Hochschule Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fragensammlung

Technische Thermodynamik und Wärmeübertragung

Fakultät Maschinenwesen
Fachgebiet Technische Thermodynamik

von
Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar
Dr.-Ing. S. Herrmann

Ausgabe: Sommersemester 2018

Fachgebiet Technische Thermodynamik
Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Kretzschmar

Fragensammlung

Technische Thermodynamik und Wärmeübertragung

1. Grundlegende Begriffe und thermodynamische Zustandsgrößen
2. Massebilanz
3. Energiebilanz − I. Hauptsatz der Thermodynamik
4. Entropiebilanz − II. Hauptsatz der Thermodynamik
5. Exergiebilanz − Technische Arbeitsfähigkeit
6. Thermodynamische Zustandsgrößen realer Fluide
7. Einfache technische Prozesse
8. Grundlagen der Wärmeübertragung
9. Wärmeleitung
10. Wärmedurchgang
11. Konvektiver Wärmeübergang − α-Berechnung
12. Wärmestrahlung
13. Wärmeübertrager
14. Instationäre Wärmeleitung

1. Grundlegende Begriffe und thermodynamische Zustandsgrößen

1-1 Wodurch ist die phänomenologische Betrachtungsweise in der Technischen Thermodynamik gekennzeichnet ?

1-2 Erläutern Sie die Begriffe Thermodynamisches System und Systemgrenze !

1-3 Welche unterschiedlichen thermodynamischen Systeme ergeben sich aus der Art der Systemgrenze ?

1-4 Welche Arten thermodynamischer Systeme kennen Sie ?

1-5 Wodurch unterscheiden sich homogene Systeme von heterogenen Systemen ?

1-6 Was bedeutet ein einfaches thermodynamisches System ?

1-7 Was verstehen Sie unter dem Zustand eines thermodynamischen Systems, wie wird er beschrieben ?

1-8 Welche speziellen Eigenschaften haben Zustandsgrößen, wodurch unterscheiden sie sich von Prozessgrößen ?

1-9 Unterscheiden Sie intensive und extensive Zustandsgrößen und nennen Sie jeweils 5 Beispiele !

1-10 In welcher Weise ändern sich intensive und extensive Zustandsgrößen bei der Zerlegung eines Systems in Teilsysteme ?

1-11 Wodurch sind spezifische Zustandsgrößen charakterisiert ?

1-12 Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Dichte und dem spezifischen Volumen ?

1-13 Charakterisieren Sie den thermodynamischen Prozess ! Wodurch unterscheidet er sich von der Zustandsänderung ?

1-14 Was verstehen Sie unter quasistatischer Zustandsänderung ? Unter welchen Bedingungen kann man eine Zustandsänderung als quasistatisch betrachten ?

1-15 Welche Eigenschaft hat ein adiabater Prozess und welche Prozessgröße tritt dabei nicht auf ?

1-16 Charakterisieren Sie den stationären Fließprozess !

1-17 Was beinhaltet der Nullte Hauptsatz der Thermodynamik ?

1-18 Wann stehen 2 Systeme im thermischen Gleichgewicht ?

1-19 Welche Stoffeigenschaften ändern sich wesentlich mit der Temperatur und werden deshalb für Thermometer ausgenutzt ?

1-20 Welches Thermometer entspricht der Thermodynamischen Temperatur ?

1-21 Nennen Sie die Umrechnung von *Kelvin*- in *Celsius*-Temperaturen ! Welche *Kelvin*-Temperatur entspricht 0 °C ?

1-22 Welche Maßeinheit haben Temperaturdifferenzen ?

1-23 Wie heißt die gegenwärtig verbindliche internationale Temperaturskala und was beinhaltet sie ?

1-24 Wie ist die physikalische Größe Druck definiert ? Nennen Sie ihre Maßeinheit !

1-25 Wie groß ist näherungsweise der barometrische bzw. atmosphärische Druck (Normdruck) ?

1-26 Schildern Sie den Unterschied zwischen Absolutdruck, Überdruck und Unterdruck ! Welche Druckart lesen Sie am Barometer ab ?

