

Aufgabe 1: Thermodynamische Potentiale, Maxwell-Relationen (10 Punkte)

- Wie lautet der Zusammenhang zwischen Freier Enthalpie G und Freier Energie F bzw. zwischen Freier Enthalpie G und Enthalpie H ? (2 Punkte)
- Wie lautet das Differenzial der Freien Enthalpie eines einkomponentigen Systems variabler Teilchenzahl als Funktion ihrer natürlichen Variablen? Welchen thermodynamischen Zustandsgrößen entsprechen den partiellen Ableitungen von G nach ihren natürlichen Variablen? (2 Punkte)
- Zur Beschreibung welcher thermodynamischen Systeme ist die Freie Enthalpie besonders geeignet? Worin liegt die Bedeutung der Freien Enthalpie für die Gleichgewichtsthermodynamik? (2 Punkte)
- Ergänzen Sie die Maxwell-Relationen (Zustandsgrößen p, V, T, S): (4 Punkte)

$$\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T = \left(-\right) \quad \text{und} \quad \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial p}\right)_S$$

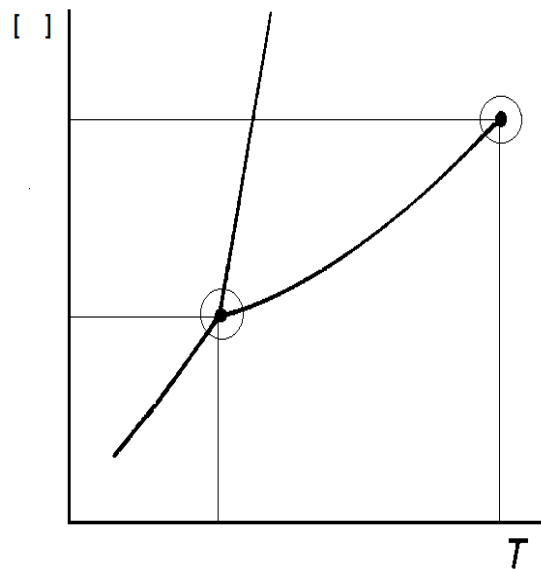
Aufgabe 2: Offene Gasturbine (18 Punkte)

Eine Gasturbine arbeitet nach dem Joule-Prozess (je 2 isobare und adiabate Teilprozesse). Das Arbeitsmedium sei ein ideales Gas.

- Skizzieren Sie den Prozess im pV - und TS -Diagramm. Nummerieren Sie die Anfangs- bzw. Endpunkte der Teilprozesse (beginnend mit der adiabatischen Kompression) und geben Sie die Umlaufrichtung an. (4 Punkte)
- Berechnen Sie für jeden der 4 Teilprozesse (1, 2, 3, 4) ΔU , ΔW und ΔQ als Funktion der Temperaturen T_i ($i = 1 - 4$) und geben Sie jeweils das Vorzeichen (> 0 , < 0 , $= 0$) dieser Änderungen an. (8 Punkte)
- Berechnen Sie für die isobare Kompression von V_4 auf V_1 die Entropieänderung des Systems als Funktion von T_1 und T_4 . Berechnen Sie weiters die Gesamtentropiebilanz (System und Umgebung) dieses Teilprozesses, wenn die Umgebung die konstante untere Temperatur dieses Teilprozesses hätte. (3 Punkte)
- Der Wirkungsgrad der Gasturbine kann durch Wärmerückführung erhöht werden. Begründen Sie qualitativ anhand der Definition des Wirkungsgrades, weshalb mit Wärmerückführung eine Erhöhung des Wirkungsgrades erzielt werden kann. Skizzieren Sie ein TS -Diagramm analog zu (a) und markieren Sie darin die intern übertragene Wärme. (3 Punkte)

Aufgabe 3: Phasendiagramm / Clausius-Clapeyron-Gleichung (17 Punkte)

- a) Übertragen Sie das Diagramm auf Ihr Lösungsblatt, ergänzen Sie fehlende Achsenbeschriftung und kennzeichnen Sie die verschiedenen Aggregatzustände. (2,5 Punkte)
- b) Entspricht nebenstehendes Phasendiagramm eher dem von Wasser oder dem von CO_2 ? Begründen Sie! (2 Punkte)
- c) Welche Bedeutung kommt den Linien in diesem Phasendiagramm zu, welche den markierten Punkten? Wie lautet die thermodynamische Bedingung für die Koexistenz zweier bzw. dreier Phasen bei vorgegebenem p bzw. T ? (3,5 Punkte)



- d) Wie lautet die *Clausius-Clapeyron-Gleichung* für den Fall der Koexistenz der flüssigen und gasförmigen Phase? Benennen Sie die einzelnen in der Gleichung auftauchenden Größen. Was sagt die *Clausius-Clapeyron-Gleichung* aus? (4 Punkte)
- e) Von welcher Ordnung sind die Phasenübergänge des Stoffes, welcher durch obiges Phasendiagramm beschrieben wird? Zeichnen Sie in einem ST -Diagramm und in ein GT -Diagramm das Verhalten der Entropie bzw. Gibbs-Enthalpie zweier koexistierenden Phasen in der Umgebung des Phasenübergangs ein. Wie lässt sich das Verhalten beider Größen am Phasenübergang physikalisch deuten? (4 Punkte)
- f) Welche beiden Effekte beobachtet man betreffend den Phasenübergang flüssig-gasförmig, wenn der flüssigen Phase ein löslicher Stoff beigemischt wird (z.B. Kochsalz in Wasser)? (1 Punkt)