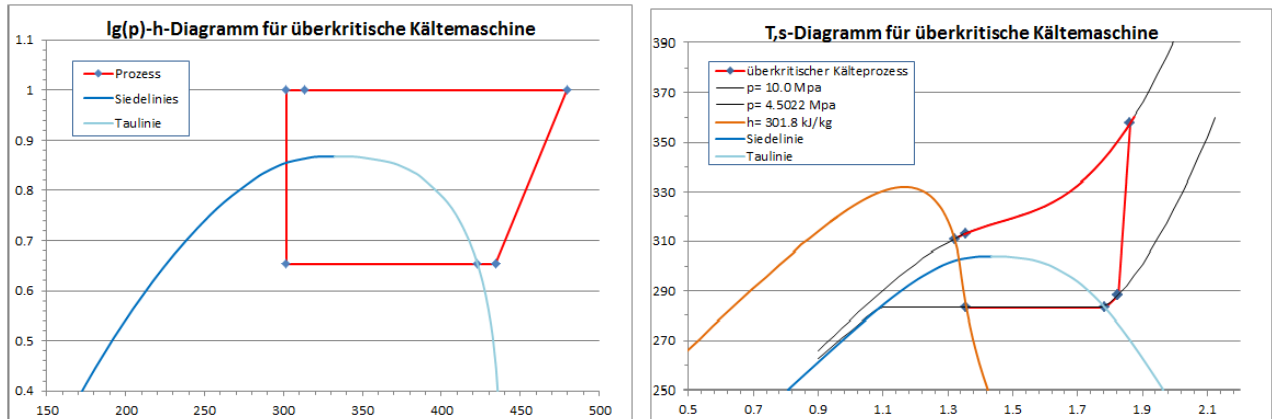
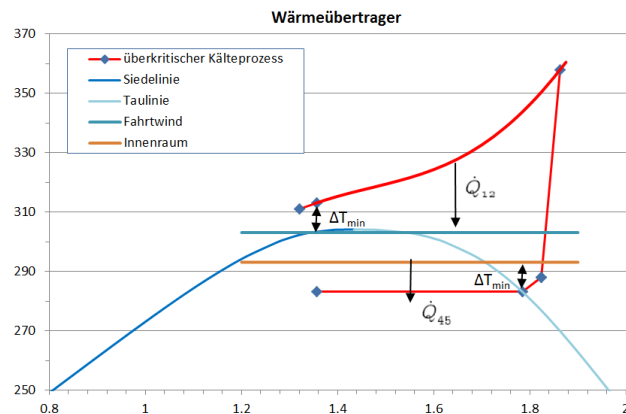


# Musterlösung Aufgabe 1: «Kältemaschine: CO<sub>2</sub> Klimaanlage»

## I. TEILAUFGABE A) ⇒ 6 PUNKTE



## II. TEILAUFGABE B) ⇒ 2 PUNKTE



$$\text{Verdampfer: } T_s = T_{innen} - \Delta T_{min} = 20^\circ\text{C} - 10\text{K} = 10^\circ\text{C} = 283.15\text{ K}$$

$$p_s(283.15\text{K}) = 4.5022\text{ MPa}$$

$$\text{Gaskühler: } T_2 = T_{ausser} + \Delta T_{min} = 30^\circ\text{C} + 10\text{K} = 40^\circ\text{C} = 313.15\text{ K}$$

## III. TEILAUFGABE C) ⇒ 3 PUNKTE

$$\text{innerer Wärmeübertrager: } \Delta h_{23} = -\Delta h_{56} \Rightarrow h_3 - h_2 = -h_6 + h_5$$

aus Tabellen:

$$h_5 = h''(283.15K) = 422.884 \frac{kJ}{kg}; \quad h_6(288.15K, p_5) = 434.164 \frac{kJ}{kg}; \quad h_2(313.15K, 10MPa) = 313.042 \frac{kJ}{kg}$$

$$\Rightarrow h_3 = -h_6 + h_5 + h_2 = 301.762 \frac{kJ}{kg}$$

$$\text{Interpolation: } t_3 = \frac{h_3 - h_u}{h_o - h_u} \cdot (t_o - t_u) + t_u = \frac{301.762 - 289.518}{313.042 - 289.518} \cdot (313.15 - 308.15)K + 308.15K = 310.752K$$