1-27 Welche Größen werden durch die thermische Zustandsgleichung miteinander verknüpft ?

1-28 Von welchen Größen ist das spez. Volumen eines realen Stoffes abhängig ?

1-29 Von welchen Größen ist das spez. Volumen einer idealen Flüssigkeit abhängig ?

1-30 Nennen Sie technische Anlagen, deren Arbeitsfluide mit guter Näherung als inkompressibel, d. h. als ideale Flüssigkeit berechnet werden können !

1-31 Unter welchen Voraussetzungen kann man Stoffe als ideale Gase betrachten ?

1-32 Welche Eigenschaften werden dem Modellstoff ideales Gas unterstellt ?

1-33 Mit welcher Größe kann geprüft werden, ob ein vorliegender Stoff als ideales Gas berechnet werden kann ?

1-34 Mit welchen Größen und deren Änderungen nimmt das Idealgasverhalten qualitativ zu ?

1-35 Nennen Sie Arbeitsfluide, die mit guter Näherung als ideale Gase berechnet werden können ?

1-36 Nennen Sie die Zustandsgleichung idealer Gase in spezifischer Form !

1-37 Wie kann die spezifische Gaskonstante R aus der gegebenen molaren Masse M eines Stoffes berechnet werden ?

1-38 Welche Annahmen des idealen Gases und idealer Flüssigkeiten treffen für reale Fluide nicht zu ?

1-39 Was sind energetische (kalorische) Zustandsgrößen ? Nennen Sie 5 Beispiele !

1-40 Was verstehen Sie unter der inneren Energie ?

1-41 Wie unterscheidet sich die spezifische Enthalpie h von der spezifischen inneren Energie u ?

1-42 Was beinhalten die isobare Wärmekapazität c_p und die isochore Wärmekapazität c_v ?

1-43 Welche Abhängigkeiten haben die Größen c_p, c_v, u und h von idealen Gasen ?

1-44 Welche Näherungen können für den Isentropenexponenten idealer Gase verwendet werden ?

1-45 Welche Abhängigkeiten haben die Größen c_p, c_v, u und h von idealen Flüssigkeiten ?

1-46 Welche Abhängigkeiten haben die Größen u, h, c_p und c_v von realen Fluiden ?

2. Massebilanz

2-1 Nennen Sie den Zusammenhang zwischen Massestrom und Volumenstrom !

2-2 Wie kann man sich Massestrom und Volumenstrom vorstellen ?

2-3 Wie werden zugeführte und abgeführte Masseströme an das zu bilanzierende System angetragen ?

2-4 Wie lautet die Massebilanz für ein stationäres offenes System ?

2-5 Welche Größe bleibt beim stationären Fließprozess längs der Stromröhre unabhängig von der Zustandsänderung konstant ?

2.6 Unter welchen Umständen bleibt der Volumenstrom beim stationären Fließ-prozess längs einer Stromröhre konstant ?

2.7 Unter welchen Umständen bleibt die Geschwindigkeit beim stationären Fließprozess längs einer Stromröhre konstant ?

3. Energiebilanz − I. Hauptsatz der Thermodynamik

3-1 Welche Prozessgrößen müssen in der Energiebilanz berücksichtigt werden ?

3-2 Worin unterscheiden sich Prozessgrößen von Zustandsgrößen ?

3-3 Werden Prozessgrößen zum System hin oder vom System weg angetragen ?

3-4 Haben abgeführte Prozessgrößen positive oder negative Werte ?

3-5 Wann kann man thermodynamische Systeme als geschlossen betrachten ? Nennen Sie Beispiele solcher Systeme !

3-6 Wann kann man thermodynamische Systeme als offen betrachten ? Nennen Sie Beispiele solcher Systeme !

3-7 Was verstehen Sie unter der Prozessgröße Wärme ?

3-8 Wie gliedert sich die Arbeit in geschlossenen Systemen auf ?

3-9 Wann tritt Volumenänderungsarbeit in geschlossenen Systemen auf ?

