



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Institut für Energietechnik / Labor für
Thermodynamik in neuen Technologien

Prof. Dimos Poulikakos

12. März 2004

Name:.....

Matrikelnummer:.....

Bachelor of Science, Prüfungssession Frühjahr 2004 Thermodynamik I

Hinweise:

- a) Verwenden Sie für jede Aufgabe ein neues Blatt
- b) Schreiben Sie auf jedes Blatt den Namen und die Matrikelnummer
- c) Schreiben Sie jeden Zwischenschritt und jedes Zwischenresultat auf
- d) Runden Sie die Ergebnisse auf 2 signifikante Stellen

Aufgabe 1 (10 Punkte):

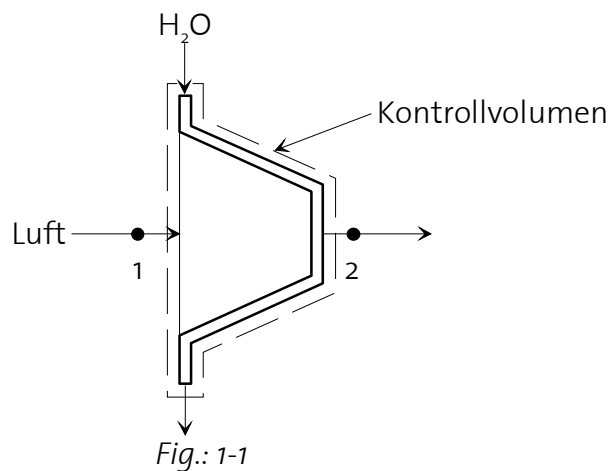
Luft mit 1 bar, 20°C und einem Volumenstrom von $9 \text{ m}^3/\text{min}$ tritt in einen stationär arbeitenden Kompressor ein. Die Luft verlässt den Kompressor mit 5 bar und einer Temperatur von 160°C . Zur Kühlung fließt Wasser durch eine Ummantelung des Kompressors. Das Wasser mit einem Massenstrom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

Bestimmen Sie für den mit Kühlwasser ummantelten Kompressor als Kontrollvolumen, siehe Fig. 1-1,

- die erforderliche Leistung in kW
- die Entropieerzeugung in kW/K.

Hinweis:

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



Aufgabe 2 (10 Punkte):

Das Gasturbinen-Kraftwerk, Fig. 2-1, arbeitet stationär und besteht aus einem Kompressor, Wärmetauscher und einer Turbine. Luft mit einem Massenstrom von 3.9 kg/s , einem Druck von 0.95 bar und einer Temperatur von 22°C tritt in den Kompressor ein und verlässt die Turbine bei 0.95 bar und einer Temperatur von 421°C . Der Wärmetransport an die Luft im Wärmetauscher geschieht bei einer mittleren Temperatur von 488°C . Der Kompressor und die Turbine arbeiten adiabatisch. Ermitteln Sie die theoretisch maximal mögliche, totale Arbeit des Kraftwerks in MW.

Hinweis:

- Luft kann als ideales Gas betrachtet werden
- vernachlässigen Sie potentielle und kinetische Energie

