



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Departement Maschinenbau und  
Verfahrenstechnik

Labor für Thermodynamik in neuen  
Technologien

Prof. D. Poulikakos

## Thermodynamik I HS 15

# Zwischenprüfung

20. November 2015  
8:40 – 09:30 Uhr

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Legi-Nr.: \_\_\_\_\_

Anzahl abgegebener Blätter: \_\_\_\_\_

### Hinweise:

- Verwenden Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt.
- Schreiben Sie auf jedes Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Legen Sie nach der Prüfung alle Lösungen in die Aufgabenstellung.
- Schreiben Sie NICHT mit Bleistift oder roten und grünen Farben.
- Schreiben Sie jeden Zwischenschritt und jedes Zwischenresultat auf.
- Runden Sie die Ergebnisse sinnvoll.
- Geben Sie bei Tabellenwerten immer an, aus welcher Tabelle sie stammen.
- Mehrfache Lösungsvarianten werden nicht bewertet
- Unmotivierte Lösungsversuche bekommen keine Punkte.

Erlaubte Hilfsmittel: 4 A4-Blätter eigene Zusammenfassung, Taschenrechner (gemäss Einschränkungen), Tabellen, Zusammenfassung LTNT, keine Musterlösungen

Aufg.	Punkte	Max.	1.Korrektur	2. Korrektur
1		29		
2		25		
Total		54		

**Aufgabe 1 – (54% der Punkte)**

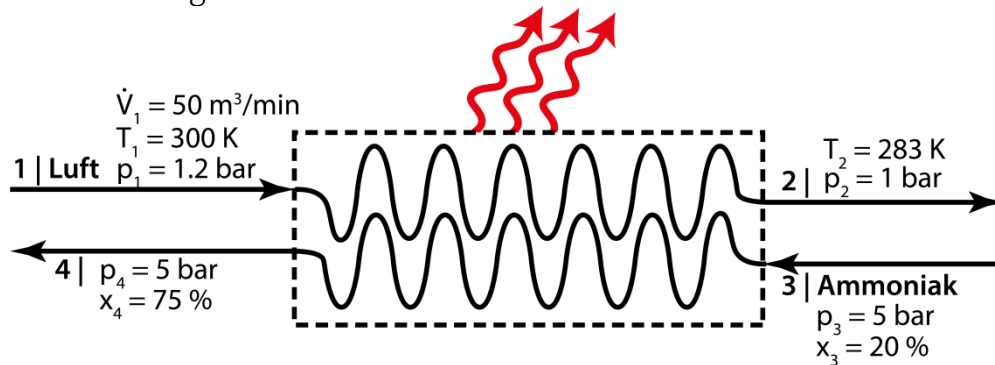
In einem geschlossenen System durchläuft 4 kg eines idealen Gases mit  $\kappa = 1.4$  und  $c_p = 1 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$  den folgenden Kreisprozess:

- 1-2: Adiabats-reversible Kompression  $T_1 = 300 \text{ K}$  und  $p_1 = 1 \text{ bar}$  auf  $p_2 = 7 \text{ bar}$ .
- 2-3: Isochores Aufwärmen bei Wärmeaufnahme von 5500 kJ.
- 3-4: Adiabats-reversible Expansion
- 4-1: Isobare Kompression

- a) Berechnen Sie den Druck und die Temperatur in jedem Zustand.
- b) Skizzieren Sie den Prozess im  $p$ - $v$  und im  $T$ - $v$  Diagramm. Zeichnen Sie die Isotherme  $T_2$  und die isobare  $p_2$  jeweils in beiden Diagrammen mit ein. Zeichnen Sie die Diagramme gross, unklare Prozessschritte geben keine Punkte.
- c) Berechnen Sie die Nettoarbeit des Kreisprozesses in kJ.
- d) Wie gross ist der thermische Wirkungsgrad des Kreisprozesses?

**Aufgabe 2 – (46% der Punkte)**

Betrachten Sie einen stationären Wärmetauscher, in dem Wärme von einem Luftstrom an einen Kühlmittelstrom (Ammoniak) übertragen wird. Die Ein- und Ausströmungsbedingungen sind in der untenstehenden Abbildung gegeben. Der Wärmetauscher arbeitet nicht adiabat, 10 % der von der Luft abgegebenen Wärme wird über das Gehäuse des Wärmetauschers verloren. Kinetische und potentielle Energieänderungen können vernachlässigt werden.



Hinweis: Die Luft kann als ideales Gas betrachtet werden. Bitte benutzen Sie für Luft in b) die Tabelle A-22.

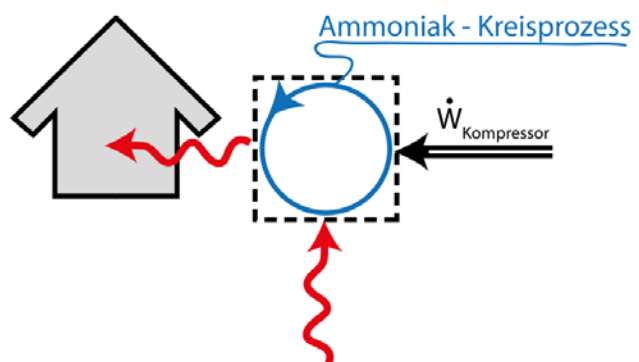
Berechnen Sie

- den Luftmassenstrom (in kg/s).
- den Kühlmittelmassenstrom (in kg/s)

Wie in der Abbildung angegeben ist der Luftdruck durch den Wärmetauscher nicht konstant.

- Bisher wurden Tabellenwerte für die Berechnung verwendet. Wäre es grundsätzlich auch richtig, für die Berechnung des Wärmeüberganges bei der Luft  $c_p$  in dieser Aufgabe zu verwenden? Begründen Sie mit einer kurzen Herleitung.

Stellen Sie sich vor, derselbe Ammoniakmassenstrom sei das Kühlmittel einer Wärmepumpe, die ein Haus bei einer Temperatur von 23°C beheizen soll. Den Luftmassenstrom müssen Sie nicht mehr beachten. Wie gross ist



- die theoretisch maximal mögliche Leistungszahl der Wärmepumpe?
- die theoretisch maximal mögliche Heizleistung der Wärmepumpe und die dafür aufzuwendende Kompressorleistung (beides in kW)?