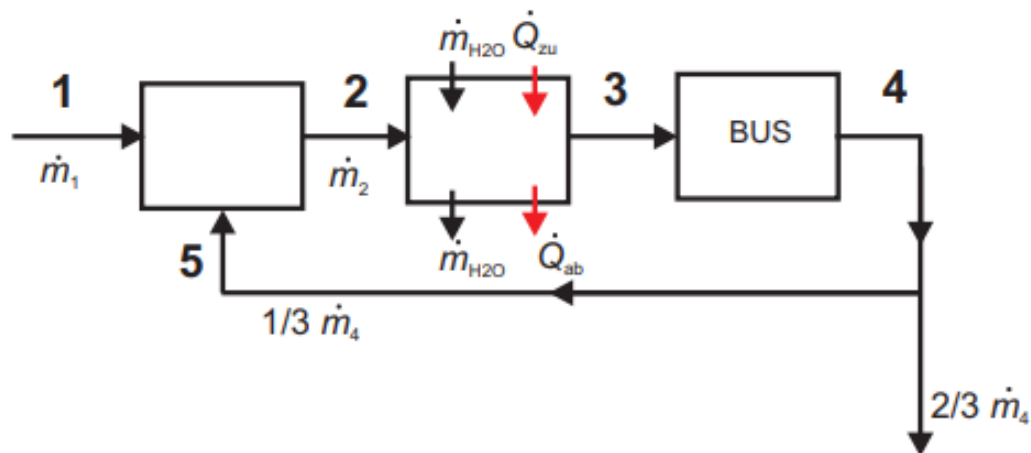


### Aufgabe 20.1 – Lösung

a)



b) Gesucht:  $x_3$

**Zustand ③:**  $\varphi_R = 60\%$ ,  $t_R = 24^\circ\text{C}$

Da die Temperatur und die relative Feuchte des Zustandes gegeben sind, kann der Wassergehalt im Mollier-Diagramm abgelesen werden:

$$x_3 = 11.2 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \quad (1)$$

c) Gesucht:  $\dot{m}_{w,23}$ ,  $\dot{Q}_{ab}$ ,  $\dot{Q}_{zu}$

Zustand 2: Mischung

$$\dot{m}_{\text{tr.L},2} = \dot{m}_{\text{tr.L},1} + \dot{m}_{\text{tr.L},5} \quad (2)$$

$$\text{mit } \dot{m}_{\text{tr.L},5} = \frac{1}{3} \dot{m}_{\text{tr.L},4}$$

$$\dot{m}_{\text{tr.L},2} = \dot{m}_{\text{tr.L},1} + \frac{1}{3} \dot{m}_{\text{tr.L},4} \quad (3)$$

$$\text{mit } \dot{m}_{\text{tr.L},4} = \dot{m}_{\text{tr.L},2}$$

$$\dot{m}_{\text{tr.L},2} = \dot{m}_{\text{tr.L},1} + \frac{1}{3} \dot{m}_{\text{tr.L},2} \quad (4)$$

$$\dot{m}_{\text{tr.L},2} = \frac{3}{2} \dot{m}_{\text{tr.L},1} = \frac{3}{2} \cdot 0.2 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \quad (5)$$

Punkt 2 liegt auf der Mischungsgerade zwischen 1 und 4:

$$x_1 = 30 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \quad (6)$$

$$x_4 = x_5 = 15 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \quad (7)$$

$$x_2 = \frac{2}{3}x_1 + \frac{1}{3}x_4 = \frac{2}{3} \cdot 30 \frac{\text{g}}{\text{kg}} + \frac{1}{3} \cdot 15 \frac{\text{g}}{\text{kg}} = 25 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \quad (8)$$

Somit gilt:

$$\Delta \dot{m}_{w,23} = \dot{m}_{\text{tr.L},2} \cdot (x_3 - x_2) = 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \left( 11.2 \frac{\text{g}}{\text{kg}} - 25 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \right) = \boxed{-4.14 \frac{\text{g}}{\text{s}}} \quad (9)$$

Eine Entfeuchtung der Luft beim Wassergehalt  $x_3$  erfolgt dort, wo die relative Feuchte 100 % beträgt. Im weiteren Zustand 3\* genannt.

Dementsprechend kann die Temperatur  $t_s(x_3) = 15.9^\circ\text{C}$  und somit auch die spezifische Enthalpie  $h_{1+x,3E} = 45 \text{ kJ/kg}$  (siehe Zustand 3E in Aufgabenteil d)) vom Mollier-Diagramm abgelesen werden.

