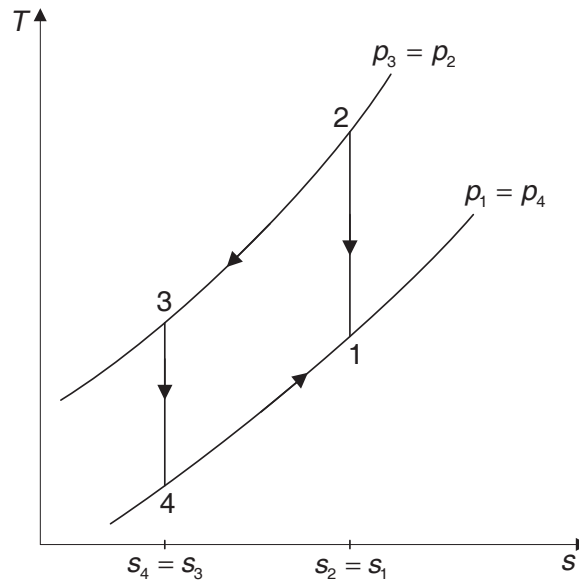


Lösung 15.1: Idealisierter linkslaufender Kreisprozess.

$$T_2 = T_1 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 565.7 \text{ K}, \quad \vartheta_2 = 292.7^\circ\text{C}$$

$$T_3 = T_4 \left(\frac{p_3}{p_4} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} = 488.5 \text{ K}, \quad \vartheta_3 = 215.5^\circ\text{C}$$

$$c_{pL} = \frac{\kappa}{\kappa - 1} R_L = 1005.2 \text{ K/kg K}$$

a.

$$\dot{Q}_{23} = \dot{m}_L (h_3 - h_2) = \dot{m}_L c_{pL} (\vartheta_3 - \vartheta_2) = -155.2 \text{ kW}$$

b.

$$\dot{Q}_{41} = \dot{m}_L (h_1 - h_4) = \dot{m}_L c_{pL} (\vartheta_1 - \vartheta_4) = 80.4 \text{ kW}$$

c.

$$P_T = \dot{m}_L (h_4 - h_3) = \dot{m}_L c_{pL} (\vartheta_4 - \vartheta_3) = -473.4 \text{ kW}$$

d.

$$P_K = \dot{m}_L (h_2 - h_1) = \dot{m}_L c_{pL} (\vartheta_2 - \vartheta_1) = 548.2 \text{ kW}$$

e.

$$P_{el} = \sum P = P_K + P_T = P_K - |P_T| = 74.8 \text{ kW}$$

f.

$$\varepsilon_{WP} = \frac{|\dot{Q}_{23}|}{P_{el}} = 2.08$$

Lösung 15.2: Kälteanlage mit R134a als Kältemittel.

a. -

b. siehe nächste Seite

c.

	p [bar(a)]	ϑ [°C]	h [kJ/kg]
ZP 1	2	-2.1	398.2
ZP 2 _s	8	44.1	428.1
ZP 2	8	56.1	440.8
ZP 3	8	26.3	236.2
ZP 4	2	-10.1	236.2

$$\vartheta_{Verd} = -10.1^\circ\text{C}$$

$$\vartheta_{Kond} = 31.3^\circ\text{C}$$

d.

$$\dot{Q}_0 = -\dot{m}_{KS} c_{p,KS} (\vartheta_{KS\omega} - \vartheta_{KS\alpha}) = 35.3 \text{ kW}$$

e.

$$\dot{Q}_{41} = -\dot{Q}_0 = \dot{m}_{KM} (h_1 - h_4)$$

$$\dot{m}_{KM} = \frac{\dot{Q}_{41}}{h_1 - h_4} = 0.218 \text{ kg/s}$$

f.

$$P_{el} = \frac{1}{\eta_{m,e}} \dot{m}_{KM} (h_2 - h_1) = 10.9 \text{ kW}$$

g.

$$\dot{Q}_{23} = \dot{m}_{KM} (h_3 - h_2) = -44.6 \text{ kW}$$

h.

