

Flüssigkeitsautomatik
Klausur vom 2022-07-11
Musterlösungen

- a) ... sie oberdrein eine hohe Wärmekapazität hat.
b) ... die Wärmeabgabe ungefähr konstant ist.
c) ... die Wärmekapazität praktisch ∞ ist, solange ein Gemisch aus Eis und flüssigem Wasser vorliegt.

2. (Die Angaben in der Aufgabe waren fälschlicherweise überbestimmt. Bei gleichem Volumenstrom müsste $v_1 - v_2$ im zweiten Fall kleiner sein! Ich habe deshalb zwei verschiedene Lösungen akzeptiert.)

(Lösung wie gedacht:)

$$1000 \text{ W} = \text{const.} \cdot (70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})^{1,3}$$

$$x = \text{const.} \cdot (50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})^{1,3}$$

$$\Rightarrow x = 1000 \text{ W} \cdot \left(\frac{30^\circ\text{K}}{50^\circ\text{K}} \right)^{1,3} \quad (\approx 515 \text{ W})$$

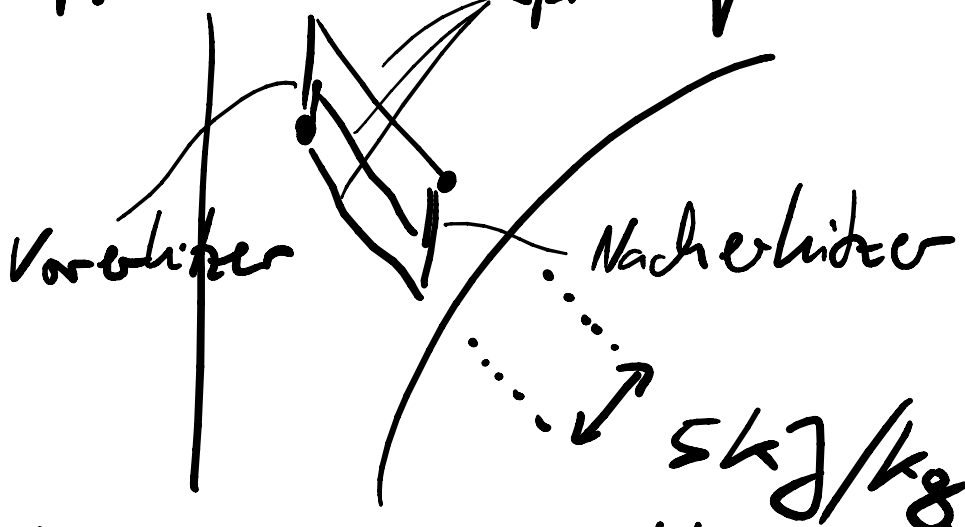
(Alternativ akzeptiert:)

Gleicher Volumenstrom & $v_1 - v_2$ gleich
 \Rightarrow Wärmelastung gleich.

3. • Höhere Vorlauftemperatur führt zu höheren Verlusten auf dem Weg vom Erzeuger zum Verbraucher.

- Möglichst niedriges Temperaturniveau macht Brauwärmetausch und Wärmepumpe effizienter.
- Höhere Vorlauftemperatur bedeutet niedrigeren Volumenstrom. Bei unregulierter Pumpe müssen also die Heizkörperthermostateventile stark schließen. Probleme mit Regelung, Geräuschen.

4. Sprühbefuchter



((Das sind jetzt drei statt wie gefordert zwei Wege.))

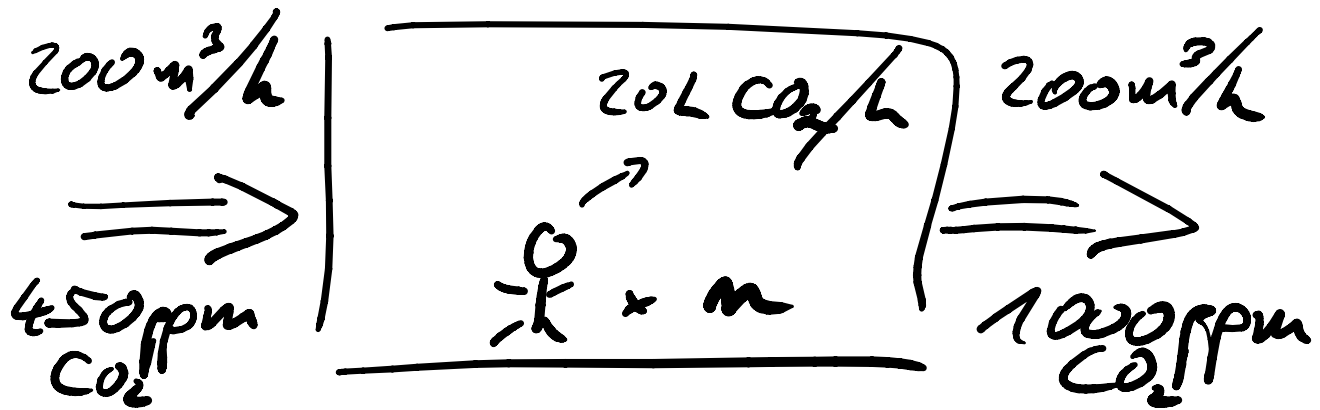
((Kühler + Sprühbefuchter + Nachwärmer gehen auch noch.))

