

Institut für Technische Verbrennung
Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Pitsch

– **Aufgabenstellung** –

Thermodynamik I

SS 2014

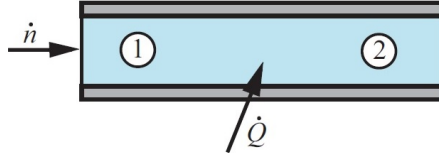
Aachen, den 22. September 2014

Bachelorprüfung

1 Aufgabe (10 Punkte)

In einem Vorwärmer einer Verbrennungsanlage wird ein Volumenstrom von Sauerstoff bei Umgebungsdruck erwärmt. Berechnen Sie die Änderung des Enthalpiestromes. Kineticische und potentielle Energien können vernachlässigt werden.

Geg.: $p_1 = p_2 = p_u = 1 \text{ bar}$, $\dot{V}_1 = 80 \text{ m}^3/\text{h}$, $T_1 = 25^\circ\text{C}$, $T_2 = 150^\circ\text{C}$, $\kappa = 1,4$.

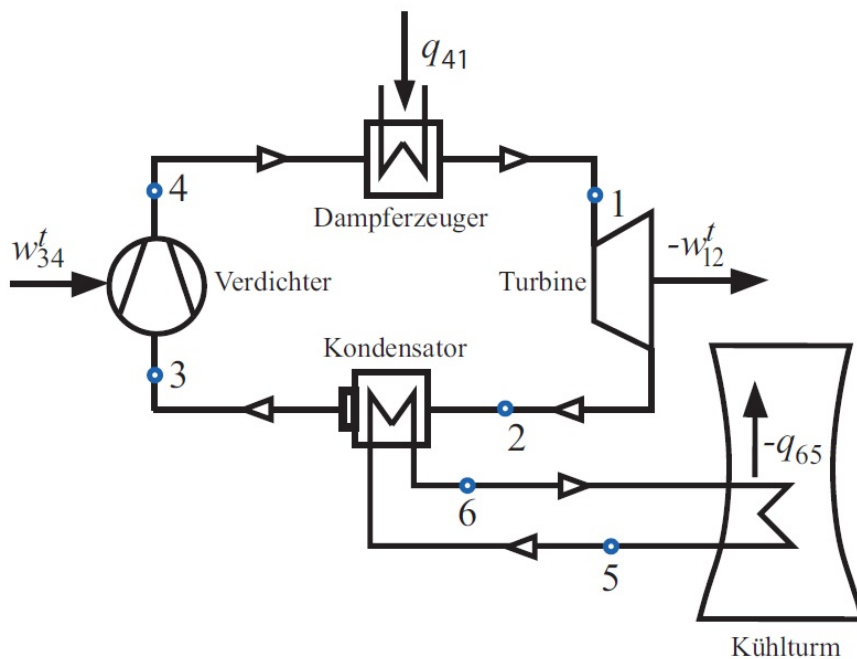


Bestimmen Sie:

- den Molenstrom von Sauerstoff (mol/s). 3 Pkt.
- die Änderung der molaren Enthalpie, wenn Sauerstoff als ideales zweiatomiges Gas betrachtet wird (J/mol). 3 Pkt.
- den zuzuführenden Wärmestrom (J/s). 4 Pkt.

2 Aufgabe (30 Punkte)

In einem Kraftwerk wird ein Dampfkraftprozess ($\dot{m}_D = 50 \text{ kg/s}$) zur Stromerzeugung betrieben. Frischdampf des Zustands 1 ($T_1 = 550^\circ\text{C}$, $p_1 = 17,5 \text{ MPa}$) wird in einer adiabaten Turbine auf den Zustand 2 ($p_2 = 10,0 \text{ kPa}$, $x_2 = 0,857$) entspannt. Im adiabaten Kondensator wird der Dampf vom Zustand 2 durch isobare Wärmeabfuhr gerade vollständig verflüssigt. Das Kühlwasser erwärmt sich im Kondensator vom Zustand 5 ($T_5 = 20^\circ\text{C}$) auf den Zustand 6 ($T_6 = 40^\circ\text{C}$). Das Kondensat vom Zustand 3 wird in der adiabaten Speisewasserpumpe auf den Zustand 4 verdichtet ($w_{34}^t = 18 \text{ kJ/kg}$). Im anschließenden Dampferzeuger wird isobar Frischdampf vom Zustand 1 erzeugt. Änderungen äußerer Energien können vernachlässigt werden. Flüssiges Wasser kann als ideale Flüssigkeit mit konstanter Wärmekapazität ($c_w = 4,18 \text{ k/KgK}$) angesehen werden.