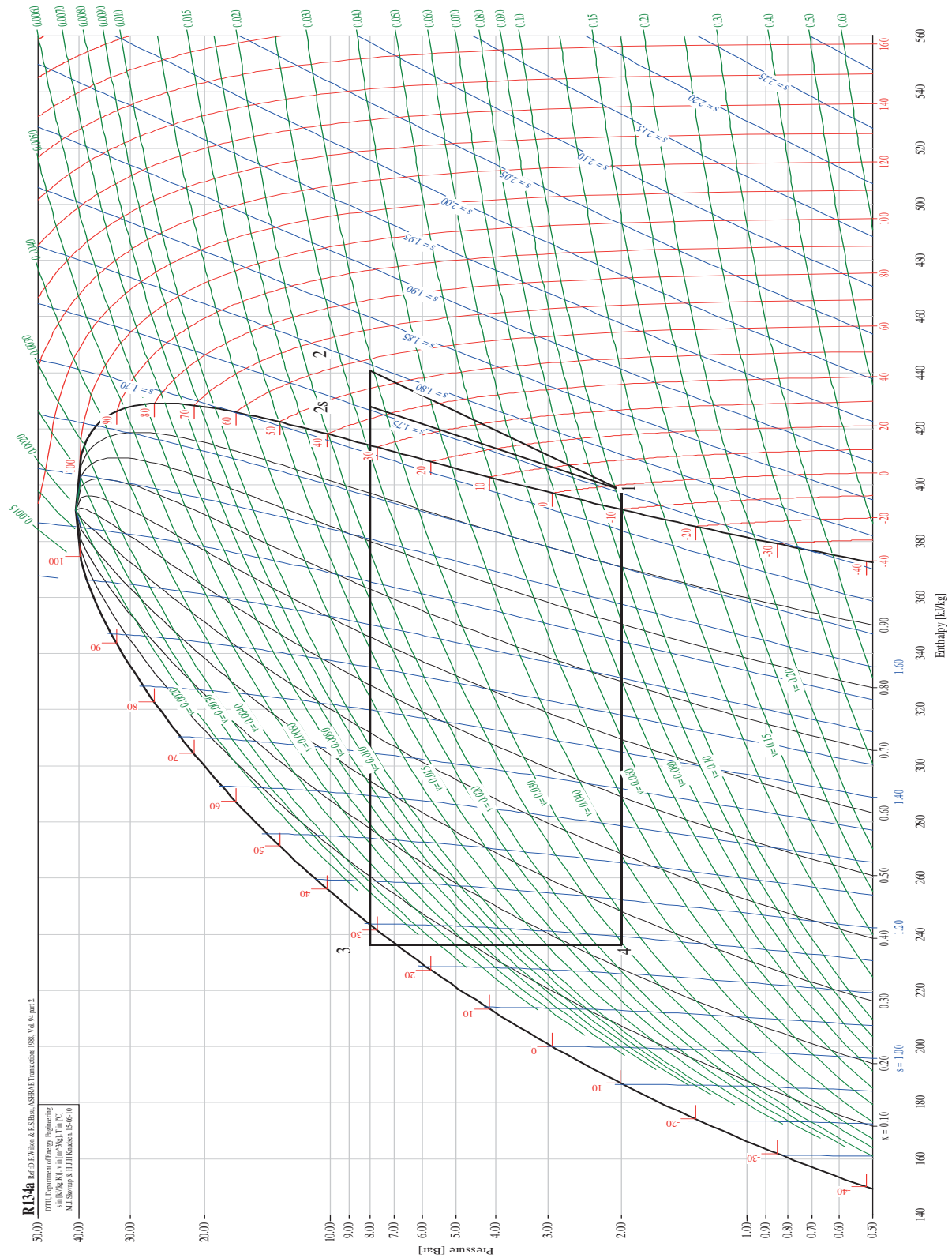
$$\varepsilon_{KA} = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Aufwand}} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = 3.80$$

i.

$$\zeta_{KA} = \frac{COP_{KA}}{\varepsilon_{Carnot\ KA}} = \frac{COP_{KA}}{\frac{T_{Verd}}{\Delta T_{Hub}}} = 0.51$$