Weiterhin werden folgende spezifische Enthalpien vom Mollier Diagramm abgelesen:

$$h_{1+x,3*} = 44.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}},$$

$$h_{1+x,2} = 97 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}},$$

$$h_{1+x,3} = 52.5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

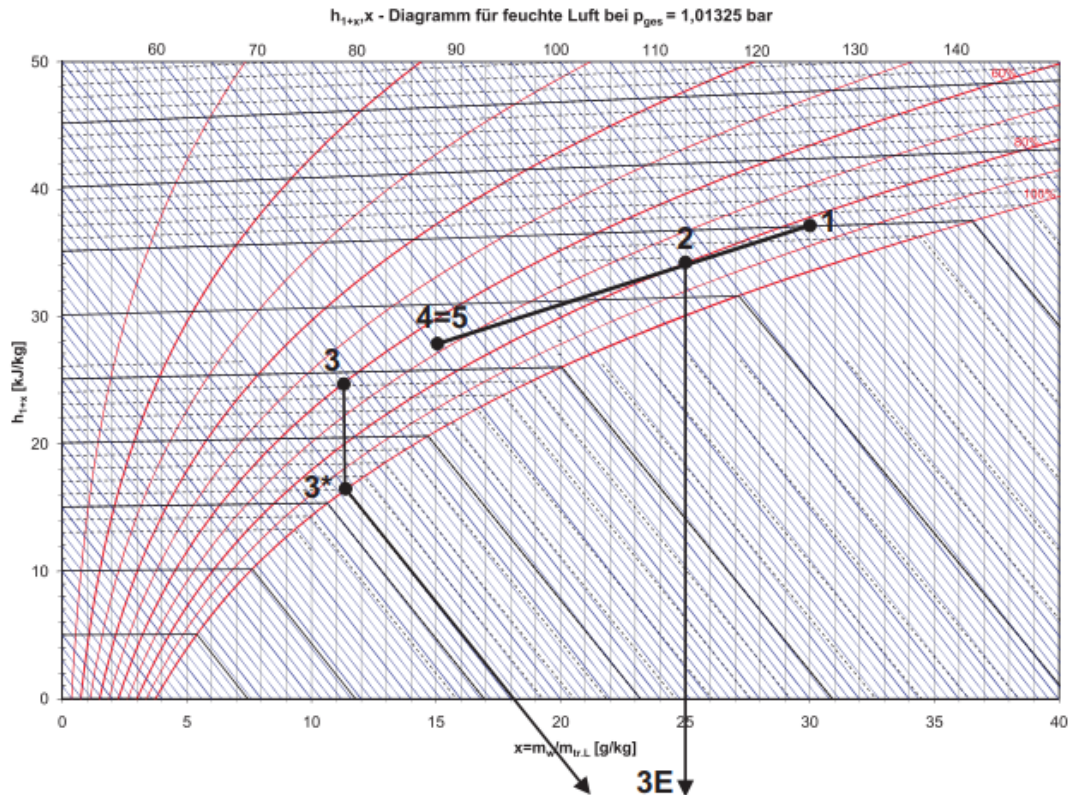
$$\dot{Q}_{\text{ab}} = \dot{m}_{\text{tr.L},2} \cdot (h_{1+x,3E} - h_{1+x,2}) \quad (10)$$

$$0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (45 - 97) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = \boxed{-15.6 \text{ kW}} \quad (11)$$

$$\dot{Q}_{\text{zu}} = \dot{m}_{\text{tr.L},2} \cdot (h_{1+x,3} - h_{1+x,3*}) \quad (12)$$

$$0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (52.5 - 44.5) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = \boxed{2.4 \text{ kW}} \quad (13)$$

d)



e)

$$\Delta \dot{m}_D = N \cdot \Delta \dot{m}_{P,D} \quad (14)$$

$$= \dot{m}_{\text{tr},L,2} \cdot \Delta x_{34} \quad (15)$$

$$= 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (15 - 11.2) \frac{\text{g}}{\text{kg}} = 1.14 \frac{\text{g}}{\text{s}} \quad (16)$$

$$N = \frac{\Delta \dot{m}_D}{\dot{m}_{P,D}} = \boxed{46 \text{ Personen}} \quad (17)$$

