

# Thermodynamik I – Rechenübung 8

## Aufgabe 1

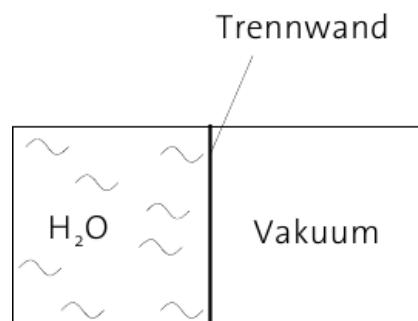


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Behälters

Ein starrer Behälter ist über eine Trennwand in zwei gleich grosse Teile getrennt, siehe Abbilung 1. Der eine Teil beinhaltet  $m = 1.5 \text{ kg}$  komprimiertes Wasser bei einem Druck  $p = 300 \text{ kPa}$  und einer Temperatur  $T = 60^\circ\text{C}$ . Auf der anderen Seite des Behälters herrscht Vakuum. Nun wird die Trennwand entfernt und das Wasser expandiert, um den gesamten Behälter zu füllen.

Für den Fall, dass am Ende ein Druck von  $p = 15 \text{ kPa}$  herrscht, bestimmen Sie

- a) den Massenanteil des Dampfes,
- b) die Änderung der Entropie,
- c) den Wärmeübergang an die Umgebung.

## Aufgabe 2

Luft mit  $35^{\circ}C$ ,  $4 \text{ bar}$  und einem Volumenstrom von  $1 \text{ m}^3/\text{min}$  tritt in einen stationär arbeitenden Kompressor ein und wird isotherm bis  $18 \text{ bar}$  verdichtet. Innerhalb des Kompressors gibt es keine Irreversibilitäten. Unter Verwendung des idealen Gasmodells und Vernachlässigung der kinetischen und potentiellen Energie berechnen Sie:

- a) die elektrische Leistung des Kompressors und den übertragenen Wärmestrom in  $\text{kW}$ .  
Das zu betrachtende Kontrollvolumen schliesst nur den Kompressor ein.
- b) den Entropieproduktionsstrom in  $\text{kW}/\text{K}$  für ein erweitertes Kontrollvolumen, das den Kompressor und die unmittelbare Umgebung einschliesst, so dass Wärmeübergang bei einer Umgebungstemperatur von  $17^{\circ}C$  stattfindet. Diskutieren Sie das Ergebnis.

## Aufgabe 3

In einem stationären Strömungsprozess tritt Sauerstoff mit  $3.8 \text{ MPa}$ ,  $387^{\circ}C$  und  $10 \text{ m/s}$  in eine Düse ein. Am Düsenaustritt sei der Sauerstoff bei  $150 \text{ kPa}$ ,  $37^{\circ}C$  und  $750 \text{ m/s}$ .

- a) Bestimmen Sie für ein Kontrollvolumen, das nur die Düse einschliesst, die spezifische Wärmemenge in  $\text{kJ/kg}$  und die spezifische Entropieänderung in  $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$ . Welche zusätzliche Information wäre notwendig, um die spezifische Entropieproduktion zu berechnen?
- b) Berechnen Sie den spezifischen Entropieproduktionsstrom in  $\text{kJ/kg} \cdot \text{K}$  für ein erweitertes Kontrollvolumen, das die Düse und einen Teil der unmittelbaren Umgebung einschliesst, so dass Wärmeübergang bei einer Umgebungstemperatur von  $17^{\circ}C$  stattfindet.

## Aufgabe 4

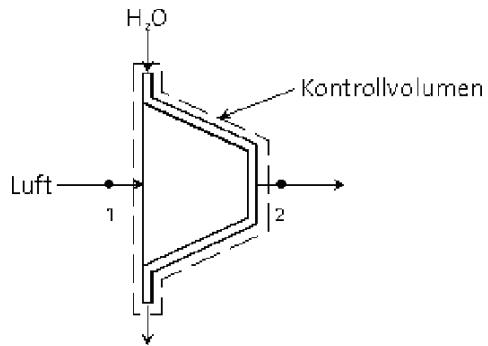


Abbildung 2: Kompressor

Luft mit  $1 \text{ bar}$ ,  $20^\circ\text{C}$  und einem Volumenstrom von  $9 \text{ m}^3/\text{min}$  tritt in einen stationär arbeitenden Kompressor ein. Die Luft verlässt den Kompressor mit  $5 \text{ bar}$  und einer Temperatur von  $160^\circ\text{C}$ . Zur Kühlung fliesst Wasser durch eine Ummantelung um den Kompressor. Das Wasser mit einem Massenstrom von  $8.6 \text{ kg/min}$  tritt mit  $17^\circ\text{C}$  in den Kühlkreislauf und verlässt diesen wieder mit  $25^\circ\text{C}$ . Es kann angenommen werden, dass die Druckänderung des Wassers in der Kühlleitung vernachlässigbar ist.

Bestimmen Sie für den in Abbildung 2 gezeigten, mit Kühlwasser ummantelten Kompressor als Kontrollvolumen:

- die erforderliche Leistung in  $\text{kW}$ ,
- die Entropieerzeugung in  $\text{kW/K}$ .

Hinweise:

- Kein Wärmeaustausch des Kühlkreislaufs mit der Umgebung
- Vernachlässigen Sie potentielle und kinetische Energie
- Luft kann als ideales Gas betrachtet werden
- Wasser ist inkompressibel mit konstanten Fluideigenschaften