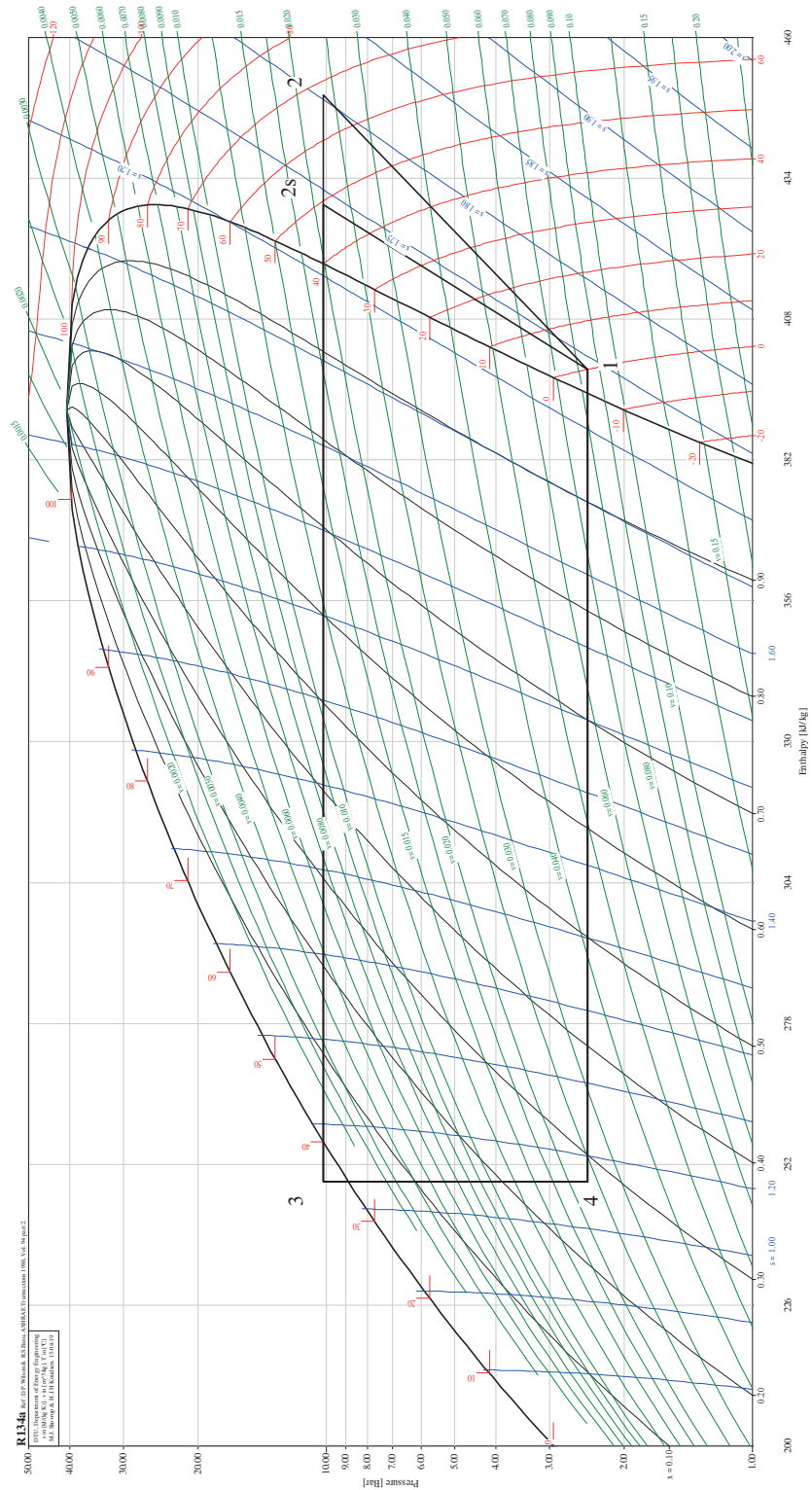
$$\varepsilon_{Carnot\ KA} = \frac{T_{Verd}}{T_{Kond} - T_{Verd}} = 6.35$$

$$COP_{KA} = \frac{\dot{Q}_{zu}}{P_{el}} = \frac{\dot{Q}_0}{P_{el}} = 3.24$$

log p , h -Diagramm

Lösung 15.3: Luft/Wasser-Wärmepumpe mit R134a als Arbeitsfluid.

a. Darstellung im $\log p, h$ -Diagramm:



b. Werte aus log p, h -Diagramm mit Cool Pack ermittelt:

	p [bar(a)]	ϑ [°C]	h [kJ/kg]
ZP 1	2.43	0.0	398.75
ZP 2s	10.2	49.4	429.12
ZP 2	10.2	64.0	445.47
ZP 3	10.2	35.0	248.75
ZP 4	2.43	-5.0	248.75

Rechnerische Ermittlung von Punkt 2:

$$\eta_s = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1} \Rightarrow h_2 = \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_s} + h_1 = 445.47 \text{ kJ/kg}$$

Energiebilanz am Verdampfer:

$$0 = \dot{m}_{KM} h_4 + \dot{Q}_U - \dot{m}_{KM} h_1$$

$$\dot{Q}_U = \dot{m}_{KM} (h_1 - h_4)$$

$$\dot{m}_{KM} = \frac{\dot{Q}_U}{h_1 - h_4} = 0.040 \text{ kg/s}$$

c. Berechnung zugeführte elektrische Kompressorleistung P_{KP} :

Berechnung innere Kompressorleistung P_{KPi}

$$P_{KPi} = \dot{m}_{KM} (h_2 - h_1) = 1.87 \text{ kW}$$

Zugeführte elektrische Kompressorleistung P_{KP} :

$$P_{KP} = \frac{P_{KPi}}{\eta_{PK}} = 2.2 \text{ kW}$$

d. Energiebilanz am Kondensator:

$$0 = \dot{m}_{KM} h_2 - \dot{Q}_K - \dot{m}_{KM} h_3$$

$$\dot{Q}_K = \dot{Q}_H = \dot{m}_{KM} (h_2 - h_3) = 7.87 \text{ kW}$$

e. Vorlauftemperatur des Heizwassers:

$$\dot{Q}_K = \dot{m}_{HW} c_{pHW} (\vartheta_{VL} - \vartheta_{RL}) \Rightarrow \vartheta_{VL} = \vartheta_{RL} + \frac{\dot{Q}_K}{\dot{m}_{HW} c_{pHW}} = 34.9^\circ\text{C}$$