

TH1

1. Aufgabe

An einem Motorprüfstand wird die Leistung mittels wassergekühlter Bremse bestimmt.

- a.) Es soll der stündliche Kühlwasserbedarf bei dem Bremsversuch an einem 120 kW Motor errechnet werden, wenn von der Gesamtleistung ca. 65% über Bremskühlung abgeführt wird (die restliche Wärme wird der Raumluft übergeben). Die zulässige Kühlwassererwärmung beträgt ~~40~~ 40 K ($c_w = 4,187 \text{ kJ/kgK}$)
- b.) Welcher Luftstrom würde bei einer zulässigen Lufterwärmung von 10 K ($c_L = 1 \text{ kJ/kg}$) und einer 100%-igen Abgabe der Bremsleistung an die Raumluft dieselbe Aufgabe erfüllen ($\rho = 1,15 \text{ kg/m}^3$).

$$a) \quad \dot{m}_w = 1677 \text{ kg/h} \quad b) \quad \dot{m}_L = 43210 \text{ kg/h}$$

$$\dot{V}_L \approx 37600 \text{ m}^3/\text{h}$$

2. Berechnen Sie die Entropieänderung einer polytropen Kompression der Luft mit folgenden Daten:

Anfangstemperatur: 25°C; Anfangsdruck: 0,96 bar

Luftmenge: 21 kg; Enddruck: 14,5 bar; Kompressionsverh. $V_1/V_2=8$

Bemerkung: es soll angenommen werden

$$c_{pm} = 1,006 \text{ kJ/kg K}; \quad \kappa = 1,4$$

$$\Delta S = -2,99 \text{ kJ/kg K}$$

3. Ein Gasstrom mit $p_1 = 8,5 \text{ bar}$ und $t_1 = 110^\circ \text{C}$ wird polytrop auf $p_2 = 2,5 \text{ bar}$ und $t_2 = 40^\circ \text{C}$ entspannt.

Errechnen Sie die Leistung der Expansionsmaschine, wenn von außen eine Wärmeleistung von 10 kW zugeführt wird und als Arbeitsmedium CO_2 als Idealgas verwendet wird (Hinweis: $c_p = \text{konst}$ für 0°C wählen).

$$P \approx 35 \text{ kW}$$

4. Stickstoff wird in einer Maschine von 8 bar und 115°C auf $1,8 \text{ bar}$ polytrop entspannt ($n=1,25$). Welche Leistung gibt die Maschine bei einem Massenstrom von 1850 kg/h ab? (Hinweis: c_p, c_v sind temperaturabhängig zu berechnen)

$$P \approx 76 \text{ kW}$$

5. Im Druckbehälter mit 100 Liter befindet sich Stickstoff bei $120 \text{ bar}/20^\circ \text{C}$. Bei schnellem Entleeren fällt der Druck polytrop mit $n=1,25$ auf 60 bar . Welcher Druck stellt sich im Behälter ein nach dem Temperatúrausgleich mit der Umgebung von 20°C ? Wieviel Stickstoff war ursprünglich im Behälter und wieviel blieb nach der Entspannung darin? Wieviel Stickstoff bliebe im Behälter bei langsamer Expansion auf 60 bar und einem ständigen Temperatúrausgleich mit der Umgebung?

$$p = 69 \text{ bar}$$

$$m_1 = 13,79 \text{ kg}$$

$$m_2 = 7,92 \text{ kg}$$

$$m_4 = 6,895 \text{ kg}$$

21. Aufgabe

Ein Gasgemisch bestehend aus:

85% CH₄, 10% H₂ und 5% N₂ (Volumenanteile) expandiert von 25 bar und einer Anfangstemperatur von 125 °C auf einen Druck von 1,5 bar;

es ist anzugeben:

