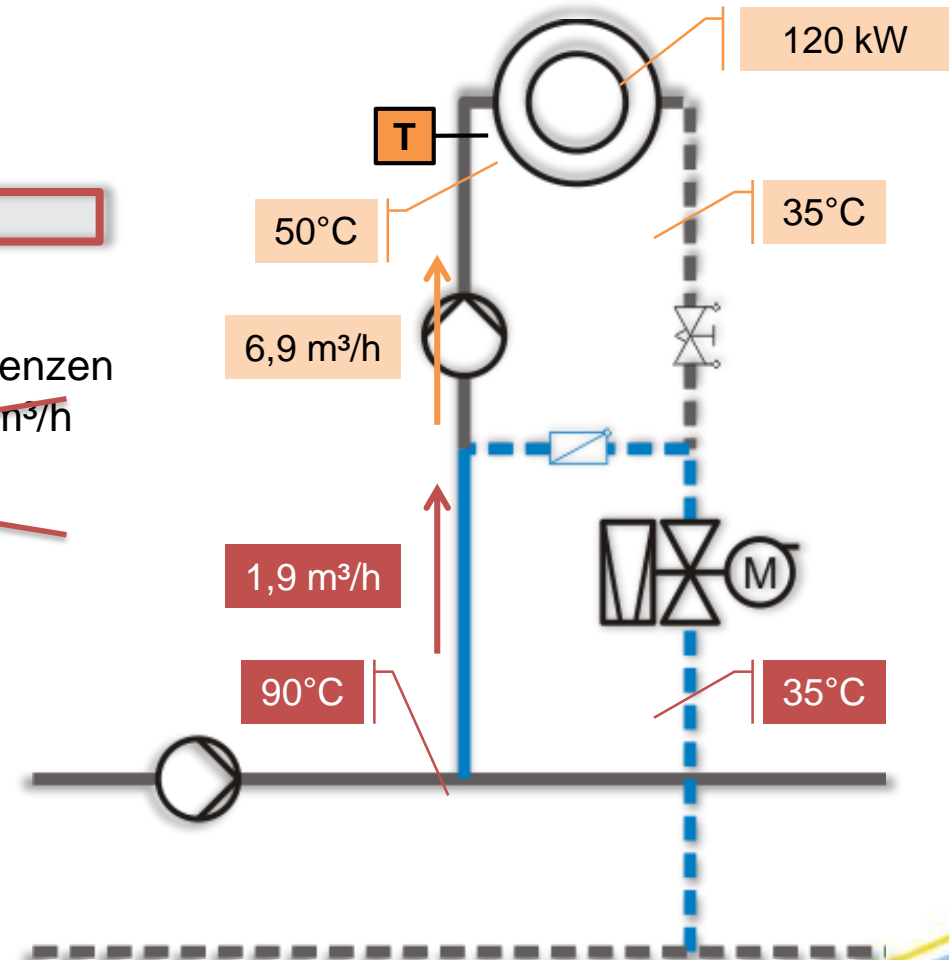


Abb. Fa. Frese



# Gegenüberstellung – statische / druckunabhängige Ventile

- Vergleich, Regelung mit statischen und druckunabhängigen Regelventilen

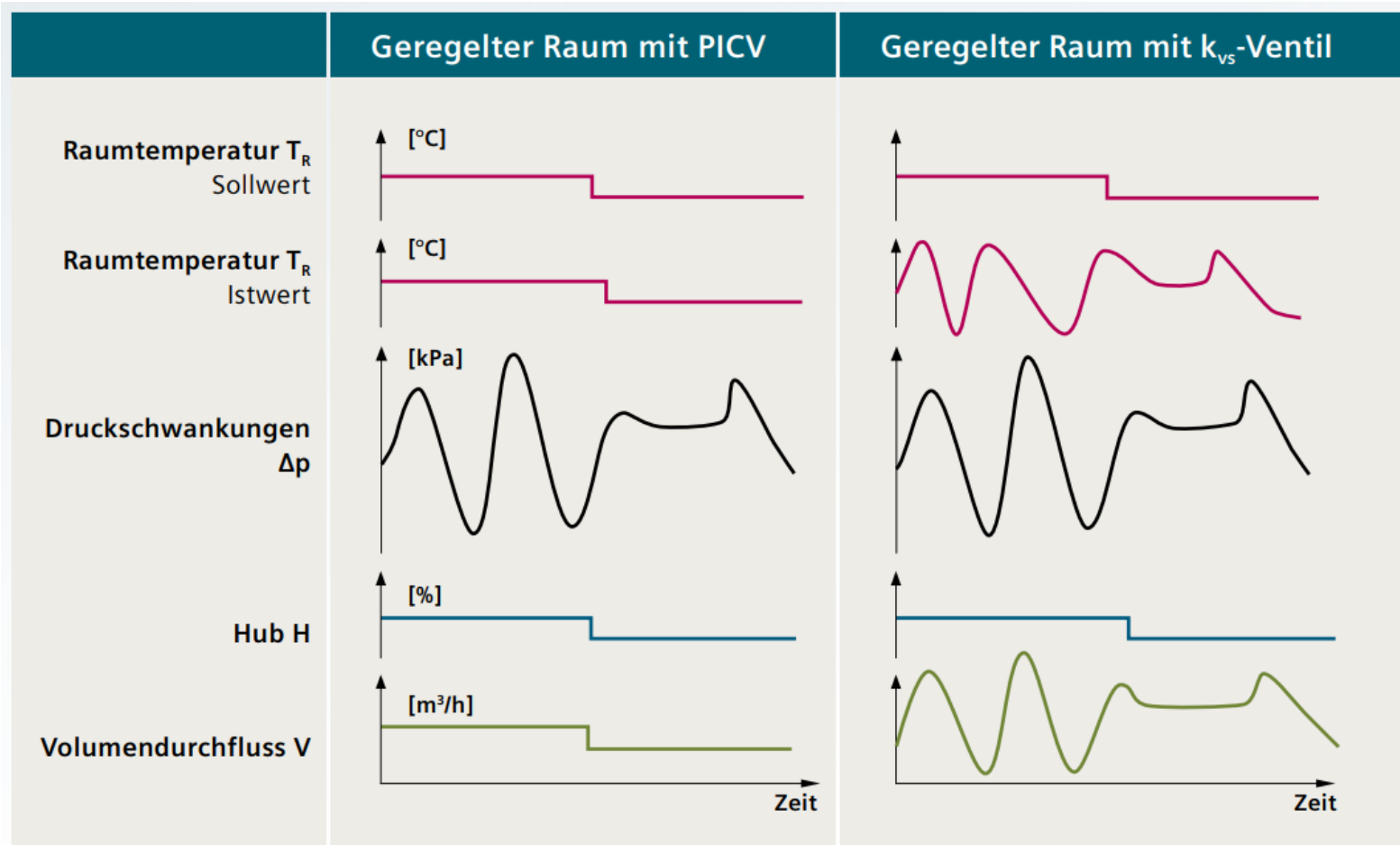


Abb. Fa. Siemens



Abb. Fa. Frese



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

