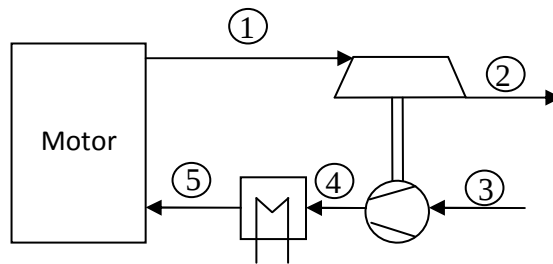


Aufgabe

Während er seiner liebsten Tätigkeit nachgeht, fragt sich ein thermodynamisch interessierter Hausmann, welche Leistung P_{max} aus der Abluft $\dot{m}_L = 0,001 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ eines stationär arbeitenden Staubsaugers maximal gewonnen werden kann.

Die Abluft kann als ideales Gas mit $\kappa = 1,4$ und $R = 287 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ angenommen werden. Sie verlässt den Staubsauger mit der Temperatur $T_1 = 303 \text{K}$ und dem Druck $p_1 = 1,2 \text{ bar}$. In dem zu reinigenden Zimmer herrscht der Druck $p_u = 1 \text{ bar}$ und die Temperatur $T_u = 293 \text{K}$.

Aufgabe 7.4



Der Wirkungsgrad von Dieselmotoren kann durch Abgasturboaufladung verbessert werden. Das Abgas ($\dot{m} = 0,064 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$) mit dem Zustand 1 ($p_1 = 1,7 \text{ bar}$, $T_1 = 940 \text{ K}$) verlässt den Motor und expandiert anschließend in der Abgasturbine polytrop ($n = 1,2$) und adiabat auf den Druck $p_2 = p_u$. Die Turbine ist ausschließlich zum Antrieb eines Verdichters (Lader vorgesehen), welcher Umgebungsluft vom Zustand 3 (=Umgebungsdruck), $p_u = 1 \text{ bar}$ und $T_u = 290 \text{ K}$, polytrop ($n = 1,54$) und adiabat auf den Druck p_4 verdichtet. Danach wird die Luft im Ladeluftkühler isobar und reibungsfrei auf die Temperatur $T_5 = T_u$ heruntergekühlt, bevor sie in den Motor eintritt. Zur Kühlung dient das „Reservoir“ Umgebung.

Annahmen: Der Betrieb der gesamten Anlage kann als stationär angesehen werden. Die im Motor zugeführte Brennstoffmasse kann vernachlässigt werden. Luft und Abgas können als ideale Gase mit gleichen Stoffwerten behandelt werden ($c_p = 1,05 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times \text{K}}$, $R = 0,287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times \text{K}}$). Änderungen der äußeren Energien sind zu vernachlässigen.

a) Skizzieren Sie die Zustandsänderungen qualitativ in einem rechtwinkligen h,s-Diagramm.