- die spez. Volumenänderungsarbeit, wenn die Zustandsänderung polytrop verläuft ($n = 1,15$)
- die Endtemperatur, wenn die Expansion reibungslos und ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung erfolgt ($c_p = \text{konst. für } 0^\circ\text{C}$).
- die spez. Volumenänderungsarbeit, wenn die Zustandsänderung bei Isotherme verläuft

$$a) w_{e12} = 444 \text{ kJ/kg} \quad b) T_2 = 195 \text{ K} \quad c) w_{e13} = 612$$

22. In einem offenen System wird die Gas Mischung, bestehend aus folgenden Volumenanteile: 25% CO; 60% H₂; 15% N₂ vom Druck 25 bar und 300 °C polytrop entspannt. Der Polytropenexponent beträgt dabei 1,32 und die Temperatur nach der Entspannung liegt bei 0 °C. Es ist zu bestimmen (bei Beachtung von Temperaturabhängigkeit der spez. Wärmekapazität):

- die spezifische technische Arbeit bei Vernachlässigung der Reibung
- der Enddruck bei der unterstellten isentropen Entspannung vom gleichen Ausgangspunkt und einer Endtemperatur von ebenso 0 °C

qualitative Darstellung der beiden Zustandsänderungen im p, v - sowie T, s - Diagramm.

$$a) w_t = 829 \text{ kJ/kg} \quad b) p_2 = 1,84 \text{ bar}$$

23. Ein Gasgemisch bestehend aus 70 % N_2 , 15 % O_2 und 15 % CO_2 (vol. Anteile) wird von 1,5 bar und $25^\circ C$ polytrop ($n = 1,2$) auf 20 bar komprimiert.
Stellen Sie die Zustandsänderung im p, v und T, s -Diagramm dar und er rechnen Sie (c_p, κ sind temperaturabhängig):

- die Endtemperatur nach der polytropen Kompression
- den erforderlichen Massenstrom, wenn für die technische Verdichtungsarbeit eine Leistung von 5 kW benötigt wird
- den Enddruck, wenn anstatt polytrop isentrop verdichtet wird und die Endtemperatur 230° beträgt (κ wie unter a).

$$a) T_2 = 458 K \quad b) \dot{m} \approx 70 \text{ kg/h} \quad c) p_3 = 9,62 \text{ bar}$$

24. 1500 l eines Gasgemisches, bestehend aus folgenden Gewichtsanteilen: H_2 - 75%; N_2 - 10 % ; CO_2 - 15 %, werden beim konstanten Druck von 2 bar bis zum Volumen von $1,25 \text{ m}^3$ komprimiert. Errechnen Sie die Volumenänderungsarbeit und die ausgetauschte Wärme bei dieser Kompression **ohne** der Berücksichtigung des Temperatureinflusses auf die spezifische Wärmekapazität. ($t_1 = 100^\circ C$; c_p in $^\circ C$).

$$W_e = - 50 \text{ kJ} \quad Q = - 171 \text{ kJ}$$

25. Eine ideale Gasmischung bestehend aus:

- 82 % CO_2
- 5 % H_2
- 13 % N_2

Volumenanteilen wird von 1,4 bar und $20^\circ C$ auf 15 bar und $250^\circ C$ komprimiert.

Errechnen Sie die spezifische ausgetauschte Wärme, den Polytropenexponenten und die theoretische Kompressorleistung bei einem offenen Prozess mit dem Gasstrom von 15 kg/s.

Hinweis: Die Abhängigkeit der spezifischen Wärmekapazität von der Temperatur ist zu berücksichtigen.

$$q = 36,7 \text{ kJ/kg} \quad \dot{m} = 1,32 \quad P \approx - 2975 \text{ kW}$$

26, Ein Gasgemisch mit folgenden Gewichtsanteilen:

H₂ - 35 %

CO₂ - 45 %

N₂ - 10%

O₂ - 10%

wird von anfangs 1,5 bar und 15°C isentrop auf 6 bar verdichtet und anschließend auf den ursprünglichen Druck und eine Temperatur von 50°C entspannt. Der Anfangszustand wird durch die isobare Wärmeabfuhr erreicht. Ermitteln Sie den thermischen Wirkungsgrad dieses Kreisprozesses. (Hinweis: C_p, C_v sind für 0°C einzusetzen).