- a) Skizzieren Sie den Vorgang im p, v -Diagramm. Berücksichtigen Sie in Ihrem Diagramm die Sättigungslinien. 6 Pkt.

Bestimmen Sie:

- b) die abgegebene Leistung der Turbine (MW). 7 Pkt.
 c) den im Kondensator abgeführten Wärmestrom \dot{Q}_{23} (MW) und den erforderlichen Kühlwasserstrom \dot{m}_K (kg/s). 7 Pkt.
 d) den im Dampferzeuger zugeführten Wärmestrom \dot{Q}_{41} (MW). 6 Pkt.
 e) den thermischen Wirkungsgrad η_{th} des Kreisprozesses. 4 Pkt.

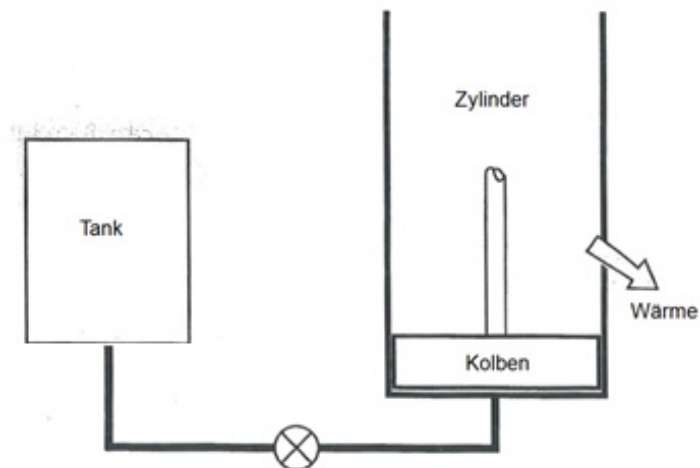
3 Aufgabe (10 Punkte)

Das Kühlmittel R-134a wird mittels eines Kompressors kontinuierlich verdichtet. Das Kühlmittel tritt mit 4°C als gesättigter Dampf in den Verdichter ein und verlässt ihn bei einem Druck von 1,2 MPa. Der adiabate Wirkungsgrad des Kompressors beträgt 75%. Kinetische und potentielle Energien können vernachlässigt werden. Bestimmen Sie:

- a) die spezifische Verdichterarbeit (kJ/kg). 5 Pkt.
- b) die Auslasstemperatur des Kühlmittels ($^{\circ}\text{C}$). 5 Pkt.

4 Aufgabe (40 Punkte)

Ein gut isolierter Tank enthält $0,1 \text{ m}^3$ Dampf im Zustand 1 ($4,5 \text{ MPa}$, 900°C). Der Tank ist mit einem leeren Kolben-Zylinder-System über ein Ventil verbunden. Das Ventil wird geöffnet und der Kolben im Zylinder hebt sich an und erzeugt einen Druck von 15 kPa , während der Zylinder sich füllt. Der Prozess endet, wenn der Druck im Tank auf 15 kPa gefallen ist. Während dieses Prozesses werden 2000 kJ Energie verloren (als Wärme oder als Arbeit). Die Umgebungstemperatur beträgt 20°C und der Prozess darf als reversibel betrachtet werden. Kinetische und potentielle Energien können vernachlässigt werden.



- a) Zeigen Sie die Zustandsänderung im Tank sowie den Endzustand im Zylinder in einem T - s -Diagramm. Berücksichtigen sie in ihrem Diagramm die Sättigungslinien. 10 Pkt.

Bestimmen Sie:

- b) die Endtemperatur im Tank ($^\circ\text{C}$). 5 Pkt.
 c) das Volumen des Zylinders im Endzustand (m^3). 10 Pkt.
 d) den Wärmeverlust aus dem Zylinder (kJ). 5 Pkt.
 e) die in diesem Prozess erzeugte Entropie (kJ/K). 10 Pkt.