

Rationelle Energienutzung

Prüfung, 12. September 2012

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Umfang der Aufgabenstellung: 5 nummerierte Seiten

Taschenrechner sind als Hilfsmittel zugelassen.

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: _____

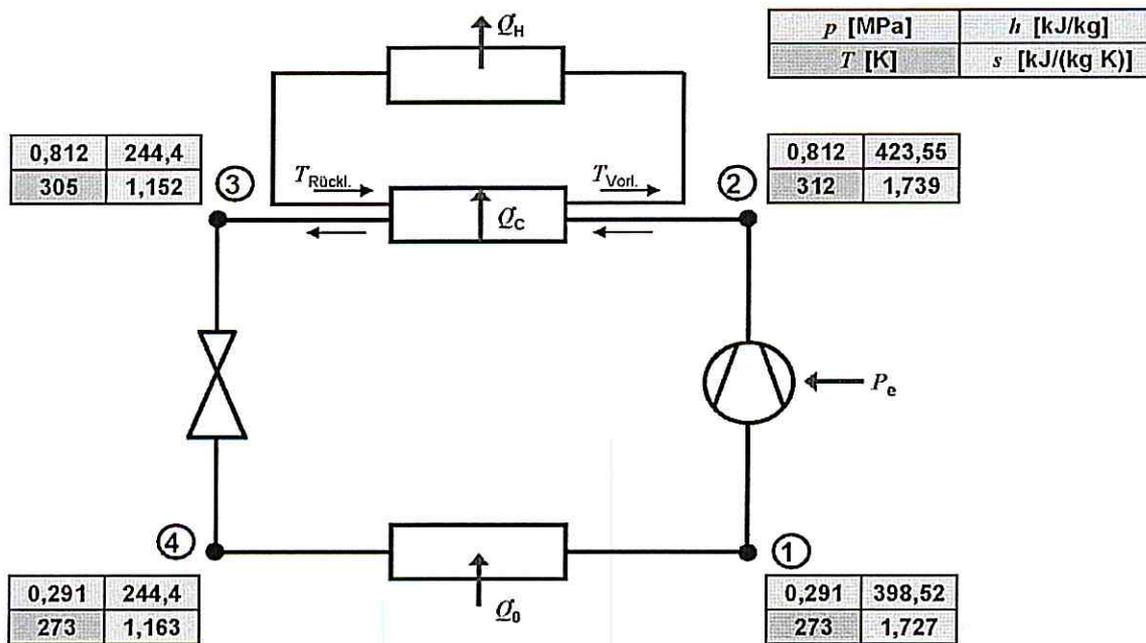
Unterschrift: _____

Angaben zur Korrektur

Aufgabe	Maximale Punktzahl	Erreichte Punkte	Korrektor
1	19		
2	21		
3	21		
Zwischensumme			
Bonuspunkte			
Summe			
Bewertung			

Aufgabe 1 (19 Punkte):

Eine Kompressionswärmepumpe wird zur Beheizung eines Hauses eingesetzt. Bei $T_1 = 273 \text{ K}$ nimmt des Arbeitsmediums R134a isotherm und isobar die Wärme auf. Bei $T_3 = 305 \text{ K}$ wird die Wärme durch Kondensation an den Heizkreislauf abgegeben. Die Verdichtung erfolgt adiabot und die Umgebungstemperatur beträgt $T_0 = 280 \text{ K}$.



a) Berechnen Sie den spezifischen Exergieverlust der Wärmepumpe bei der Kompression und bei der Wärmeaufnahme im Verdampfer. Die Temperatur des Grundwassers, dem die Wärme entnommen wird, beträgt im Mittel $T_G = 278 \text{ K}$. (6 P)

b) Bestimmen Sie die Leistungszahl der Wärmepumpe sowie den exergetischen Wirkungsgrad des Prozesses? (8 P)

