

Thermodynamik I – Rechenübung 7

Aufgabe 1

Eine Wärmekraftmaschine, welche mit zwei Heizreservoirs (T_H, T_L) in Kontakt ist, kann als Carnot-Prozess modelliert werden, der mit einem leitenden Stab parallel geschaltet ist. Der leitende Stab ist in diesem Modell für den Wärmeverlust von T_H zu T_L verantwortlich, der um den Carnot-Prozess führt. Dieser Bypass-Wärmeverlust Q_C ist proportional zum Temperaturgefälle: $Q_C = C (T_H - T_L)$, wobei C eine experimentelle Konstante ist.

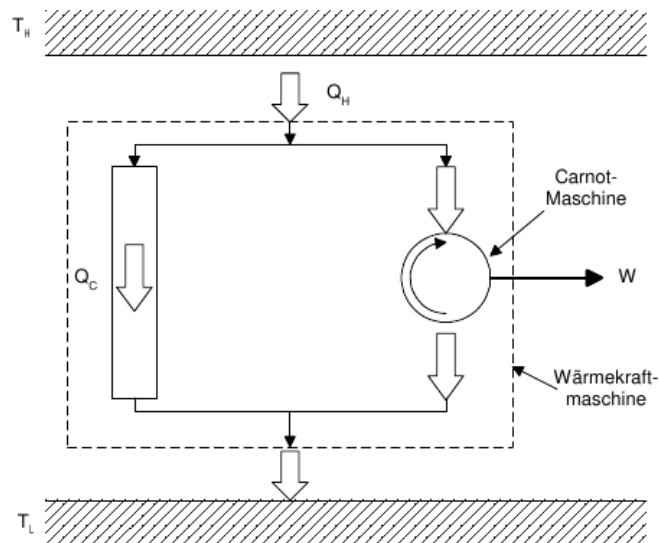


Abbildung 1: Wärmekraftmaschine

- Ist diese Wärmekraftmaschine reversibel? Begründen Sie!
- Bestimmen Sie für einen konstanten Wärmeeintrag Q_H den Ausdruck für die in der Wärmekraftmaschine erzeugte Entropie S_{erz} .
- Betrachten Sie T_H als "Entwurfs"-Parameter und bestimmen Sie T_H als Funktion von Q_H, T_L und C derart, dass die abgegebene Arbeit der Wärmekraftmaschine maximal ist!

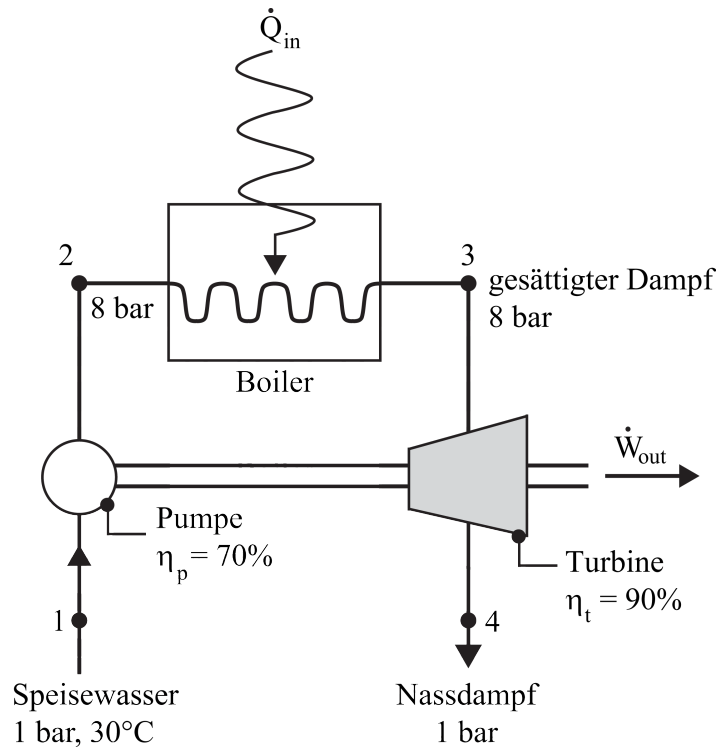


Abbildung 2: Kombination von Pumpe, Boiler und Turbine

Aufgabe 2

Abbildung 2 zeigt drei in stationärem Zustand arbeitende Vorrichtungen: eine Pumpe, einen Boiler und eine Turbine. Die Turbine liefert die erforderliche Leistung, um die Pumpe anzutreiben, und gibt zusätzlich weitere Leistung ab. Die zugehörigen isentropen Wirkungsgrade sind in der Abbildung angegeben. Kinetische und potentielle Energieeffekte können vernachlässigt werden. Bestimmen Sie für adiabate Bedingungen:

- das T-s Diagramm,
- die erforderliche spezifische Arbeit der Pumpe,
- die Nettoarbeit der Turbine,
- den Wärmestrom in kJ/kg der vom Boiler an das durchströmende Fluid abgegeben wird.

Hinweis: Der isentrope Wirkungsgrad ist wie folgt definiert:

$$\eta_s = \frac{h_1 - h_{2,s}}{h_1 - h_2}$$

Aufgabe 3

- a) Ein Kühlmittelstrom Refrigerant-12 von $0.8 \text{ m}^3/\text{min}$ tritt bei einem Druck von 120 kPa als gesättigter Dampf in einen adiabaten (perfekt isolierten) Kompressor und verlässt diesen bei einem Druck von 1 MPa . Der Kompressor hat einen isentropen Wirkungsgrad $\eta_{V,s}$ von 80%. Bestimmen Sie die reale Arbeitsleistung.
- b) Betrachten Sie nun einen anderen reversiblen, nicht isolierten Kompressor. Die Ein- und Austrittsbedingungen (d.h. auch das Fluid) sind dieselben wie in der vorherigen Teilaufgabe. Bestimmen Sie für eine Umgebungstemperatur von 25°C die Arbeitsleistung des Kompressors.
- c) Ein isentroper Kompressor (d.h. die spezifischen Entropien des Fluids beim Eintritt und beim Austritt sind gleich) ist bei stationärem Betriebszustand immer reversibel. Stimmt dieser Satz oder nicht? Begründen Sie Ihre Antwort genau.

Aufgabe 4

Bei stationärem Betrieb entzieht eine Kältemaschine (Leistungszahl 2.5) einem Tiefkühlabteil 8000 kJ/h Energie durch Wärmeübergang bei 0°C und gibt Energie durch Wärmeübergang an die Umgebung bei 20°C ab.

- a) Bestimmen Sie die Eingangsarbeitsleistung der Kältemaschine.
- b) Vergleichen Sie diese mit der benötigten Eingangsarbeitsleistung bei einem reversibel arbeitenden Kühlkreislauf zwischen den beiden Reservoirs.