$$\eta_{th} = 0,178$$

27, Ein Gasstrom von 5 kg/s setzt sich aus folgenden Volumenanteilen: 10,5 % O₂; 39,5 % N₂; 50 % H₂ und soll von 25 bar und 110°C auf 2 bar expandieren. Die Expansion verläuft polytrop mit n=1,2. Welche Wärmeleistung muß beim Hochdruck vor der Expansion dem Gasstrom zugeführt werden, wenn die Temperatur beim Niederdruck nach der Expansion +15°C betragen muß? Welche technische Leistung erbringt dieser offene Prozess?

Hinweis: die Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärmekapazität ist zu berücksichtigen.

$$\dot{Q} \approx 532 \text{ kW}$$

$$P \approx 2430 \text{ kW}$$

28, Einer idealen Gasmischung aus folgenden Volumenanteilen:

40 % H₂, 20 % N₂ und 40 % O₂ wird die Wärme von 15 kW bei der Polytrope mit n = 1,55 zugeführt. Errechnen Sie die technische Kompressionsleistung, wenn der Anfangspunkt bei 4bar/50°C liegt und die Druckerhöhung bis 10 bar erfolgt.

Hinweis: Die spezifischen Wärmekapazitäten sind temperaturabhängig zu rechnen.

$$\dot{W}_t \approx -58 \text{ kW}$$

29. In einem Stahlbehälter mit 60 l Inhalt befindet sich eine homogene Gasmischung aus 2 kg Sauerstoff und 4 kg Stickstoff bei 125° C. Beim schnellen Entleeren fällt der Innendruck auf die Hälfte des Anfangswertes und die Innentemperatur sinkt auf 60° C ab. Wieviel Sauerstoff verbleibt im Behälter, welche Menge der Gasmischung entweicht, welche Wärme muß dabei mit der Umgebung mindestens ausgetauscht werden? Welche Menge der Gasmischung würde im Behälter bleiben bei einer langsameren Gasentnahme ebenso auf den halben Druck des Anfangswertes jedoch unter ständigem Temperatúrausgleich von 125° C?

$$m_{O_2} = 1,194 \text{ kg} \quad \Delta m_g = 2,415 \text{ kg} \quad Q_{12 \text{ min}} = 21,19 \text{ kJ}$$

$$m_{g'} = 3 \text{ kg}$$

30. Ein Gasgemisch, bestehend aus folgenden Volumenanteilen: O₂-30%; N₂-25%; CO-25%; H₂-20% durchläuft zwischen den Temperaturen 35° C und 350° C einen rechtsdrehenden Carnotprozess. Es wird die spez. Nutzarbeit 120 kJ/kg, bei $p_{\text{max}} = 30 \text{ bar}$, erbracht. Errechnen Sie die entsprechende spezifische Nutzarbeit, wenn anstatt eines Carnotprozesses ein rechtsdrehender Kreisprozess mit nur drei Eckpunkten des ursprünglichen geführt wird und dazu der Punkt mit dem niedrigsten spezifischen Volumen entfällt. Die Verbindung zwischen den äußersten Punkten erfolgt nun über eine Polytrope mit $n = \text{konst.}$ [$c = f(t)$].

$$w_k \approx 53 \text{ kJ/kg}$$

31. Aufgabe

Ein Carnot-Prozess verläuft zwischen der Temperatur der Wärmequelle von $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ und der Umgebung von $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- skizzieren Sie den Prozessverlauf im p, v - und T, s - Diagramm (qualitativ).
- welche Leistung kann theoretisch aus $2,5\text{ kg}$ Luft bei $50/\text{min}$ Wiederholungen des gedachten Prozesses gewonnen werden, wenn der Druck nach der isothermen Expansion gleich dem Druck nach der isothermen Kompression ist ($p_2 = p_4 = 7\text{ bar}$)?
- um wieviel Prozent erhöht sich der thermische Wirkungsgrad des Prozesses im Winter bei einer Umgebungstemperatur von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$?