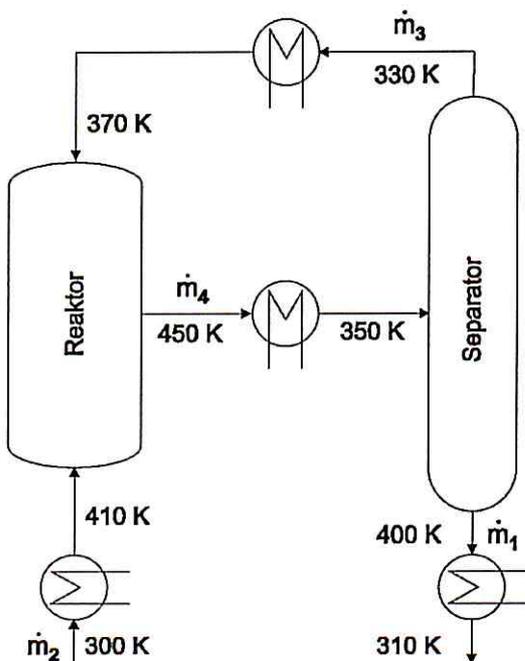
Beantworten Sie die folgenden Fragen unabhängig von den Aufgabenteilen a) und b):

c) Wie lassen sich Exergie und Anergie von Wärme berechnen und was folgt daraus für die technische Nutzbarkeit von Wärme? (3 P)

d) Was ist ein „Exergieverlust“? (2 P)

Aufgabe 2 (21 Punkte)

Der dargestellte verfahrenstechnische Prozess mit jeweils zwei aufzuheizenden und zwei abzukühlenden Stoffströmen soll durch Wärmeintegration nach der „Pinch-Point-Methode“ optimiert werden. Dabei soll der mindestens zu- bzw. abzuführende Wärmestrom \dot{Q} ermittelt werden. In den verwendeten Wärmeübertragern soll eine minimale Temperaturdifferenz $\Delta T_{min} = 10 \text{ K}$ nicht unterschritten werden. Im gesamten Prozess findet kein Phasenwechsel statt und die Wärmekapazitäten können als temperaturunabhängig angenommen werden.



Stoffstrom-Nr.	T_1 [K]	T_2 [K]	$\Delta \dot{H}$ [kW]
1	400	310	180
2	300	410	110
3	330	370	160
4	450	350	100

- Stellen Sie die Summenkurven der aufheizenden und abkühlenden Stoffströme im beigefügten $T, \Delta \dot{H}$ -Diagramm dar. (13 P)
- Ermitteln sie den mindestens zu- bzw. abzuführende Wärmestrom \dot{Q} . (4 P)
- Skizzieren Sie unabhängig von den Aufgabenteilen a) und b) beispielhaft den Temperaturverlauf über der Lauflänge für einen Gleichstrom- und einen Gegenstromwärmeübertrager. (4 P)

Aufgabe 3 (21 Punkte):

- a) Welche regenerativen Energieträger kennen Sie und welches ist global die regenerative Energiequelle mit dem größten Beitrag zur Stromerzeugung? (2 P)
- b) Erläutern Sie die Begriffe „Grundlast“, „Mittellast“ und „Spitzenlast“ und welche Kraftwerkstypen sind für die verschiedenen Bereiche typisch? (3 P)
- c) Was versteht man unter einem virtuellen Kraftwerk? (1 P)
- d) Definieren Sie im Zusammenhang mit der Kraft-Wärme-Kopplung die Begriffe „elektrischer Wirkungsgrad“, „thermischer Wirkungsgrad“ und „(Gesamt-) Nutzungsgrad“. Warum ist der (Gesamt-)Nutzungsgrad kein Wirkungsgrad? (2 P)
- e) Erläutern Sie die Begriffe direkte, halbindirekte und indirekte Wärmeübertragung (2 P)
- f) Welche einzelnen Wirkungsgrade gehen in den Systemwirkungsgrad eines Brennstoffzellensystems ein? (2 P)
- g) Worin besteht das wesentliche (wirtschaftliche) Problem von Niedertemperatur-Brennstoffzellen (AFC/PEMFC) und worin das wesentliche (technische) Problem von Hochtemperatur-Brennstoffzellen (MCFC/SOFC)? (2 P)
- h) Welche drei Typen von Wasserkraftwerken kennen Sie und welche Turbinentypen kommen in Wasserkraftwerken zum Einsatz? (3 P)
- i) Nennen Sie die drei gebräuchlichen Typen von Solarzellen. Welcher Solarzellentyp verursacht bei der Herstellung den höchsten, welchen den niedrigsten Energieaufwand? (2 P)
- j) Wie ist der Wirkungsgrad eines Windrads definiert und welche einzelnen Leistungsbeiwerte / Wirkungsgrade gehen ein? Welchen Leistungsbeiwert erreichen moderne Rotoren in etwa? (2 P)