#### IV. TEILAUFGABE D) $\Rightarrow$ 3 PUNKTE

$$\dot{Q}_{45} = \dot{m} \cdot (h_5 - h_4) = 1kW \quad \text{mit } h_4 = h_3 = 301.762 \frac{kJ}{kg}$$

$$\Rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{Q}_{45}}{h_5 - h_4} = 0.008256 \frac{kg}{s} = 29.72 \frac{kg}{h}$$

Falls c) nicht gelöst wurde:  $h_3^*$  interpoliert mit  $T_3 = 305.15K$

$$\Rightarrow h_3^* = 278.78 \frac{kJ}{kg} \Rightarrow \dot{m}^* = 0.006939 \frac{kg}{s}$$

#### V. TEILAUFGABE E) $\Rightarrow$ 3 PUNKTE

$$\eta_{SV} = \frac{h_{1s} - h_6}{h_1 - h_6} \quad s_{1s} = s_6 = 1.881 \frac{kJ}{kgK}$$

$$\text{Interpolation } h_{1s} = \frac{1.881 - 1.8637}{1.8872 - 1.8637} \cdot (488.312 - 479.834) + 479.834 = 486.075 \frac{kJ}{kg}$$

$$h_1 = \frac{h_{1s} - h_6}{\eta_{SV}} + h_6 = 508.323 \frac{kJ}{kg}$$

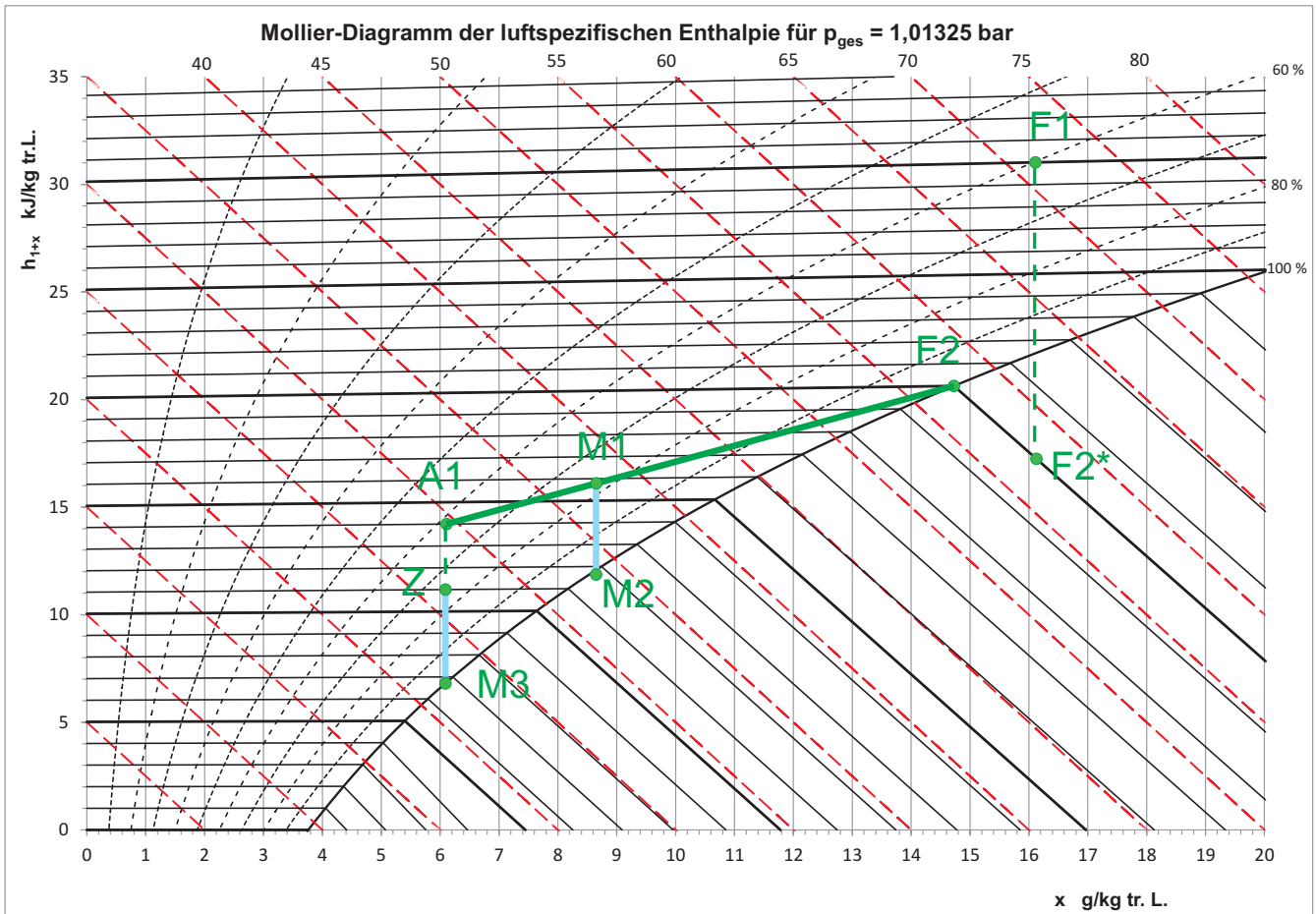
$$\Rightarrow P_{61} = \dot{m} \cdot (h_1 - h_6) = 0.612 kW \quad \text{mit } \dot{m}^* \Rightarrow P_{16} = 0.5146kW$$