f) Überprüfen von b):

$$x_3 = \frac{p_{D,3}}{p_{\text{ges}} - p_{D,3}} \cdot \frac{M_W}{M_L} \quad (18)$$

$$p_{D,3} = p_{D,s,3} \cdot \varphi_3 \quad (19)$$

$$= \exp \left( 18.9141 - \frac{4010.823}{24^\circ\text{C} + 234.4623} \right) \cdot 0.6 = 17.9081 \text{ mbar} \quad (20)$$

$$x_3 = \frac{17.9081}{1013.25 - 17.9081} \cdot \frac{18.015}{28.96} = \boxed{11.1921 \frac{\text{g}}{\text{kg}}} \quad (21)$$

$$\Delta \dot{m}_{w,23} = \dot{m}_{tr,L,2} \cdot (x_3 - x_2) \quad (22)$$

$$= 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot (11.1921 - 25) \frac{\text{g}}{\text{kg}} = \boxed{-4.1424 \frac{\text{g}}{\text{s}}} \quad (23)$$

Überprüfen von c):

$$\dot{Q}_{ab} = \dot{m}_{tr,L,2} \cdot (h_{1+x,3E} - h_{1+x,2}) \quad (24)$$

$$\dot{Q}_{zu} = \dot{m}_{tr,L,2} \cdot (h_{1+x,3} - h_{1+x,3*}) \quad (25)$$

Die spezifische Enthalpie in Zustand 3\*:

$$h_{1+x,3*} = c_{p,L} \cdot t_{3*} + x_{3*} \cdot (\Delta h_v + c_{p,D} \cdot t_{3*}) \quad (26)$$

mit:

$$x_{3*} = 11.1921 \frac{\text{g}}{\text{kg}} \Rightarrow p_{D,s,3*} = 17.908 \text{ mbar} \Rightarrow t_{3*} = 15.763^\circ\text{C} \quad (27)$$

$$h_{1+x,3*} = 1.007 \cdot 15.763 + 0.0111921 \cdot (2500 + 1.86 \cdot 15.763) = 44.1817 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (28)$$

Die spezifische Enthalpie in Zustand 3:

$$h_{1+x,3} = c_{p,L} \cdot t_3 + x_3 \cdot (\Delta h_v + c_{p,D} \cdot t_3) \quad (29)$$

$$h_{1+x,3} = 1.007 \cdot 24 + 0.0111921 \cdot (2500 + 1.86 \cdot 24) = 52.6479 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (30)$$

Die spezifische Enthalpie in Zustand 3E:

$$h_{1+x,3E} = c_{p,L} \cdot t_{3E} + x_{S,3E} \cdot (\Delta h_v + c_{p,D} \cdot t_{3E}) \quad (31)$$

$$+ (x_{3E} - x_{S,3E}) \cdot (c_{p,W} \cdot t_{3E}) \quad (32)$$

mit:

$$x_{3E} = 25 \frac{\text{g}}{\text{kg}}, x_{S,3E} = 11.1921 \frac{\text{g}}{\text{kg}}, t_{3E} = 15.763^\circ\text{C} \quad (33)$$

$$h_{1+x,3E} = 1.007 \cdot 15.673 + 0.0111921 \cdot (2500 + 1.86 \cdot 15.673) + (0.025 - 0.0111921) \quad (34)$$

$$= 45.0937 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (35)$$

Die spezifische Enthalpie in Zustand 2:

$$h_{1+x,2} = \frac{1}{3}h_{1+x,4} + \frac{2}{3}h_{1+x,1} = 96.6128 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (36)$$

Die spezifische Enthalpie in Zustand 4:

$$h_{1+x,4} = 1.007 \cdot 27 + 0.015 \cdot (2500 + 1.86 \cdot 27) = 65.4423 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (37)$$

Die spezifische Enthalpie in Zustand 1:

$$h_{1+x,1} = 1.007 \cdot 35 + 0.030 \cdot (2500 + 1.86 \cdot 35) = 112.198 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \quad (38)$$

$$\dot{Q}_{ab} = 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \left( 45.0937 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 96.6128 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \quad (39)$$

$$= \boxed{-15.7293 \text{ kW}} \quad (40)$$

$$\dot{Q}_{zu} = 0.3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \left( 52.6479 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 44.1817 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right) \quad (41)$$

$$= \boxed{2.5399 \text{ kW}} \quad (42)$$