

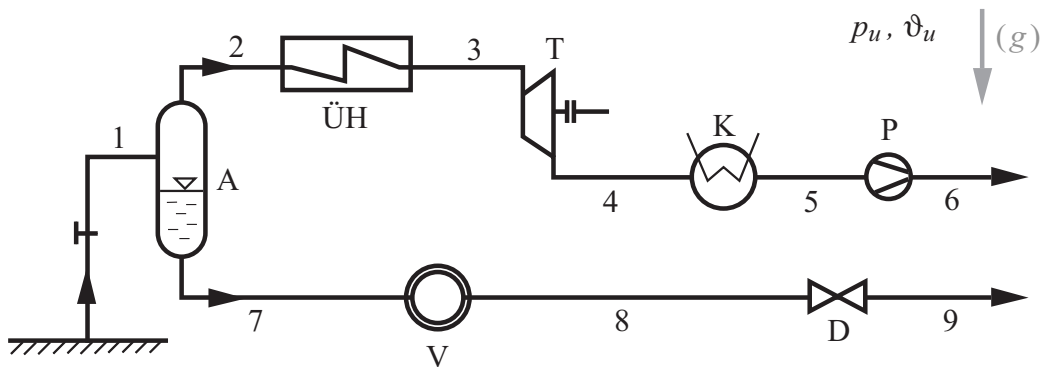
## Aufgabe 2 Thermodynamik I H12

Geothermische Energie soll zum Heizen und zur Stromerzeugung genutzt werden. Dazu wird der im Zustand 1 aus dem Boden kommende Nassdampfstrom  $\dot{m}$  in einem adiabaten Abscheider A isobar in Dampf- und Flüssigkeitsphase, Zustände 2 und 7, getrennt. Der Dampf wird in einem Überhitzer ÜH erhitzt, Zustand 3, und anschließend in einer Turbine T mit isentropem Wirkungsgrad  $\eta_{sT}$  auf den Zustand 4 im Nassdampfgebiet entspannt. Danach wird der Dampf im Kondensator K gerade vollständig kondensiert und das Kondensat, Zustand 5, in einer Pumpe P mit isentropem Wirkungsgrad  $\eta_{sP}$  auf den Umgebungsdruck gebracht. Das den Abscheider verlassende, siedende Wasser vom Zustand 7 gibt Wärme an einen Verbraucher V ab und wird anschließend in der Drossel D als Wasser, Zustand 9, der Umgebung zugeführt.

Annahmen: Abscheider, Überhitzer, Verbraucher und Kondensator seien isobar, Turbine und Pumpe sowie Drossel adiabat. Verluste in den Rohrleitungen, kinetische und pot. Energien seien vernachlässigbar.

geg.:  $\dot{m}$ ,  $p_u$ ,  $\vartheta_u$ ,  $\eta_{sT}$ ,  $\eta_{sP}$ ,  $(\vec{g})$ , kompl. Zustandsdaten von Wasser als Tabelle:  $h, s, p, \vartheta, v, h', h'', s', s''$

- Zustand 1:  $p_1, p_1 > p_u, v_1$   
 Zustand 3:  $p_3 = p_2, \vartheta_3$   
 Zustand 4:  $p_4$  mit  $p_4 \ll p_u, (x_4 < 1)$   
 Zustand 5:  $p_5 = p_4, x_5 = 0$   
 Zustand 6:  $p_6 = p_u$   
 Zustand 9:  $p_9 = p_u, \vartheta_9$



ges.:

- a) Tragen Sie den Prozess qualitativ, aber sorgfältig in ein  $h,s$ -Diagramm ein!

Bestimmen Sie

- b) den Dampfgehalt  $x_1$  im Abscheider rechnerisch aus den Zuständen der ein- und austretenden Massenströme sowie die spezifische Enthalpie  $h_1$  des eintretenden Massenstroms,  
 c) die Wärmestrom  $\dot{Q}_{23}$  und die Turbinenleistung  $P_{34}^t$ ,  
 d) den Wärmestrom  $\dot{Q}_{45}$  und die Pumpenleistung  $P_{56}^t$  sowie die Temperatur  $\vartheta_6$ , mit der der Massenstrom die Pumpe verlässt,  
 e) den Wärmestrom  $\dot{Q}_{78}$ ,  
 f) die Exergieverlustströme der Turbine  $\dot{E}_{V,T}$ , der Drossel  $\dot{E}_{V,D}$  und des Abscheiders  $\dot{E}_{V,A}$ !

Zeigen Sie,

- g) dass der spezifische Exergieverlust  $e_{V,\text{ÜH}}$  des Arbeitsmediums im isobaren Überhitzer Null ist!