

Aufgabe 20.1

Zum Klimatisierung der Fahrgasträume werden Reisebusse mit Klimaanlage ausgestattet. An einem Gewittertag saugt die Klimaanlage eines Busses Luft aus der Umgebung im Zustand 1 mit $p = 1.013\,25\text{ bar}$, $t_1 = 35\text{ °C}$, $x_1 = 30\text{ g/kg}$ und $\dot{m}_{\text{tr.L}} = 0.2\text{ kg/s}$ an. Die Luft wird in einer Mischkammer mit der Abluft aus dem Bus (Zustand 5) gemischt.

In der sich anschließenden Klimakammer des Busses kann die Luft entweder durch Zufuhr von (flüssigem) Wasser mit $t_w = 18\text{ °C}$ befeuchtet oder durch Abscheiden von flüssigem Wasser durch Kondensation getrocknet werden. Außerdem wird die Luft auf die gewünschte Temperatur gekühlt oder erwärmt. Die Luft soll die Klimakammer im Zustand 3 mit $\varphi_3 = 60\%$, $t_3 = 24\text{ °C}$ verlassen und in den Fahrgastraum strömen. Zwei Drittel der Luft verlassen den Fahrgastraum im Zustand 4 ($t_4 = 27\text{ °C}$, $x_4 = 15\text{ g/kg}$), während ein Drittel der Luft in unverändertem Zustand in die Mischkammer zurückgeführt wird. Alle Kammern können als adiabat betrachtet werden.

- Skizzieren Sie das Prozessschema der Klimaanlage.
Die Aufgabenteile b) und c) sollen mit Hilfe des Diagramms gelöst werden.
- Wie groß ist der Wassergehalt der Luft im Zustand 3?
- Wie viel Wasser muss der Luft in der Klimakammer pro Sekunde zugesetzt oder entnommen werden? Welche Kühl- und Heizleistung wird in der Klimakammer benötigt?
- Tragen Sie alle Zustände der feuchten Luft in ein h_{1+x}, x - Diagramm ein.
- Berechnen Sie wie viele Fahrgäste im Bus sitzen, unter der Annahme, dass jeder 1.5 g Wasserdampf pro Minute ausatmet.
- Überprüfen Sie die Werte von b) und c) rechnerisch.

Hinweise:

Der Druck in der Klimaanlage ist konstant und beträgt $1.013\,25\text{ bar}$.

Luft und Wasserdampf sind als ideale Gase zu behandeln.

Stoffdaten für feuchte Luft:

$$c_{p,\text{Luft}} = 1.007\text{ kJ}/(\text{kg K})$$

$$c_{p,\text{Wasserdampf}} = 1.86\text{ kJ}/(\text{kg K})$$

$$c_{p,\text{Wasser}} = 4.19\text{ kJ}/(\text{kg K})$$

$$M_{\text{Luft}} = 28.96\text{ g/mol}$$

$$M_{\text{Wasser}} = 18.015\text{ g/mol}$$

$$R_m = 8.314\,472\text{ J}/(\text{mol K})$$

Dampfdruckkurve von Wasserdampf über Wasser:

$$\ln\left(\frac{p}{\text{mbar}}\right) = 18.9141 - \frac{4010.823}{\frac{t}{\text{°C}} + 234.4623}$$

