

Kraft- und Arbeitsmaschinen

Klausur zur Diplom-Hauptprüfung, 15. August 2007

Bearbeitungszeit: 120 Minuten

Umfang der Aufgabenstellung: 6 nummerierte Seiten;

Die Foliensammlung, Ihre Mitschrift der Vorlesung „Kraft- und Arbeitsmaschinen“ und Lehrbücher sind als Hilfsmittel zugelassen. Nicht zugelassen ist die Verwendung der Übungsunterlagen der Vorlesung „Kraft- und Arbeitsmaschinen“.

Bearbeiten Sie die Fragen 1 bis 4 bitte auf den Blättern der Aufgabenstellung. Die Aufgaben 1 und 2 bearbeiten Sie bitte auf separaten Papierbögen (werden ausgestellt).

Geben Sie diese Aufgabenstellung bitte zusammen mit Ihren Lösungsblättern ab. Füllen Sie die Angaben zu Ihrer Person aus und versehen Sie jedes Lösungsblatt mit Ihrem Namen.

Name: _____

Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Unterschrift: _____

Angaben zur Korrektur

Frage	Maximale Punktzahl	Erreichte Punkte	Korrekteur
1	6		
2	4		
3	4		
4	6		

Aufgabe	Maximale Punktzahl	Erreichte Punkte	Korrekteur
1	17		
2	13		
Summe Bewertung			

1. Frage Strömungsmaschinen (6 Punkte)

Die Abbildung 1 zeigt das Eintrittsdreieck eines Axialverdichters im Auslegungspunkt. Zeichnen Sie in dieses Geschwindigkeitsdreieck zwei weitere Dreiecke für den Fall eines höheren Volumenstroms als im Auslegungspunkt bzw. für den Fall eines niedrigeren Volumenstroms als im Auslegungspunkt ein. Die Zuströmung soll in beiden Fällen drallfrei erfolgen.

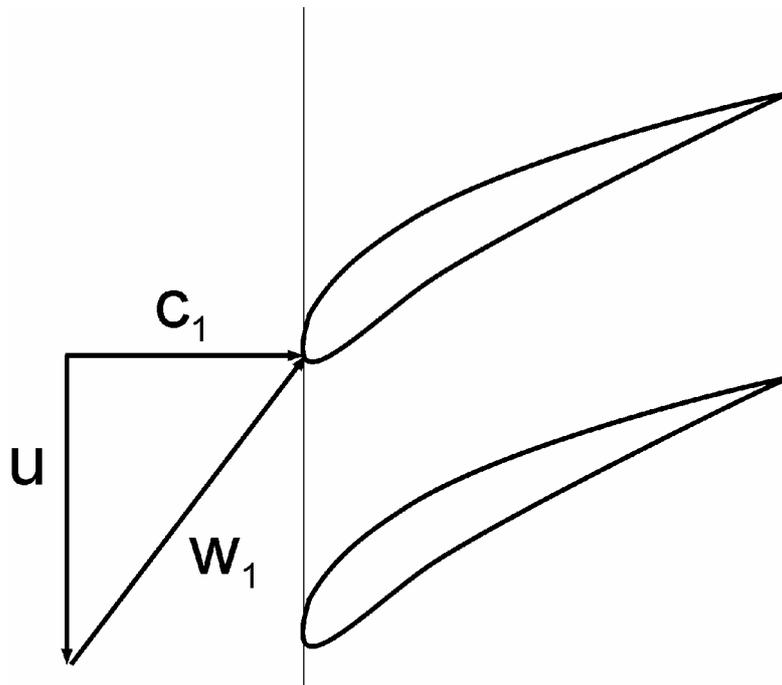


Abb. 1: Eintrittsdreieck eines Axialverdichters

4. Frage Verbrennungsmotoren (6 Punkte)

Skizzieren Sie den realen Otto-Prozess in einem p,V-Diagramm. Zeichnen Sie auch die Öffnungs- bzw. Schließpunkte der Ventile ein.

1. Aufgabe Otto-Prozess

(15 Punkte)

Im Folgenden soll ein idealisierter Otto-Prozess betrachtet werden. Die Ansaugtemperatur liegt 30 K über der Umgebungstemperatur. Der Ansaugdruck p_1 beträgt 98,5% des Umgebungsdruckes. Die Temperatur der reversibel adiabat komprimierten Luft beträgt 790 K. Nach der Zündung und anschließender Verbrennung wird eine maximale Temperatur von 1720 K erreicht.