$$b) \quad P = 392\text{ kW}$$

$$c) \quad \Delta\eta \equiv 13,5\%$$

32. Zwischen den Temperaturen $t_{\max} = 320\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $t_{\min} = 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ verläuft ein Kreisprozess und zwar so, dass bei dem Anfangsdruck von $0,9\text{ bar}$ und der Anfangstemperatur $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ isotherm bis zum Druck 25 bar komprimiert wird; danach erfolgt die isobare Wärmezufuhr bis $320\text{ }^{\circ}\text{C}$ und anschliessend die polytrope Entspannung bis zum Ausgangspunkt. Das Arbeitsmedium ist Idealgas mit den Eigenschaften der Luft. Einfachheitshalber ist anzunehmen: $\kappa = 1,4$
 $c_{pm} = 1,005\text{ kJ/kg K}$.

- stellen Sie den Kreisprozess im p, v - sowie T, s -Diagr. dar
- errechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad des Prozesses
- errechnen Sie den Carnotfaktor für beide Begrenzungstemp.

$$b) \quad \eta = 1,256$$
$$\eta = 0,302$$

$$c) \quad \eta_c = 0,4924$$

33. Ein rechtsdrehender Kreisprozess, mit der Luft als Idealgas, verläuft zwischen zwei Isobaren (1 bar und 10 bar) und zwei Isentropen. Die Anfangstemperatur liegt bei 15°C , die Masse der Luft ist 5 kg und das Volumenverhältnis bei der isobaren Verdichtung: $V_2 / V_1 = 0,5$. Stellen Sie den Kreisprozess in p, v und T, s -Diagramm dar und errechnen Sie die Nutzarbeit sowie den thermischen Wirkungsgrad (Annahme: $\kappa = 1,4$; $c_p = 1,004 \text{ kJ/kgK}$ im gesamten Temperaturbereich)

$$W_k = 673 \text{ kJ}$$

$$\eta_{th} = 0,482$$

34. Ein rechtsdrehender Kreisprozeß wird zwischen zwei Isobaren und zwei Isentropen mit Stickstoff als Idealgas geführt. Errechnen Sie den thermischen Wirkungsgrad, wenn der Prozeßanfang mit 20°C und 2 bar angegeben ist und am Anfang der isentropen Kompression bis 10 bar liegt. Die maximale Prozeßtemperatur beträgt 1000°C . Welche Nutzarbeit könnte man theoretisch mit 25 kg Stickstoff gewinnen? (Hinweis: $c_p, c_v = \text{konst}$; Werte für 0°C einsetzen)

$$W_k \approx 7768 \text{ kJ}$$

35. Ein linksdrehender Kreisprozess wird mit Stickstoff (N_2) zwischen zwei Isothermen und zwei Polytropen ($n = 1,25$) durchgeführt. Die tiefste Prozesstemperatur liegt bei 10°C und der tiefste Druck bei 2 bar. Die maximale Prozesstemperatur beträgt 70°C , der max. Druck ist 10 bar. Errechnen Sie die spezifische Nutzarbeit des Kreisprozesses.

Hinweis: Die Stoffwerte sind für 0°C einzusetzen.

$$w_k = -10,95 \text{ kJ/kg}$$

36. 50 kg Luft durchlaufen als Idealgas einen linkslaufenden Kreisprozess. Die polytrope Expansion mit $n=1,1$ verläuft von 20 bar und 100° auf 2 bar, danach folgt die isentrope Kompression auf wiederum 20 bar und anschließend die isobare Kompression zum Ausgangspunkt. Wieviel mechanischer Arbeit muß dem Prozess zugeführt werden?