#### VI. TEILAUFGABE F) $\Rightarrow$ 1 PUNKTE

- geringere Kompressionsleistung notwendig
- Überhitzung vor dem Verdichter: keine Gefahr von eintretenden Tröpfchen
- niedrigere Enthalpie im Punkt 3, also auch im Punkt 4  $\rightarrow$  höhere Wärmeleistung kann aufgenommen werden bzw. Gaskühler kann kleiner dimensioniert werden (für selbe Kälteleistung)

# Musterlösung Aufgabe 2: «Klimaanlage»

## I. TEILAUFGABE A) ⇒ 2 PUNKTE



## II. TEILAUFGABE B) ⇒ 1 PUNKT

$$v_{1+x,A1} = (R_L + x_{A1} \cdot R_W) \frac{T_{A1}}{p}$$

$$x_{A1} = x_Z = 6 \frac{g(Wasser)}{kg(Luft)} = 0.006 \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} \quad (\text{abgelesen aus Diagramm})$$

$$T_{A1} = (14 + 273.15) \text{ K} = 287.15 \text{ K}$$

$$v_{1+x,A1} = (0.2871 + 0.006 \cdot 0.4615) \frac{kJ}{kg} \cdot \frac{287.15 \text{ K}}{1.01325 \text{ bar}} = 0.82147 \frac{m^3}{kg}$$

$$\dot{m}_{tr.Luft} = \frac{\dot{V}_{A1}}{v_{1+x,A1}} = \frac{73 \frac{m^3}{h}}{0.82147 \frac{m^3}{kg}} = 88.86 \frac{kg}{h} = 0.02468 \frac{kg}{s}$$

**III. TEILAUFGABE C) ⇒ 3 PUNKTE**

$$h_{1+x,F_1} = 71 \frac{kJ}{kg} \text{ (abgelesen aus Diagramm)}$$

$$h_{1+x,F_{2*}} = 57.5 \frac{kJ}{kg} \text{ (abgelesen aus Diagramm)}$$

$$\Delta h_{1+x,F_1F_{2*}} = (71 - 57.5) \frac{kJ}{kg} = 13.5 \frac{kJ}{kg}$$

$$\dot{Q}_{W\ddot{U}_1} = 0.3 \cdot \dot{m}_{tr,Luft} \cdot \Delta h_{1+x,F_1F_{2*}} = 0.3 \cdot 0.02468 \frac{kg}{s} \cdot 13.5 \frac{kJ}{kg} = 0.099954 kW = 99.954 W$$