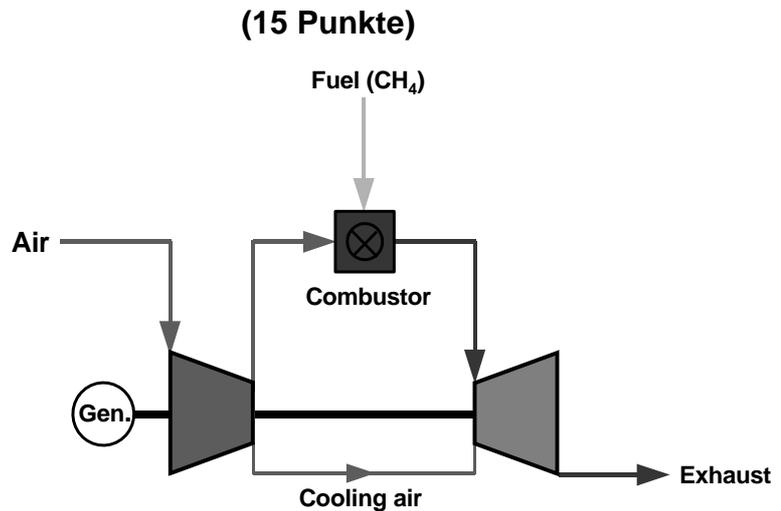
Während des gesamten Prozesses wird das Arbeitsmedium als Luft und ideales Gas angesehen. Der Einfluss des Brennstoffes und der Verbrennungsprodukte werden bei der Modellierung nicht berücksichtigt. Folgende Stoffeigenschaften sind Ihnen bekannt:

Isentropenexponent	$\kappa = 1,4$
Molmasse	$M_{\text{Luft}} = 28,96 \text{ g/mol}$
Universelle Gaskonstante	$R_m = 8,314472 \text{ J/(mol K)}$
Umgebungsbedingungen	$T_a = 293,15 \text{ K}$ und $p_a = 1,013 \text{ bar}$

- Zeichnen Sie den Prozess qualitativ richtig in ein p,v - und ein T,s -Diagramm ein. (6)
- Berechnen Sie die spezifische Wärmemenge die bei der Verbrennung zugeführt, und die spezifische Wärmemenge die durch den Gasaustausch abgeführt wird. (7,5)
- Berechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad. (1,5)

2. Aufgabe Gasturbine

Eine Gasturbine hat eine Gesamtleistung von $P = 43 \text{ MW}$ und einen Gesamtwirkungsgrad von $\eta = 35 \%$. Der zugeführte Brennstoff hat einen unteren Heizwert von 48300 kJ/kg . Der Abgasmassenstrom ist 122 kg/s . Der Verdichter hat einen isentropen Wirkungsgrad von 86% und liefert ein Druckverhältnis $\Pi = 20,1$. Luft wird bei Umgebungstemperatur $T_a = 15^\circ\text{C}$ angesaugt. Es wird angenommen, dass nur 90% des Abgasmassenstromes von der Turbineneintrittstemperatur aus entspannt werden, um Mischvorgänge mit Kühlluft zu berücksichtigen. Aufgrund des Druckabfalls in der Brennkammer ist das Druckverhältnis in der Turbine 95% des Druckverhältnisses im Verdichter.



Luft wird bei Umgebungstemperatur $T_a = 15^\circ\text{C}$ angesaugt. Es wird angenommen, dass nur 90% des Abgasmassenstromes von der Turbineneintrittstemperatur aus entspannt werden, um Mischvorgänge mit Kühlluft zu berücksichtigen. Aufgrund des Druckabfalls in der Brennkammer ist das Druckverhältnis in der Turbine 95% des Druckverhältnisses im Verdichter.

Der isentrope Wirkungsgrad der Gasturbine beträgt 89% . Die Turbineneintrittstemperatur TIT_{ISO} beträgt 1350°C . Für die Luft im Verdichter können folgende Eigenschaften angenommen werden:

Spez. Gaskonstante	$R = 288,2 \text{ J/(kg K)}$
Isentropenexponent	$\kappa = 1,38$

Das Verbrennungsgas in der Turbine hat leicht veränderte Eigenschaften:

Spez. Gaskonstante	$R = 292,6 \text{ J/(kg K)}$
Isentropenexponent	$\kappa = 1,32$

- Berechnen Sie den Brennstoffverbrauch der Gasturbine. (2,5)
- Zeichnen Sie den Prozess qualitativ richtig in ein T,s -Diagramm ein. (3)
- Berechnen Sie die Leistung der Turbine und des Verdichters. (9,5)