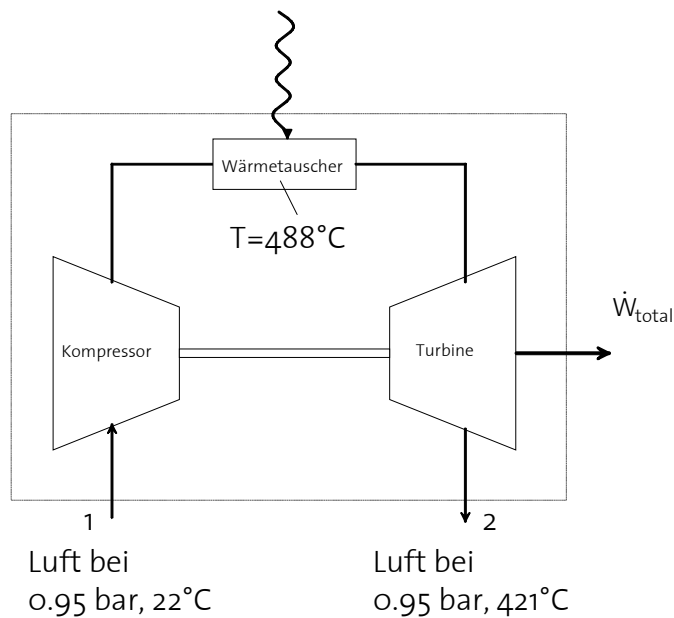


Fig.: 2-1

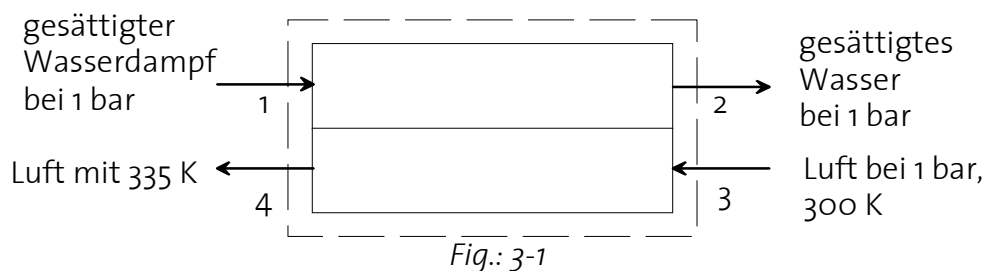
Aufgabe 3 (10 Punkte):

In einen stationär arbeitenden Gegenstrom-Wärmetauscher, siehe Fig. 3-1, fließt gesättigter Wasserdampf bei 1 bar und gesättigtes Wasser verlässt diesen wieder mit 1 bar. In einem getrennten Strom tritt Luft mit 300 K und 1 bar ein und verlässt den Tauscher mit 335 K. Die Druckänderung der Luft kann dabei vernachlässigt werden. Ermitteln Sie:

- den benötigten Massenstrom Luft in kg pro kg kondensierten Wasserdampf;
- die Exergieänderung des Wasserdampfes in kJ pro kg kondensierten Wasserdampf;
- die Exergieänderung der Luft in kJ pro kg kondensierten Wasserdampf;
- und schliesslich den Exergieverlust des Wärmetauschers in kJ pro kg kondensierten Wasserdampf.

Hinweis:

- Luft kann als ideales Gas betrachtet werden!
- Wärmetransport des Tauschers an die Umgebung kann vernachlässigt werden
- Kinetische und potentielle Energie können vernachlässigt werden
- Umgebungsparameter: $T_o=300\text{ K}$, $p_o=1\text{ bar}$



Aufgabe 4 (10 Punkte):

Ein Stück Eisen mit $T=90^{\circ}\text{C}$ wird in einen isolierten Tank geworfen, der mit 80 Liter Wasser gefüllt ist, siehe Fig. 4-1. Das Wasser hat eine Temperatur von 20°C . Zur selben Zeit rührt ein Rotor mit einer Leistung von 200 Watt das Wasser. Das thermische Gleichgewicht stellt sich nach 25 min ein und erreicht dabei eine Endtemperatur von 27°C .

Ermitteln Sie die Masse des Eisens!

Hinweis:

- Die Dichte des Wassers kann als 1000 kg/m^3 angenommen werden
- Das Wasser kann als inkompressibel betrachtet werden
- Vernachlässigen Sie potentielle und kinetische Energie

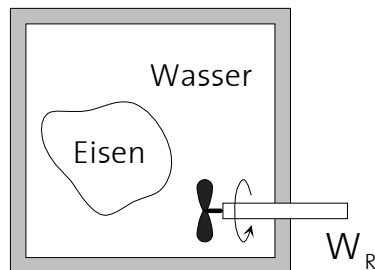


Fig.: 4-1