$$x_{F_1} = 16 \frac{g(Wasser)}{kg(Luft)} = 0.016 \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} \text{ (abgelesen aus Diagramm)}$$

$$x_{F_2} = 14.6 \frac{g(Wasser)}{kg(Luft)} = 0.0146 \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} \text{ (abgelesen aus Diagramm)}$$

$$\Delta x_{F_1F_2} = (0.016 - 0.0146) \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} = 0.0014 \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} = 14 \frac{g(Wasser)}{kg(Luft)}$$

$$\dot{m}_{W,W\ddot{U}_1} = 0.3 \cdot \dot{m}_{tr,Luft} \cdot \Delta x_{F_1F_2} = 0.3 \cdot 0.02468 \frac{kg}{s} \cdot 14 \frac{g(Wasser)}{kg(Luft)} = 0.010366 \frac{g}{s} = 37.32 \frac{g}{h}$$

**IV. TEILAUFGABE D) ⇒ 2 PUNKTE**

$$\text{Mischungsgerade A1-F2 (s. Diagramm)} \Rightarrow L_{A_1M_1} = 0.3 \cdot L_{A_1F_2} = 0.3 \cdot 11.2 = 3.36 \text{ cm}$$

$$x_{M_1} = 8.5 \frac{g(Wasser)}{kg(Luft)} = 0.0085 \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} \text{ (abgelesen aus Diagramm)}$$

$$t_{M_1} = 15.8 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (abgelesen aus Diagramm)}$$

**V. TEILAUFGABE E) ⇒ 6 PUNKTE**

$$x_{A_1} = x_Z = 0.622 \cdot \frac{\varphi_Z \cdot p_s(T_Z)}{p_{ges} - \varphi_Z \cdot p_s(T_Z)}$$

$$p_s(T_Z) = \exp\left(18.8314 - \frac{3964.8072}{11 + 232.8977}\right) \text{ mbar} = 13.136 \text{ mbar}$$

$$x_{A_1} = 0.622 \cdot \frac{0.74 \cdot 0.013136}{1.01325 - 0.74 \cdot 0.013136} \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} = 0.006025 \frac{kg(Wasser)}{kg(Luft)} = 6.025 \frac{g(Wasser)}{kg(Luft)}$$

$$h_{1+x,A_1} = c_{p,L} \cdot t_{A_1} \frac{kJ}{kg} + x_{A_1} \cdot \left(\Delta^V h + c_{p,W_D} \cdot t_{A_1}\right) \frac{kJ}{kg}$$

$$h_{1+x,A_1} = 1.007 \cdot 14 \frac{kJ}{kg} + 0.006025 \cdot \left(2500 + 1.86 \cdot 14\right) \frac{kJ}{kg} = 29.32 \frac{kJ}{kg}$$

$$x_{F_2} = 0.622 \cdot \frac{p_s(T_{F_2})}{p_{ges} - p_s(T_{F_2})}$$

$$p_s(T_{F_2}) = \exp\left(18.8314 - \frac{3964.8072}{20 + 232.8977}\right) \text{ mbar} = 23.427 \text{ mbar}$$

$$x_{F_2} = 0.622 \cdot \frac{0.023427}{p_{ges} - 0.023427} = 0.014721 \frac{\text{kg(Wasser)}}{\text{kg(Luft)}} = 14.721 \frac{\text{g(Wasser)}}{\text{kg(Luft)}}$$

$$h_{1+x,F_2} = c_{p,L} \cdot t_{F_2} \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + x_{F_2} \cdot \left(\Delta^V h + c_{p,WD} \cdot t_{F_2}\right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{1+x,F_2} = 1.007 \cdot 20 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0.014721 \cdot \left(2500 + 1.86 \cdot 20\right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 57.49 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$x_{M_1} \cdot \dot{m}_{tr.Luft} = x_{A_1} \cdot 0.7 \cdot \dot{m}_{tr.Luft} + x_{F_2} \cdot 0.3 \cdot \dot{m}_{tr.Luft}$$