3-10 Schreiben Sie das Integral für die Volumenänderungsarbeit auf ! Unter welcher Voraussetzung darf es gebildet werden ?

3-11 Wie bildet sich die Volumenänderungsarbeit im p,v-Diagramm ab ?

3-12 Unter welchen Bedingungen würde die Volumenänderungsarbeit der tatsächlichen Nutzarbeit am Kolben entsprechen ?

3-13 Was beinhalten Dissipationsarbeiten ? Nennen Sie 3 Beispiele !

3-14 Welche Größe entfällt bei der Bilanzierung adiabater Systeme ?

3-15 Mit welcher Form des I. Hauptsatzes sollte zweckmäßigerweise ein isobarer Prozess bilanziert werden ?

3-16 Mit welcher Form des I. Hauptsatzes sollte zweckmäßigerweise ein Prozess bei konstantem Volumen bilanziert werden ?

3-17 Unter welchen Voraussetzungen führt die Bilanzierung mit dem I. Hauptsatz der Thermodynamik zu der Gleichung $Q = m\,c_p\,\Delta T$?

3-18 Unter welchen Voraussetzungen führt die Bilanzierung mit dem I. Hauptsatz der Thermodynamik zu der Gleichung $Q = m\,c_v\,\Delta T$?

3-19 Unter welchen Voraussetzungen führt die Bilanzierung mit dem I. Hauptsatz der Thermodynamik zu der Gleichung $\dot{Q} = \dot{m}\,c_p\,\Delta T$?

3-20 Wodurch ist ein ruhendes offenes stationäres System gekennzeichnet ? Nennen Sie Beispiele für solche Systeme !

3-21 Wann kann man von einem stationären Fließprozess sprechen ?

3-22 Weshalb müssen die Enthalpien und nicht die inneren Energien der ein- und austretenden Stoffströme eines offenen Systems in der Energiebilanz berücksichtigt werden ?

3-23 Wie werden zugeführte und abgeführte Enthalpieströme am System angetragen ?

3-24 Erfolgt die Bilanzierung offener stationärer Systeme zwischen Eintritt und Austritt oder zwischen zwei Zeitpunkten von Anfang bis Ende ?

3-25 Welche Größen entfallen in der Energiebilanz bei einer adiabaten Mischung von Stoffströmen ?

3-26 Welche Arbeit tritt bei einem offenen System auf und wie bildet sich diese im *p*,*v*-Diagramm ab ?

4. Entropiebilanz − II. Hauptsatz der Thermodynamik

4-1 Charakterisieren Sie reversible und irreversible Prozesse !

4-2 Sind wirkliche Prozesse reversibel oder irreversibel ?

4-3 Nennen Sie 4 Beispiele für irreversible Prozesse !

4-4 Mit welcher Prozessgröße wird gleichzeitig Entropie über die Systemgrenze transportiert ?

4-5 Wie bildet sich die reversible spezifische Wärme im *T*,*s*-Diagramm ab ?

4-6 Von welchen Zustandsgrößen ist die spezifische Entropie eines realen Stoffes abhängig ?

4-7 Von welchen Zustandsgrößen ist die spezifische Entropie idealer Gase abhängig ?

4-8 Von welchen Zustandsgrößen hängt die spezifische Entropie von inkompressiblen Flüssigkeiten ab ?

4-9 Wie verlaufen die Isobaren und die Isochoren eines idealen Gases im *T*,*s*- und *h*,*s*-Diagramm ?

4-10 Welche Vorgänge führen zu einer Entropieproduktion im System ? Nennen Sie 4 Vorgänge !

4-11 Unter welchen Umständen kann die Entropie in einem geschlossenen System abnehmen ?

4-12 Wird mit einem Stoffstrom Entropie über die Systemgrenze transportiert ?

4-13 Wie werden ein- und austretende stoffgebundene Entropieströme an ein thermodynamisches System angetragen ?

5. Exergiebilanz − Technische Arbeitsfähigkeit

5-1 In welche Anteile kann eine beliebige Energie aufgegliedert werden ?