Hinweis: spezifische Wärmekapazität ist für 0°C einzusetzen!

$$W_k = -3115 \text{ kJ}$$

37, Ein rechtsdrehender Carnotprozeß wird mit 25 kg Luft zwischen 40°C und 600°C durchgeführt. Der minimale Druck liegt bei 2bar und der maximale beträgt 200 bar. Errechnen Sie die Veränderung der Nutzarbeit gegenüber dem optimalen Prozeß, wenn bei Durchführung eines anderen Prozesses die Expansion wie bei Carnot verläuft, die Kompression hingegen vom Punkt mit 2bar/ 40°C zum Punkt 200 bar/ 600°C nach einer Polytrope mit $n = \text{konst.}$

Hinweis: die spezifischen Wärmekapazitäten sind für 500°C konstant einzusetzen.

$$\Delta W = 1475 \text{ kJ}$$

38, Ein rechtsdrehender Kreisprozeß wird mit CO_2 geführt. Von anfangs $250^{\circ}\text{C}/35 \text{ bar}$ wird polytrop mit $n=1,2$ bis 120°C und danach bis 2bar isentrop expandiert. Die Kompression erfolgt polytrop bis zum Prozeßanfang. Errechnen Sie die spezifische Nutzarbeit und den thermischen Wirkungsgrad des Kreisprozesses. Welchen Volumenstrom würde man im Anfangspunkt bei einer Nutzleistung des Kreisprozesses von 25 kW messen?

Hinweis: c_p, c_v sind für 0°C einzusetzen.

$$w_k = 4,74 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{th} = 0,116$$

$$\dot{V} = 0,149 \text{ m}^3/\text{s}$$

51. Aufgabe

Überhitzter Wasserdampf mit $p_1 = 20$ bar und $t_1 = 408$ °C wird gedrosselt auf einen Druck von $p_2 = 10$ bar und anschließend in einer Turbine reibungsfrei und ohne Wärmeaustausch mit der Umgebung auf den Sättigungsdruck entspannt.

Errechnen Sie die in der Turbine gewonnene theoretische technische Arbeit in kJ/kg und stellen die Zustandsänderungen qualitativ im T, s sowie im h, s- Diagramm dar.

Hinweis: Tabelle , Wasserdampf, Interpolation der Werte.

$$w_t = 598 \text{ kJ/kg}$$

52. In einer Dampfturbine wird der überhitzte Dampf (als Idealgas) mit $p_1 = 100$ bar, $t_1 = 500$ C auf $p_2 = 15$ bar isentrop entspannt ($\kappa = 1,3$); errechnen Sie:

- die Endtemperatur nach der Entspannung
- die spezifische technische Arbeit
- die Entropieänderung wenn anstatt isentrop ($\kappa = 1,3$) polytrop mit $n = 1,15$ auf den gleichen Druck von 15 bar entspannt wird (Annahme: $c_{vm} = 1,57$ kJ/kg K)
- stellen Sie die beiden Zustandsänderungen qualitativ im p, v- sowie T, s-Diagramm dar.

$$a) T_2 = 500 \text{ K} \quad b) w_t = 546 \text{ kJ/kg} \quad c) \Delta s = 0,3886 \text{ kJ/kg K}$$

Hinweis: beachten für die Besetze des Idealgases

53. Der überhitzte Dampf von 150 bar und 400° C wird zunächst auf 40 bar gedrosselt und anschließend mit siedendem Wasser (auch bei 40 bar) zum Sattedampf gemischt. Errechnen Sie (mit Wasserdampftabellen) die Gewichtsanteile von Wasser und Dampf vor der Mischung.

$$m_w = 0,0947$$

$$m_D = 0,9053$$

54. In einem Zwischenüberhitzer wird dem Dampf die Wärmeleistung von 25000 MJ/h isobar bei 30 bar zugeführt, dabei erhöht sich die Dampftemperatur um 260° C und erreicht die obere Prozesstemperatur von 500° C

Welche Wärme muß im Kondensator der gleichen Dampfmenge entzogen werden, wenn die Wärmeabfuhr im Naßdampfbereich bei 0,5 bar und $x = 0,98$ beginnt und bei siedender Flüssigkeit aufhört?