$$x_{M_1} = 0.7 \cdot x_{A_1} + 0.3 \cdot x_{F_2}$$

$$x_{M_1} = 0.7 \cdot 0.006025 + 0.3 \cdot 0.014721 \frac{\text{kg(Wasser)}}{\text{kg(Luft)}} = 0.0086338 \frac{\text{kg(Wasser)}}{\text{kg(Luft)}} = 8.634 \frac{\text{g(Wasser)}}{\text{kg(Luft)}}$$

$$h_{1+x,M_1} \cdot \dot{m}_{tr.Luft} = h_{1+x,A_1} \cdot 0.7 \cdot \dot{m}_{tr.Luft} + h_{1+x,F_2} \cdot 0.3 \cdot \dot{m}_{tr.Luft}$$

$$h_{1+x,M_1} = 0.7 \cdot h_{1+x,A_1} + 0.3 \cdot h_{1+x,F_2}$$

$$h_{1+x,M_1} = \left(0.7 \cdot 29.32 + 0.3 \cdot 57.49\right) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 37.77 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$t_{M_1} = \left(\frac{h_{1+x,M_1} - x_{M_1} \cdot 2500}{1.007 + x_{M_1} \cdot 1.86}\right) ^\circ\text{C} = \left(\frac{37.77 - 0.0086338 \cdot 2500}{1.007 + 0.0086338 \cdot 1.86}\right) ^\circ\text{C} = 15.82 ^\circ\text{C}$$

Massenstrom tr. Luft neu berechnen:

$$v_{1+x,A_1} = (0.2871 + 0.006025 \cdot 0.4615) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{287.15 \text{ K}}{1.01325 \text{ bar}} = 0.8215 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\dot{m}_{tr.Luft} = \frac{\dot{V}_{A_1}}{v_{1+x,A_1}} = \frac{73 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{0.8215 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} = 88.862 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 0.02468 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

**VI. TEILAUFGABE F) ⇒ 2 PUNKTE**

siehe Aufgabenteil a)

**VII. TEILAUFGABE G) ⇒ 4 PUNKTE**

$$h_{1+x,Z} = c_{p,L} \cdot t_Z \frac{kJ}{kg} + x_Z \cdot \left( \Delta^V h + c_{p,WD} \cdot t_Z \right) \frac{kJ}{kg}$$

$$h_{1+x,Z} = 1.007 \cdot 11 \frac{kJ}{kg} + 0.006025 \cdot \left( 2500 + 1.86 \cdot 11 \right) \frac{kJ}{kg} = 26.26 \frac{kJ}{kg}$$

$$p_s(T_{M_3}) = \frac{x_Z \cdot p_{ges}}{0.622 + x_Z} = \frac{0.006025 \cdot p_{ges}}{0.622 + 0.006025} \text{ mbar} = 9.721 \text{ mbar}$$

Umstellung der Gleichung der Dampfdruckkurve nach t:

$$\ln(p_s(t)) = A - \frac{B}{t+C} \quad \text{mit } A = 18.8314, B = 3964.8072, C = 232.8977$$

$$\Leftrightarrow t = \frac{B}{A - \ln(p_s(t))} - C$$

$$t_{M_3} = \left( \frac{3964.8072}{18.8314 - \ln(p_s(t_{M_3}))} - 232.8977 \right) \text{ } ^\circ\text{C} = \left( \frac{3964.8072}{18.8314 - \ln(9.721)} - 232.8977 \right) \text{ } ^\circ\text{C} = 6.56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_{1+x,M_3} = c_{p,L} \cdot t_{M_3} \frac{kJ}{kg} + x_Z \cdot \left( \Delta^V h + c_{p,WD} \cdot t_{M_3} \right) \frac{kJ}{kg}$$