5-2 Kann jede Energie vollständig in jede andere umgewandelt werden ?

5-3 Was versteht man allgemein unter Exergie ?

5-4 Was versteht man allgemein unter Anergie ?

5-5 Welche Energieformen stellen reine Exergie dar ?

5-6 Welche Energieformen beinhalten Exergie und Anergie ?

5-7 Wie kann die spezifische Exergie e^{st} eines Stoffstroms gedeutet werden ?

5-8 Was bedeutet die spezifische Exergie e (der Enthalpie) ?

5-9 Welche Größen sind in der Exergiebilanz enthalten ?

5-10 Woraus resultiert der Exergieverlust ?

5-11 Wie ist der exergetische Wirkungsgrad definiert ?

5-12 Welchen Wert hat der exergetische Wirkungsgrad bei einem reversiblen Prozess ?

6. Thermodynamische Zustandsgrößen realer Fluide

6-1 Welche Größen bleiben beim isobaren Phasenwechsel konstant ?

6-2 Von welcher Größe ist die Siedetemperatur einer Flüssigkeit abhängig ?

6-3 Woraus besteht Nassdampf ?

6-4 Was beobachten Sie, wenn sie einen Wassereisblock in einem Zylinder mit beweglichem Kolben isobar erwärmen bis überhitzter Dampf vorliegt, welche Phasen werden durchlaufen ?

6-5 Wie ist der Dampfanteil x definiert, in welchem Zustandsbereich wird er verwendet ?

6-6 Welche Werte hat der Dampfanteil x für siedende Flüssigkeit und trocken gesättigten Dampf ?

6-7 Wie werden die Größen von siedender Flüssigkeit und von trocken gesättigtem Dampf gekennzeichnet ?

6-8 Wie lautet die allgemeine Berechnungsgleichung für spezifische Größen im Nassdampfgebiet, für welche Größen gilt sie ?

6-9 Von welchen Parameterpaaren hängen die Größen v_x, u_x, h_x, s_x ,e_x im Nassdampfgebiet ab ? Welche beiden Alternativen gibt es dabei ?

6-10 Wie können die Größen auf den Phasengrenzkurven ermittelt werden ?

6-11 Wie werden folgende Phasenübergänge bezeichnet:
- flüssig ⇔ gasförmig
- fest ⇔ flüssig
- fest ⇔ gasförmig ?

6-12 Weshalb fallen im *p*,*v*-, *T*,*s*-, und *h*,*s*-Diagramm die Nassdampf-Isobaren und die Nassdampf-Isothermen zusammen ?

7. Einfache technische Prozesse

7-1 Welche Zustandsänderung erfährt ein Fluid, das sich in einem geschlossenen Behälter mit starren Wänden befindet, was wird dabei vernachlässigt ?

7-2 Mit welcher Zustandsänderung können die Stoffströme in einem Wärmeübertrager näherungsweise berechnet werden, was wird dabei vernachlässigt ?

7-3 Welche Zustandsänderung erfährt das Arbeitsfluid in Turbinen, wenn diese als adiabat und reversibel angenommen werden, welche Näherungen liegen diesem Modell zugrunde ?

7-4 Welche Zustandsänderung erfährt das Arbeitsfluid in Verdichtern und Pumpen, wenn diese als adiabat und reversibel angenommen werden, welche Näherungen liegen diesem Modell zugrunde ?

7-5 Welche Zustandsänderung erfährt das Arbeitsfluid in Turbinen, wenn diese zwar als innerlich reversibel aber als nicht adiabat angenommen werden, d.h. es wird beispielsweise Wärme abgegeben ?

7-6 Welche Zustandsänderung erfährt das Arbeitsfluid in Verdichtern und Pumpen, wenn diese zwar als innerlich reversibel aber als nicht adiabat angenommen werden, d.h. es wird beispielsweise Wärme an Kühlwasser abgegeben ?

7-7 In welchem Wertebereich ist der Polytropenexponent für Verdichter und Pumpen technisch interessant ?