b) Berechnen Sie T_2 , T_4 , p_4

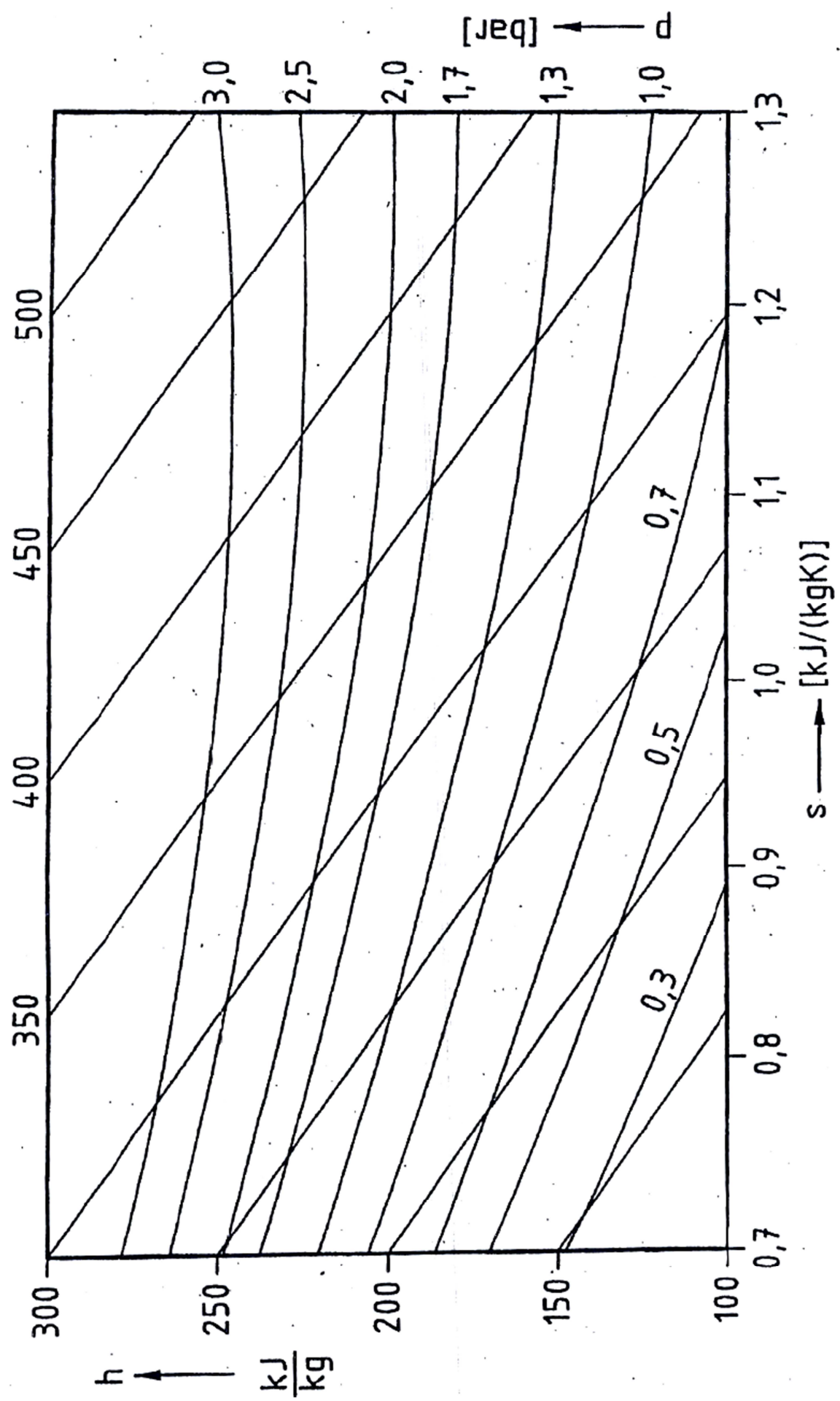
c) Zeichnen Sie in das beigegefügte h,s-Diagramm für Luft die Zustandspunkte 3,4 und 5 ein und konstruieren Sie die Umgebungsgerade.

Stellen Sie im Diagramm dar und lesen Sie ab:

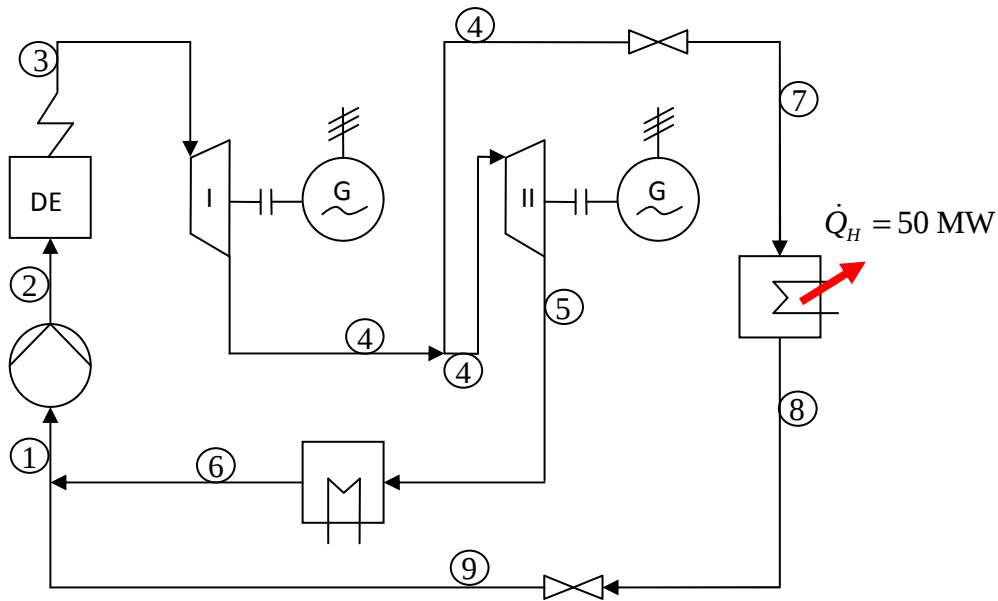
d) die spezifischen Exergien e_{4u} und e_{5u}