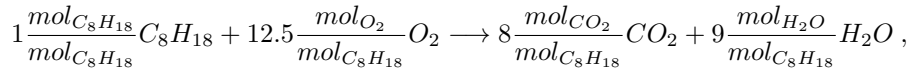
$$h_{1+x,M_3} = 1.007 \cdot 6.56 \frac{kJ}{kg} + 0.006025 \cdot \left( 2500 + 1.86 \cdot 6.56 \right) \frac{kJ}{kg} = 21.74 \frac{kJ}{kg}$$

$$\Delta h_{1+x,M_3Z} = h_{1+x,Z} - h_{1+x,M_3} = \left( 26.26 - 21.74 \right) \frac{kJ}{kg} = 4.52 \frac{kJ}{kg}$$

$$\dot{Q}_{W\ddot{u}_2} = \Delta h_{1+x,M_3Z} \cdot \dot{m}_{tr.Luft} = 4.52 \frac{kJ}{kg} \cdot 0.02468 \frac{kg}{s} = 0.11155 \text{ kW} = 111.55 \text{ W}$$

### Aufgabe 3

a) Geben Sie die Reaktionsgleichung für die gesuchte Verbrennungsreaktion an (aus K4,F10 folgt)



mit den Stöchiometrikoeffizienten

$$\nu'_{C_8H_{18}} = -1 \quad , \quad \nu'_{O_2} = -12.5 \quad , \quad \nu''_{CO_2} = 8 \quad , \quad \nu''_{H_2O} = 9$$

b) Berechnen Sie, zunächst, die Verbrennungsenthalpie im Standardzustand ( $T_\theta, p_\theta$ ), bezogen auf 1 mol  $C_8H_{18}$ . Im Standardzustand liegen sowohl das Iso-Oktan, wie auch das Wasser in flüssiger Form vor (aus K4,F22 folgt)

$$\begin{aligned} \Delta^R h_\theta &= 8 \frac{\text{mol}_{CO_2}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \left( -393.6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{CO_2}} \right) + 9 \frac{\text{mol}_{H_2O}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \left( -286 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{H_2O(l)}} \right) \\ &\quad - 1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \left( -259.3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \right) - 12.5 \frac{\text{mol}_{O_2}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \left( 0.0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \right) \\ &= -5463.5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} . \end{aligned}$$

c) Da die Reaktion, jedoch bei  $T_R = 600K$  abläuft, soll nun die Berechnung der Verbrennungsenthalpie in diesem Zustand erfolgen. Die Siedetemperatur des Iso-Oktans und des Wassers liegen zwischen der Standardtemperatur und der Reaktionstemperatur, deshalb muss man auch den Phasenübergang beider Stoffe berücksichtigen (aus K4,F27 und Übungsaufgabe 17 folgt)

$$\begin{aligned} \Delta^R h_\theta &+ \int_{T_\theta}^{T_R} dT \left( \nu''_{CO_2} \cdot c_{pCO_2(g)} \right) + \int_{T_\theta}^{T_s} dT \left( \nu''_{H_2O} \cdot c_{pH_2O(l)} \right) + \nu''_{H_2O} \Delta^V h_{H_2O} + \int_{T_s}^{T_R} dT \left( \nu''_{H_2O} c_{pH_2O(g)} \right) \\ &= \Delta^R h(T_R) + \int_{T_\theta}^{T_s} dT \left( |\nu'_{C_8H_{18}}| \cdot c_{pC_8H_{18}(l)} \right) + |\nu'_{C_8H_{18}}| \cdot \Delta^V h_{C_8H_{18}} + \int_{T_s}^{T_R} dT \left( |\nu'_{C_8H_{18}}| \cdot c_{pC_8H_{18}(g)} \right) \\ &\quad + \int_{T_\theta}^{T_R} dT \left( |\nu'_{O_2}| \cdot c_{pO_2(g)} \right) , \end{aligned}$$

somit ergibt sich

$$\begin{aligned} \Delta^R h(T_R) &= -5463.5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} + 8 \frac{\text{mol}_{CO_2}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.0433 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{CO_2} K} (600K - 298.15K) \\ &\quad + 9 \frac{\text{mol}_{H_2O}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.0755 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{H_2O} K} (356.21K - 298.15K) \\ &\quad + 9 \frac{\text{mol}_{H_2O}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 41.44 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{H_2O}} + 9 \frac{\text{mol}_{H_2O}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.0347 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{H_2O} K} (600K - 356.21K) \\ &\quad - 1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.257 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}} K} (300.90K - 298.15K) - 1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 34.98 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \\ &\quad - 1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.28 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}} K} (600K - 300.9K) \\ &\quad - 12.5 \frac{\text{mol}_{O_2}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.0306 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}} K} (600K - 298.15K) \end{aligned}$$

und folglich

$$\Delta^R h(T_R) = -5105.284 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} < \Delta^R h_\theta .$$

Verläuft die Reaktion unter diesen Bedingungen exo- oder endotherm ?