7-8 Was beschreiben der isentrope Turbinenwirkungsgrad und der isentrope Verdichterwirkungsgrad, wodurch unterscheiden sie sich ?

7-9 Mit welcher Zustandsänderung kann die adiabate Drosselentspannung eines Fluids in einem Ventil bzw. in einer Rohrverengung nachgebildet werden ?

7-10 Welche Größen bleiben bei der adiabaten irreversiblen Drosselentspannung eines idealen Gases konstant, woraus resultiert die Entropiezunahme ?

7-11 Stellen Sie die isochore Zustandsänderung eines idealen Gases im *p*,*v*- und *T*,*s*-Diagramm dar !

7-12 Stellen Sie die isobare Zustandsänderung eines idealen Gases im *p*,*v*- und *T*,*s*-Diagramm dar !

7-13 Stellen Sie die isotherme Zustandsänderung eines idealen Gases im *p*,*v*- und *T*,*s*-Diagramm dar !

7-14 Stellen Sie die isentrope Zustandsänderung eines idealen Gases im p,v- und T,s-Diagramm dar !

8. Grundlagen der Wärmeübertragung

8-1 Was ist die Triebkraft des Wärmetransports ?

8-2 Welche Richtung hat der Wärmetransport ?

8-3 Nennen Sie die technischen Aufgabenstellungen in Verbindung mit Wärmeübertragung und je 3 Beispiele !

8-4 Nennen Sie die wichtigsten Wärmetransportvorgänge !

9. Wärmeleitung

9-1 Unter welchen Umständen liegt Wärmeleitung vor ?

9-2 Welche Gesetze liegen der Wärmeleitung zugrunde ?

9-3 Welche Form hat der Temperaturverlauf durch eine ebene Wand und wie verlaufen die Isothermen ?

9-4 Welche Form hat der Temperaturverlauf durch eine Zylinderwand und wie verlaufen die Isothermen ?

9-5 Welche Form hat der Temperaturverlauf durch eine Kugelwand und wie verlaufen die Isothermen ?

9-6 In welchem qualitativen Zusammenhang stehen Wärmeleitkoeffizient λ und Anstieg des Temperaturverlaufs ?

9-7 Wie ändert sich der Anstieg des Temperaturverlaufs mit der vom Wärmestrom durchdrungenen Fläche A ?

9-8 Welcher qualitative Zusammenhang besteht zwischen Wärmeleitwiderstand und Temperaturdifferenz einer Schicht ?

9-9 Mit welcher Gesetzmäßigkeit wird die mittlere Fläche einer Zylinderwand gebildet ?

9-10 Mit welcher Gesetzmäßigkeit wird die mittlere Fläche einer Kugelwand gebildet ?

9-11 Wie wird der Gesamtwärmeleitwiderstand einer mehrschichtigen Wand gebildet ?

10. Wärmedurchgang

10-1 Erläutern Sie den Wärmedurchgang ! Aus welchen Teilvorgängen besteht er ?

10-2 Welcher qualitative Zusammenhang besteht zwischen dem Wärmeübergangswiderstand R_α und der Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta_\alpha$?

10-3 Welcher qualitative Zusammenhang besteht zwischen dem Wärmeübergangskoeffizienten α und der Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta_\alpha$?

10-4 Aus welchen Anteilen setzt sich der Wärmedurchgangswiderstand R_k zusammen ?

10-5 Was ist bei Angabe des Wärmedurchgangskoeffizienten *k* zu beachten ?

10-6 Welcher allgemeine funktionale Zusammenhang besteht zwischen Wärmestrom $\dot{Q}$, thermischem Widerstand R_{therm} und zugehöriger Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$?

11. Konvektiver Wärmeübergang − α-Berechnung

11-1 Wann spricht man von konvektivem Wärmeübergang ? Nennen Sie Beispiele !

11-2 Welche Arten der Konvektion werden unterschieden ?

11-3 Charakterisieren Sie die freie Konvektion und nennen Sie Beispiele !

11-4 Charakterisieren Sie die erzwungene Konvektion und nennen Sie Beispiele !

