

Musterlösung zu Aufgabe 1, H'01:

- a) Verfahrensschema (s. gedruckte Musterlösung)
 b) Siehe h-s-Diagramm der gedruckten Musterlösung

Punkt	p / bar	h / kJ/kg	g / °C	Beschreibung
1	60	604,67	143,62	Der Anzapfmassenstrom wird bei 4 bar gerade vollständig kondensiert (x=0). Die Enthalpieerhöhung durch die Pumpe kann vernachlässigt werden. Außerdem ist $g_1 = g_4^*$, weil "das Speisewasser bis zur zum Anzapfdruck gehörenden Sättigungstemperatur erwärmt wird": $h_1 = h_4^* = h_3^* = 604,67$ kJ/kg (Tabelle).
2	60	3250	430	Schnittpunkt der 430°C-Isothermen mit der 60 bar-Isobaren: "Der Wassermassenstrom wird im Kessel erwärmt (143 °C → 275,55 °C), verdampft (x = 0 → x = 1) und auf 430 °C überhitzt.
3	4	2600	143,6	Isentrope (adiabate) Entspannung: Schnittpunkt der 6,5 kJ/kgK-Isentropen mit der 4 bar-Isobaren. Nassdampf mit x=0,92
4	4	3300	430	Schnittpunkt der 4 bar-Isobaren mit der 430°C-Isothermen (Zwischenüberhitzung)
5	0,05	2500	32,9	Entspannung ins Nassdampfgebiet (x=0,98)
6	0,05	137,77	32,9	Kondensation entlang der 0,05 bar-Isobaren bis x=0
7	60	137,77	32,9	Die Enthalpieerhöhung durch die Speisewasserpumpe ist wegen der Inkompressibilität des Wassers vernachlässigbar und im h-s-Diagramm nicht darstellbar
3*	4	604,67	143,62	Kondensation auf x=0
4*	60	604,67	143,62	Enthalpieerhöhung durch die Pumpe vernachlässigbar

- c) Energiebilanz des Speisewasser-Vorwärmers:

Das Anzapf-Fluid wird gerade auf x=0 kondensiert – die Enthalpie sinkt auf den (Siedepunkts-)Wert bei $p_3^* = 4$ bar .

$$\dot{m}' \cdot (h_3 - h_3^*) = (\dot{m} - \dot{m}') \cdot (h_1 - h_7) \Rightarrow \frac{\dot{m}}{\dot{m}'} - 1 = \frac{h_3 - h_3^*}{h_1 - h_7} \Rightarrow \dot{m}' = \dot{m} \cdot \left(\frac{h_3 - h_3^*}{h_1 - h_7} + 1 \right)^{-1}$$

Das Wasser des Hauptmassenstroms wird bis „zur zum Anzapfdruck ($p_3 = 4$ bar) gehörenden Sättigungstemperatur ($g_3 = 143,62$ °C) erwärmt. Dies entspricht einer Enthalpieerhöhung von $h_7 = 137,77$ kJ auf $h_1 = 604,67$ kJ .

$$\dot{m}' = 300 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot \left(\frac{2600 - 604,67}{604,67 - 137,77} + 1 \right)^{-1} = \underline{\underline{56,9 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}}$$

$$P_{HD} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_3) \cdot \eta_{HD} = \underline{\underline{163,8 \text{ MW}}}$$

$$P_{ND} = (\dot{m} - \dot{m}') \cdot (h_4 - h_5) = \underline{\underline{195 \text{ MW}}}$$

$$\text{d) } \dot{Q}_{\text{Kondensator}} = (\dot{m} - \dot{m}') \cdot (h_5 - h_6) = \underline{\underline{574 \text{ MW}}}$$

$$\text{e) } \eta = \frac{w}{w + q_{ab}} = \frac{P_{HD} / \dot{m} + P_{ND} / (\dot{m} - \dot{m}')}{P_{HD} / \dot{m} + P_{ND} / (\dot{m} - \dot{m}') + \dot{Q} / (\dot{m} - \dot{m}')} = \frac{(h_2 - h_3) \cdot \eta_{HD} + h_4 - h_5}{(h_2 - h_3) \cdot \eta_{HD} + h_4 - h_6} = \underline{\underline{36,3\%}}$$

(vergl. KEH 2, Übungsaufgabe 4.5, S. L18)

- f) Die zugeführte Wärme wird im Kessel und im Zwischenüberhitzer auf das Wasser übertragen:

$$\dot{Q}_{zu} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1) + (\dot{m} - \dot{m}') \cdot (h_4 - h_5)$$

$$\dot{m}_{\text{Kohle}} = \frac{\dot{Q}_{zu}}{\eta_{DE} \cdot 10 \text{ MJ/kg}} = \underline{\underline{116 \frac{\text{kg}}{\text{s}}}}$$