Die Reaktion verläuft (stark) exotherm.

d) Bei moderater Fahrt regelt die Steuereinheit den Stoffmengenstrom des Kraftstoffs auf  $\dot{n} = 0.01 \text{ mol/s}$ . Berechnen Sie die vom Antriebsstrang aufgenommene Leistung unter der Annahme, dass 32% der vom Verbrennungsmotor erzeugten Wärmeleistung nutzbar sind (aus K4, F32/33 folgt).

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}_{12}}{1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{s}} &= \int_{T_{E1}}^{T_S} dT \left( |\nu'_{C_8H_{18}}| \cdot c_{p_{C_8H_{18}(l)}} \right) + |\nu'_{C_8H_{18}}| \cdot \Delta^V h_{C_8H_{18}} + \int_{T_S}^{T_R} dT \left( |\nu'_{C_8H_{18}}| \cdot c_{p_{C_8H_{18}(g)}} \right) \\ &+ \int_{T_{E2}}^{T_R} dT \left( |\nu'_{O_2}| \cdot c_{p_{O_2(g)}} \right) + \Delta^R h(T_R) + \int_{T_R}^{T_A} dT \left( \nu''_{CO_2} \cdot c_{p_{CO_2(g)}} \right) \\ &+ \int_{T_R}^{T_A} dT \left( \nu''_{H_2O} \cdot c_{p_{H_2O(g)}} \right), \end{aligned}$$

Alternativer Weg über die Standardreaktionsenthalpie

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}_{12}}{1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{s}} &= \int_{T_{E1}}^{T_\theta} dT \left( |\nu'_{C_8H_{18}}| \cdot c_{p_{C_8H_{18}(l)}} \right) + \int_{T_{E2}}^{T_\theta} dT \left( |\nu'_{O_2}| \cdot c_{p_{O_2(g)}} \right) \\ &+ \Delta^R h_\theta + \int_{T_\theta}^{T_A} dT \left( \nu''_{CO_2} \cdot c_{p_{CO_2(g)}} \right) \\ &+ \int_{T_\theta}^{T_S} dT \left( \nu''_{H_2O} \cdot c_{p_{H_2O(l)}} \right) + \nu''_{H_2O} \cdot \Delta^V h_{H_2O} + \int_{T_S}^{T_A} dT \left( \nu''_{H_2O} \cdot c_{p_{H_2O(g)}} \right), \end{aligned}$$

es ergibt sich

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}_{12}}{1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{s}} &= 1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.257 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}} \text{K}} (300.90\text{K} - 291.15\text{K}) + 1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 34.98 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \\ &+ 1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.28 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}} \text{K}} (600\text{K} - 300.90\text{K}) \\ &+ 12.5 \frac{\text{mol}_{O_2}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.0306 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}} \text{K}} (600\text{K} - 293.15\text{K}) \\ &+ 8 \frac{\text{mol}_{CO_2}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.0433 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{CO_2}} (540\text{K} - 600\text{K}) \\ &+ 9 \frac{\text{mol}_{H_2O}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.0347 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{H_2O}} (540\text{K} - 600\text{K}) \\ &- 5105.284 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \\ \frac{\dot{Q}_{12}}{1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{s}} &= -4906.202 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}}. \end{aligned}$$

