



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 13

Zwischenprüfung

22. November 2013
8:45 – 09:35 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		16		
2		10		
Total				

Aufgabe 1 – (16 Punkte)

In einem geschlossenen System durchläuft Wasser den folgenden, stationären Kreisprozess:

- 1-2: Isobares Aufheizen von $T_1=100^\circ\text{C}$ und $x_1=40\%$
- 2-3: Isochores Aufheizen auf $T_3=320^\circ\text{C}$ und $p_3=1.5\text{bar}$
- 3-4: Isotherme, reversible Zustandsänderung
- 4-1: Isentrope Expansion mit dem Polytropenkoeffizienten $n=1.15$ zum Anfangszustand

- a) Zeichnen Sie die Prozesse 1-2, 2-3, 3-4, 4-1 qualitativ in ein T-s-Diagramm ein.
- b) Berechnen Sie für jeden Teilprozess die spezifische Arbeit sowie die spezifische Wärme in kJ/kg.
- c) Begründen Sie, warum es bei diesem Kreisprozess keinen Sinn macht, den thermischen Wirkungsgrad zu berechnen. Berechnen Sie stattdessen die Leistungszahl für den Fall, dass es sich um eine Kältemaschine handelt.

Hinweis: Für den Prozesspunkt bei 1.014 bar dürfen die Tabellenwerte von 1 bar verwendet werden.

Aufgabe 2 – (10 Punkte)

Eine mit Luft betriebene Turbine ist mit zwei Kompressoren (K_1 , K_2) verbunden. Über den steifen Turbinenschaft wird 900 kW Leistung an den Kompressor K_1 übertragen, die restliche Leistung geht ebenfalls verlustfrei an den Kompressor K_2 . Der Luftmassenstrom am Turbineneingang ist $\dot{m}_3 = 5.4 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ bei einer Temperatur von 527°C und einem Druck von 10 bar. Am Turbinenausgang ist die Temperatur noch 107°C und der Druck 1 bar. Das System ist stationär. Beide Kompressoren arbeiten adiabatisch, die Turbine nicht. Kinetische und potentielle Energieänderungen können vernachlässigt werden. Luft kann als ideales Gas behandelt werden.

- Berechnen Sie den Volumenstrom \dot{V}_4 der Luft am Ausgang der Turbine.
- Der Kompressor K_2 arbeitet isentrop. Berechnen Sie die Leistung, die von der Turbine an K_2 abgegeben wird, wenn der Enddruck des Kompressors 5 bar beträgt.
- Berechnen Sie den Wärmestrom \dot{Q}_T der Turbine.
- Im Kompressor K_1 wird die für die Turbine benötigte Luft vorkomprimiert. Der Luftmassenstrom am Kompressoreingang ist $\dot{m}_1 = 5.4 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$, die Eingangstemperatur 20°C und der Eingangsdruck 1 bar. Der Volumenstrom am Kompressorausgang ist ebenfalls bekannt und beträgt $\dot{V}_2 = 3.5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$. Berechnen Sie den Druck p_2 am Ausgang von K_1 .