(Hinweis: h, s - Diagramm, Dampftabelle)

$$\dot{Q}_{K0} \approx 25400 \text{ kW}$$

55. Der Frischdampf verläßt den Kessel mit 110 bar und 450° C. In der Dampfleitung verliert er, bei guter Isolierung, 10 bar durch Strömungsverluste. In der Dampfturbine wird er bis zum Naßdampf mit $x = 0,9$ theoretisch isentrop entspannt.

Welchen Dampfstrom benötigt man für eine theoretische Turbinenleistung von 6 MW?

Welche Wärmeleistung muß zur vollständiger Kondensation des Abdampfes abgeführt werden (Hinweis: h, s -Diagramm; Dampftabelle)?

$$\dot{m}_D = 8,22 \text{ kg/s}$$

$$\dot{Q}_K \approx 15,8 \text{ MW}$$

56. Ein Kessel mit 20 m³ umfaßt 800 kg Wasser und Dampf. Welche Wärmemenge muß zugeführt werden um den Druck von $p_1 = 5$ bar auf $p_2 = 50$ bar zu erhöhen ohne daß der Dampf entnommen wird?

$$Q = 1034830 \text{ kJ}$$

57. Der Dampfstrom von 850 kg/s wird im Kessel bei 50 bar verdampft und im Überhitzer auf 400° C aufgewärmt. Die anschließende Entspannung in der Dampfturbine erfolgt isentrop auf 5 bar.

Errechnen Sie die verlustlose Turbinenleistung sowie die zugeführte Wärmeleistung im Überhitzer und in dem Kessel der mit siedendem Wasser ständig gespeist wird.

Welchen Dampfgehalt hat dabei der Abdampf und wie groß muß der Durchmesser der Abdampfleitung bei einer mittleren Dampfgeschwindigkeit von 90 m/s sein?

$$P \approx 445 \text{ MW}$$

$$\dot{Q}_{KE} \approx 1395 \text{ MW}$$

$$\dot{Q}_{\text{Üb}} \approx 345 \text{ MW}$$

$$x_2 = 0,965$$

$$d_2 \approx 2 \text{ m}$$

58. Im Speisewasserbehälter einer Kesselanlage werden 20 t/h Wasser von 85° C auf 113° C erwärmt. Dazu wird der überhitzte Dampf von 2 bar und 150° C verwendet. Welche Dampfmenge wird benötigt?

$$\dot{m}_D \approx 1,02 \text{ t/h}$$

59. Eine Produktionsmaschine wird mit dem Dampf von 1,5 bar und 200°C beheizt. Die erforderliche Heizleistung beträgt 45 kW. Errechnen Sie den benötigten Dampfstrom pro Stunde, wenn das Kondensat die Maschine bei 1,5 bar verläßt. Welche relative Dampfersparnis kann bei besserer Wärmeausnutzung des Kondensats, nämlich bis 100°C erzielt werden?

ca 2%

60. In einem Kessel von 12 m³ werden 500 kg Siedewasser und Satttdampf bei 20 bar im Phasen-Gleichgewicht gehalten. Wieviel Wasser würde bei einem plötzlichen Druckabfall auf 1 bar zusätzlich verdampfen, wenn der Behälterdeckel abreißt und kein nennenswerter Wärmeaustausch mit der Dampfphase stattfindet.

$$\Delta m_w \approx 103 \text{ kg}$$

61. Eine Dampfturbine wird mit dem Frischdampf 60 bar und 400°C versorgt. Die verlustlose Expansion erfolgt bis 3 bar. Errechnen Sie:

- die spezifische technische Arbeit
- den Dampfgehalt des Abdampfes
- die Verschlechterung der spezifischen technischen Arbeit, wenn der Frischdampf so gedrosselt wird, daß der Abdampf zum Satttdampf bei 3 bar wird
- den erforderlichen Dampfmassenstrom bei einer theoretischen Maschinenleistung von 15 000 kW (gemäß a)
- die erforderliche Kondensatorleistung, wenn der Abdampf (gemäß b) bei 3 bar verflüssigt wird
- Skizze im p,v- T,s- und h,s-Diagramm.

