

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):

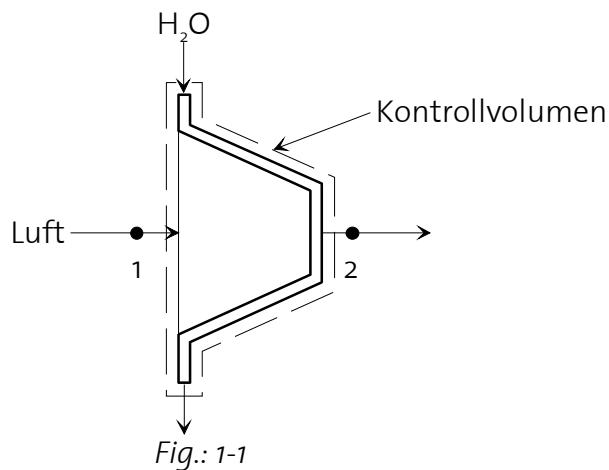
Luft mit 1 bar, 20°C und einem Volumenstrom von 9 m<sup>3</sup>/min tritt in einen stationär arbeitenden Kompressor ein. Die Luft verlässt den Kompressor mit 5 bar und einer Temperatur von 160°C. Zur Kühlung fliesst Wasser durch eine Ummantelung des Kompressors. Das Wasser mit einem Massenstrom von 8.6 kg/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 adiabat. 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

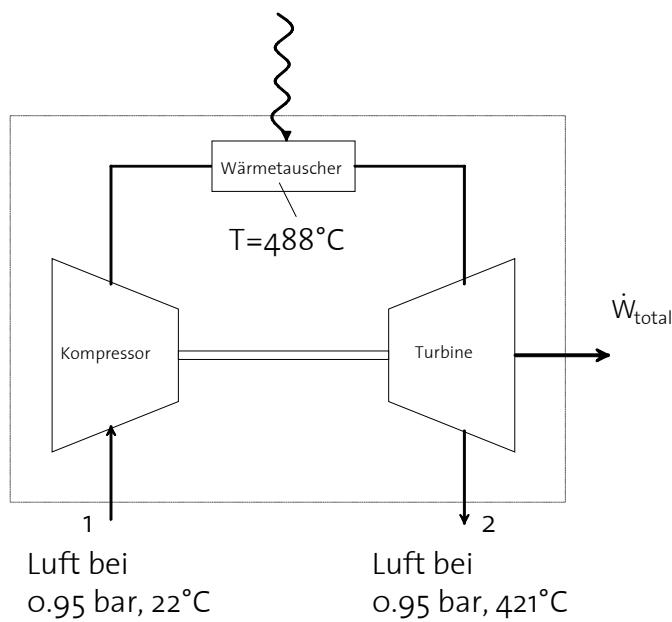


Fig.: 2-1

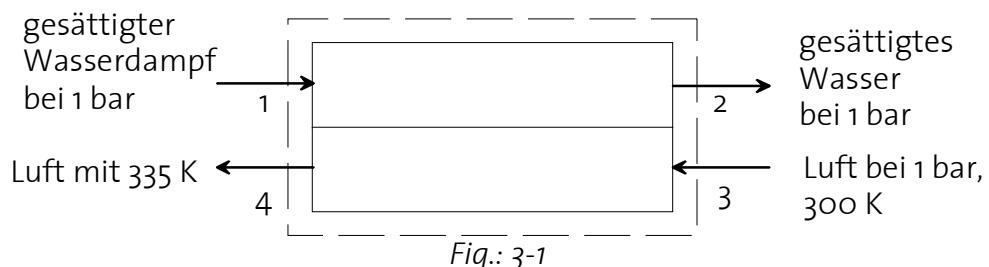
### Aufgabe 3 (10 Punkte):

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 Exnergieverlust 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  $20^\circ\text{C}$ . Zur selben Zeit röhrt 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  $27^\circ\text{C}$ .

Ermitteln Sie die Masse des Eisens!

Hinweis:

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

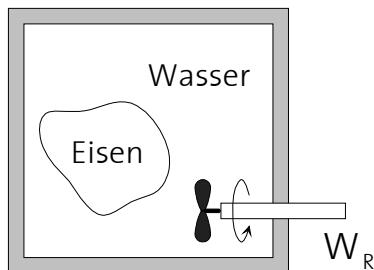


Fig.: 4-1