- 5.
- Trinkwasser - Gießanlagen einmal am Tag auf 60°C erwärmen gegen Legionellen
 - Verzicht auf (ungefilterte) Luft wg. Covid-19
 - Verzicht auf Rotationswärmetauscher wg. Covid-19
 - ((• Feinporiger Filter => mehr Ventilatorleistung))

6. ((zum Beispiel:))

gewobelt	Elektro-Markt
Kabel basiert: sicher gegen Störungen & Störer	funkbasiert: leichter nachzurufen
langfristig lieferbar	schwierige Ersatzbeschaffung
Steuerung lokal (noch meist)	Steuerung aus Cloud (meist)

7.



Also $1000 \text{ ppm} \cdot 200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 450 \text{ ppm} \cdot 200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} + n \cdot 20 \frac{\text{L}}{\text{h}}$.

$\Rightarrow \frac{550}{1000 \cdot 200} \cdot 200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = n \cdot 20 \frac{\text{L}}{\text{h}}$

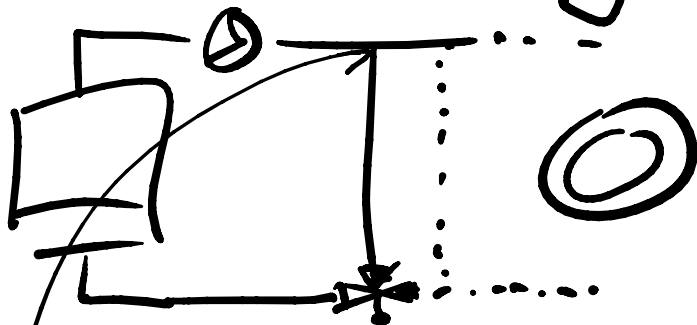
$\Rightarrow 55 \cdot 2 = n \cdot 20 \Rightarrow n = \frac{55 \cdot 2}{20} = 5,5$

Also fünf Erwachsene und ein Kind. ;-)

8. $1 \text{ bar} = \text{const.} \cdot \left(1,2 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)^2$
 $\Delta p = \text{const.} \cdot \left(0,3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}\right)^2 \Rightarrow \Delta p = 1 \text{ bar} \cdot \left(\frac{0,3}{1,2}\right)^2$

$P = \Delta p \cdot \dot{V} = 1 \text{ bar} \cdot \left(\frac{0,3}{1,2}\right)^2 \cdot 0,3 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
 $= 10^5 \cdot \left(\frac{0,3}{1,2}\right)^2 \cdot 0,3 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \frac{\text{m}^3}{3600 \text{ s}} \quad (\approx 0,5 \text{ W})$

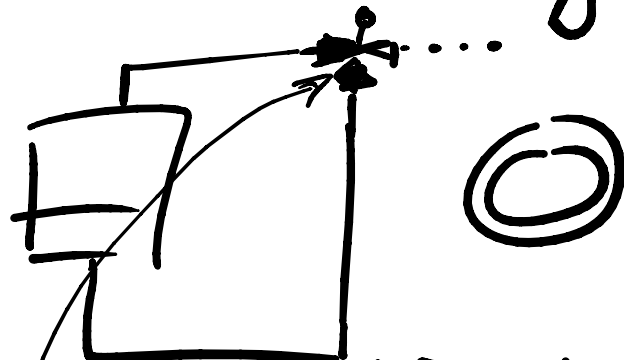
9. Einpitschaltung



Hier zirkuliert
warmes Wasser:
 $\dot{V}_{\text{primär}} \approx \text{const}$

Hier steht sofort
warmes Wasser
bereit.

Beimischschaltung



Hier keine
Zirkulation,
wenn kein
Bedarf:

$\dot{V}_{\text{primär}} \neq \text{const}$

Hier nicht.

10. Beiträge zur Enthalpie:

- trockene Luft erwärmen
- + Wasser verdampfen
- + Wasserdampf erwärmen

Nimmt mit Temperatur und mit
Wassergehalt zu \Rightarrow je nach Temperatur
andere Steigung.

11. Wenn das zerstäubte Wasser verdunstet, muss die Verdampfungsenergie dafür aufgebracht werden. Das führt zu einer Abkühlung unter 30°C . Damit dies erfrischend statt schweiß wirkend, muss die dann feuchte Luft wieder durch trockeneren Luft ersetzt werden (Wind?). (Noch eine Bedingung: Die Luft darf nicht schon vorher 100% r.F. haben.)

- 12.
- Die MPC kann dann größere Zeitschritte (Stunden?) verwenden und so bei gleichem Rechenaufwand einen viel längeren Horizont haben.
 - Das Modell der MPC kann vereinfacht werden, weil man keine komplizierten Zusammenhänge etwa von Ventilstellungen und Temperaturen modellieren muss, sondern Ist = Soll annehmen kann.
 - Eine eventuelle Schwingungsneigung im Bereich von Sekunden oder Minuten lässt sich einfacher durch Parametrieren der PI-Regler auffangen (Ziegler-Nichols).
- ((Und: • leichter Integration in bestehendes System
• robuster, wenn MPC ausfällt))