

A U F G A B E N Z U I V B : V E R D A M P F U N G

Aufgabe 4:

Einer kontinuierlich betriebenen Meerwasserentsalzungsanlage werden stündlich 15 kg Wasser von 15°C mit 3,5% Salzanteil zugeführt.

Die Flüssigkeit wird in einem Kondensator mit der Abfallwärme der Brüden auf 40°C vorgewärmt. Die kondensierten Brüden werden im Kondensator auf 25°C abgekühlt.

Die Siedetemperatur im nachfolgenden Verdampfer beträgt 75°C.

Die Heizflüssigkeit strömt mit 85°C in den Verdampfer und verlässt ihn mit 45°C.

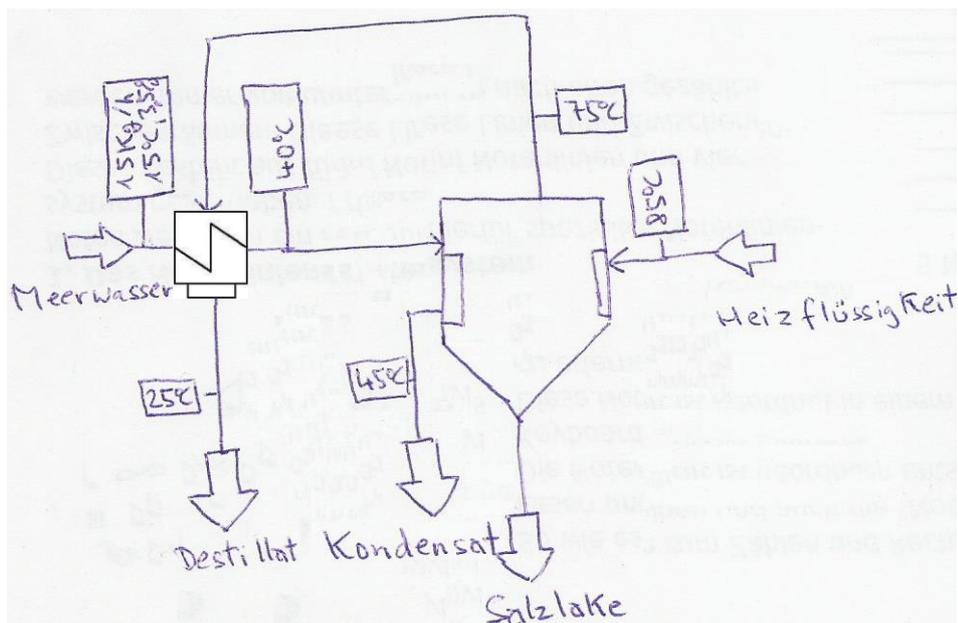
Für alle Massenströme sind die Stoffdaten von Wasser zu nehmen.

Der Verdampfer hat einen U-Wert von 450W/(m²K). Die mittlere Temperaturdifferenz bei der Wärmeübertragung beträgt 15°K.

- a) Zeichne ein Verfahrensbild mit Grundinformationen nach DIN EU ISO 10628 der Anlage.
- b) Wie groß ist der Massenstrom an destilliertem Wasser?
- c) Wie groß ist der Massenanteil des Salzes in der Salzlake?
- d) Wie hoch muss der Druck im Verdampfer sei?
- e) Wie groß muss der Massenstrom an Heizflüssigkeit sein?
- f) Welche Wärmeaustauschfläche braucht der Verdampfer?

Lösung 4:

a)



b)

Bilanz am Wärmetauscher:

Kondensationswärme der Brüden + Abkühlwärme = Vorwärme Meerwasser

$$\dot{Q}_{V,LM} + \dot{Q}_{L,LM} = \dot{Q}_{zu,A}$$

$$\dot{m}_{LM} \cdot r_{LM} + \dot{m}_{LM} \cdot c_L \cdot \Delta T_{LM} = \dot{m}_A \cdot c_L \cdot \Delta T_A$$

$$\dot{m}_{LM} = \frac{\dot{m}_A \cdot c_L \cdot \Delta T_A}{r_{LM} + c_L \cdot \Delta T_{LM}}$$

$$= \frac{15 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 4,178 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (40 - 15) \text{K}}{2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 4,178 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (75 - 25) \text{K}}$$

$$\dot{m}_{LM} = 0,64 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

c)

Massenbilanz Salz:

$$m_A \cdot w_A = m_K \cdot w_K \quad (1)$$

Massenstrom gesamt:

$$\dot{m}_A = \dot{m}_K + \dot{m}_{LM} \quad (2)$$

(2) und (1)

$$w_K = w_A \cdot \frac{\dot{m}_A}{\dot{m}_A - \dot{m}_{LM}}$$

$$= 3,5\% \cdot \frac{15}{15 - 0,64}$$

$$w_K = 3,65\%$$

d)

p aus Diagramm:

$$T = 75^\circ\text{C}, p = 350 \text{ mbar}$$

e)

$$\begin{aligned}\dot{Q}_L &= \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \\ &= 15 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{3600} \frac{\text{h}}{\text{s}} \cdot 4,178 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \cdot (75-40)\text{K}\end{aligned}$$

$$\dot{Q}_L = 0,61 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned}\dot{Q}_V &= \dot{m}_{LM} \cdot r_{LM} \\ &= 0,64 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot \frac{1}{3600} \frac{\text{h}}{\text{s}} \cdot 2257 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\end{aligned}$$

$$\dot{Q}_V = 0,40 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{\text{ges}} = \dot{Q}_L + \dot{Q}_V$$

$$\dot{Q}_{\text{ges}} = 1,01 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_H = \dot{m}_H \cdot c \cdot \Delta T \stackrel{!}{=} \dot{Q}_{\text{ges}}$$

$$\begin{aligned}\dot{m}_H &= \frac{\dot{Q}_{\text{ges}}}{c \cdot \Delta T} \\ &= \frac{1,01 \text{ kW}}{4,178 \cdot (85 - 45)\text{K}} \\ &= 6,05 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}}\end{aligned}$$

$$\dot{m}_H = 21,77 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

f)

$$Q_{\text{ges}} = U \cdot A \cdot \Delta T$$

$$\begin{aligned}A &= \frac{Q_{\text{ges}}}{U \cdot \Delta T_m} \\ &= \frac{1,01 \text{ kW} \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{kW}}}{450 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \cdot 15\text{K}}\end{aligned}$$

$$A = 0,15 \text{ m}^2$$