Da nur 32% der erzeugten Wärmeleistung in mechanische Leistung umgewandelt werden kann, ergibt sich für  $P_{12}$  pro Stoffmengenstrom Brennstoff

$$\frac{P_{12}}{1 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{s}} = 0.32 \cdot |-4906.202| \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} = 1569.985 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}},$$

und mit dem angegebenen Stoffmengenstrom ergibt sich für die vom Antriebsstrang aufgenommene Leistung bei moderater Fahrt

$$P_{12} = 1569.985 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}_{C_8H_{18}}} \cdot 0.01 \frac{\text{mol}_{C_8H_{18}}}{s} = 15.67 \text{ kW}.$$



Dampfdruckkurve des Wassers

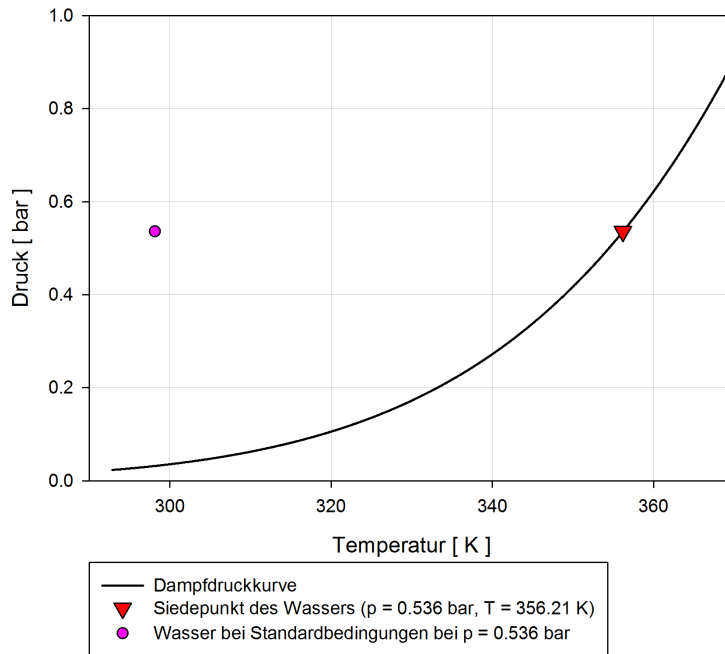


Abbildung 1: Im Standardzustand liegt Wasser flüssig vor, da der Partialdruck des Wassers (bei Standardtemperatur) größer als der Dampfdruck ist.

Dampfdruckkurve des Isooctans

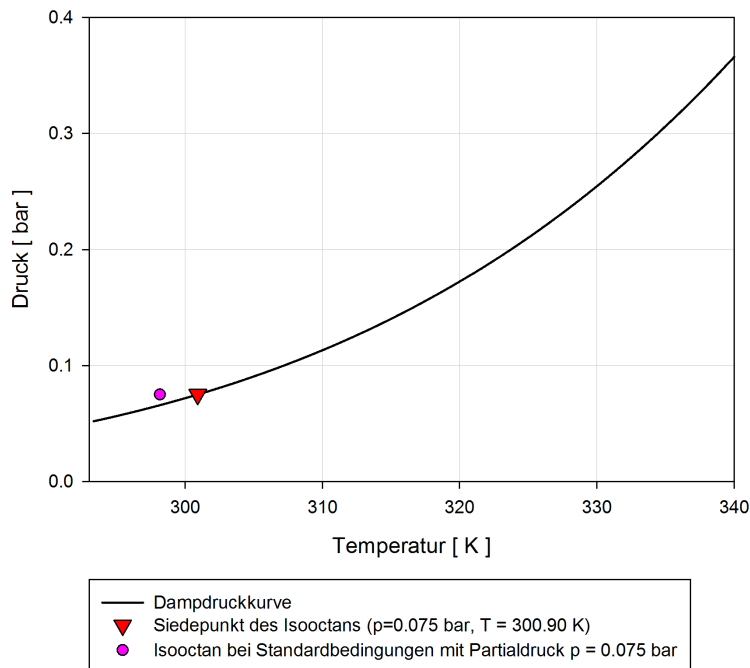


Abbildung 2: Im Standardzustand liegt das Isooctan ebenfalls flüssig vor, da auch hier der Partialdruck (bei Standardtemperatur) größer als der Dampfdruck ist