$$\begin{array}{lll} \text{a) } w_k = 637 \text{ kJ/kg} & \text{b) } x_2 \approx 0,918 & \text{c) } \Delta w_k = 181 \text{ kJ/kg} \\ \text{d) } \dot{m}_D \approx 88,5 \text{ t/h} & \text{e) } \dot{Q}_K \approx 46,5 \text{ MW} & \end{array}$$

62. Dem Naßdampfstrom ($x = 0,85$) wird im Kondensator die Wärmeleistung von 6250 kW bei 35°C abgeführt. Die vorgeschaltete Dampfturbine leistet theoretisch 2100 kW. Welcher Dampfzustand herrscht vor der Turbine? Wie müßten die Frischdampfdaten heißen, wenn bei gleicher theoretischer Turbinenleistung und beim gleichen Kondensationsdruck der Abdampf als Satttdampf vorliegen muß?

$$\text{①: } 4,5 \text{ bar} / 215^\circ\text{C} \quad \text{②} \quad 1,3 \text{ bar} / 390^\circ\text{C}$$

- 63, In einem gut isolierten und 5 m^3 umfassenden Behälter befinden sich zwei Volumenanteile Siedewasser und acht Volumenanteile Sattedampf bei 180°C . Plötzlich entnimmt man 600 kg Siedewasser. Welcher Druck stellt sich ein, welchen Volumenanteil nimmt der Sattedampf im Beharrungszustand ein?

$$p = 8,6 \text{ bar}$$

$$V_D = 4,676 \text{ m}^3$$

- 64, a) In einem gut isolierten Dampfzylinder von anfangs 1 m^3 mit verschiebbaren Grenzen befindet sich überhitzter Wasserdampf bei $20 \text{ bar}/300^\circ \text{C}$. Welche Dampfmenge müßte durch Wasser mit 25°C ersetzt werden, damit im Zylinder bei gleichbleibendem Druck der Sattedampfzustand erreicht wird? Welches Zylinder-volumen muß dabei eingestellt werden?
- b) Welche plötzliche Volumenvergrößerung würde ebenso zur Dampfsättigung führen?
- c) Welche Wärmemenge müßte man bei wärmedurchlässigen Wänden abführen um vom Anfangszustand beim konstanten Volumen auch den Sättigungszustand zu erreichen? Welcher Druck stellt sich dabei letztlich ein?

$$a) \quad m_D = 7,364 \text{ kg} \\ m_W = 0,622 \text{ kg}$$

$$b) \quad \Delta V = 1,617 \text{ m}^3$$

$$c) \quad Q = -1461 \text{ kJ}$$

- 65, Eine Dampfturbine wird mit Frischdampf von $45 \text{ bar}/480^\circ \text{C}$ beaufschlagt. Der Abdampf hat 3 bar . Errechnen Sie den erforderlichen Querschnitt der Frischdampfleitung, bei einer Dampfzustrom-Geschwindigkeit von 80 m/s und einer theoretischen Turbinenleistung von 2250 kW .

$$d \approx 65 \text{ mm}$$

- 66, Der überhitzte Dampf $35 \text{ bar}/400^\circ\text{C}$ wird mit der Einspritzung vom Kondensat 90°C auf 300°C gekühlt, danach expandiert er verlustlos in einer Wärmekraftmaschine ohne Wärmeaustausch bis 10 bar . Die Maschine leistet theoretisch 30 kW . Errechnen Sie die erforderliche Kondensatmenge für die Einspritzung.

$$\dot{m}_K \approx 35,6 \text{ kg/h}$$

- 67, Der Nassdampf $10 \text{ bar}/x=0,51$ wird beim konstanten Volumen zum Sattedampf. Errechnen Sie die spezifische, ausgetauschte Wärme, stellen Sie die Zustandsänderungen qualitativ im p, v -; T, s -; h, s -Diagramm dar.

$$q \approx 910 \text{ kJ/kg}$$