e) die spezifischen Exergieverluste $e_{v_{34}}$ und $e_{v_{45}}$

f) Zeichnen Sie in das Diagramm für Luft die Isobare $p = 4 \text{ bar}$ ein, indem Sie die Punkte für die Temperaturen $T = 286 \text{ K}$, $T = 381 \text{ K}$ und $T = 476 \text{ K}$ bestimmen.



Aufgabe 8.8



Zur Beheizung einer Wohnsiedlung über Fernheizung wird ein Wärmestrom von $\dot{Q}_H = 50 \text{ MW}$ benötigt. Zur Einsparung von Energiekosten und Primärenergie soll die Kraft-Wärme-Kopplung, d.h. die Kopplung von Elektrizitätserzeugung und Fernwärmeversorgung, eingesetzt werden.

Hierzu wird der Heizkreisprozess mit einem Dampfkraftprozess kombiniert (siehe Skizze).

Siedendes Wasser ($\dot{m} = 80 \frac{\text{t}}{\text{h}}$) vom Zustand 1 ($p_1 = 0,04 \text{ bar}$) wird isentrop auf den Druck $p_2 = 90 \text{ bar}$ gepumpt und anschließend in einem Dampfkessel isobar verdampft und auf $\vartheta_3 = 550^\circ \text{C}$ überhitzt. In einer ersten Turbinenstufe (I) erfolgt eine polytrope Expansion auf den Zwischendruck $p_4 = 8 \text{ bar}$.

Ein Teil dieses entspannten Dampfes wird als Heizdampfstrom $\dot{m}_H$ in das Fernheizungsnetz eingespeist. In der Heizungsanlage wird er zunächst auf den Betriebsdruck von $p_7 = 1,2 \text{ bar}$ gedrosselt ($\vartheta_7 = 260^\circ \text{C}$). Danach kondensiert der Dampf bei konstantem Druck. Das entstehende Kondensat wird so weit abgekühlt, dass nach erneuter Drosselung auf den Kondensatordruck $p_1 = p_9 = 0,04 \text{ bar}$ gerade siedendes Wasser (Zustand 1=9) entsteht.

Die Restdampfmenge $\dot{m} - \dot{m}_H$ vom Zustand 4 wird in einer zweiten Turbinenstufe (II) polytrop auf den Kondensatordruck $p_1 = p_5 = 0,04 \text{ bar}$ entspannt. Der entstehende Nassdampf ($x_5 = 0,9$) kondensiert im Kondensator vollständig, so dass ebenfalls gerade siedendes Wasser entsteht (Zustand 6=1).

Annahmen: Die Leistung $\dot{W}_{t_{12}}$ der Speisewasserpumpe und Druckverluste in den Leitungen inklusive Wärmeaustauschern sind vernachlässigbar. Die Turbinen, Drosseln, Leitungen und die Speisepumpe sind adiabat. Die äußeren Energien sind vernachlässigbar.

a) Skizzieren Sie den Prozess in einem h,s -Diagramm.

b) Berechnen Sie das Verhältnis von Heizdampfstrom zum Gesamtstrom $\dot{m}_H / \dot{m}$.

c) Welche Leistung liefern die beiden Turbinenstufen zusammen?

d) Bestimmen Sie grafisch mit Hilfe des h,s-Diagramms für Wasserdampf den Exergieverlust der Turbinenstufe I ($T_u = 293 \text{ K}$).

e) Ermitteln sie grafisch die Differenz der Exergieströme zwischen dem abgezweigten Dampfstrom unmittelbar hinter der Turbinenstufe I (Zustand 4) und dem Ort des Verbrauchers (Zustand 7).

Verwenden Sie zur Lösung das h,s-Diagramm.