11-5 Nennen Sie Einflussgrößen auf den Wärmeübergang !

11-6 Welche Theorie liegt der Berechnung des Wärmeübergangskeoffizienten α zugrunde ?

11-7 Welche Kennzahl ist für den Wärmeübergangskoeffizienten α entscheidend ?

11-8 Welche Kennzahlen sind bei freier Konvektion maßgebend ?

11-9 Welche Kennzahlen sind bei erzwungener Konvektion maßgebend ?

11-10 Was bedeutet die charakteristische Länge l_{char} ?

11-11 Mit welcher Größe ist l_{char} bei erzwungener Rohr- bzw. Kanalströmung identisch ?

11-12 Mit welcher Größe ist l_{char} bei erzwungener Strömung durch ein Kreisrohr identisch ?

11-13 Welche Bedeutung hat die Temperatur ϑ_{St} ?

11-14 Welche Unterscheidung ist bei erzwungener Rohrströmung zu treffen ?

11-15 Welche Unterscheidung ist bei erzwungener Plattenanströmung zu treffen ?

11-16 In welcher Literatur ist eine Vielzahl von *Nu*-Gleichungen für weitere Geometrien enthalten ?

12. Wärmestrahlung

12-1 Bei welchen technischen Vorgängen ist Wärmestrahlung dominierend ?

12-2 Benötigt Wärmestrahlung ein Trägermedium ?

12-3 Erläutern Sie die Begriffe Emission und Immission !

12-4 Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Temperatur eines Körpers und der Energie der von ihm emittierten Strahlung ?

12-5 Welche Eigenschaft hat ein diathermaner Strahler ?

12-6 Welche Eigenschaft hat ein idealer Reflektor ?

12-7 Welche Eigenschaft hat ein idealer Absorber und wie wird er genannt ?

12-8 Erläutern Sie das Modell des Schwarzen Strahlers, worin unterscheidet sich ein sogen. Grauer Strahler ?

12-9 Wie wird der Strahlungskoeffizient *C* eines Grauen Strahlers gebildet ?

12-10 In welchem Zusammenhang stehen Emissionsverhältnis ε und Absorptionskoeffizient *a* bei Körpern im Strahlungsgleichgewicht ? Welche Konsequenz hat diese Relation auf die Emissions- und Immissionseigenschaften eines Körpers ?

12-11 Würden Sie einen Heizkörper unter dem Aspekt einer maximalen Wärmeabgabe durch Strahlung hell oder dunkel gestalten ?

12-12 Welchen Einfluss hat die Temperatur eines Strahlers auf die Wellenlänge der emittierten Strahlung ?

12-13 Erläutern Sie den Treibhauseffekt an den Beispielen Erdatmosphäre und Sonnenkollektor zur Warmwasserbereitung !

12-14 Wie wird die Temperaturdifferenz bei der Berechnung des Wärmestroms infolge Strahlung gebildet ?

12-15 Für welche Anwendungsfälle können Sie den Wärmestrom infolge Strahlung berechnen ?

12-16 Von welchen Größen hängt die Einstrahlzahl φ ab ?

13. Wärmeübertrager

13-1 Welche Funktion erfüllen Wärmeübertrager ?

13-2 Nennen Sie die Grundbauarten von Wärmeübertragern !

13-3 Charakterisieren Sie Rekuperatoren !

13-4 Charakterisieren Sie Regeneratoren !

13-5 Charakterisieren Sie Mischwärmeübertrager !

13-6 Wie wird das Medium bezeichnet, das Wärme abgibt ?

13-7 Wie wird das Medium bezeichnet, das Wärme aufnimmt ?

13-8 Unterscheiden Sie Rekuperatoren nach den Strömungsrichtungen von Heiz- und Kühlmedium !

13-9 Wie ist der Wärmekapazitätsstrom definiert ?

13-10 Zeichnen Sie ein ϑ,*a*-Schaubild für einen Gleichströmer und tragen Sie folgende Größen an: $\Delta\vartheta_H$, $\Delta\vartheta_K$, $\Delta\vartheta^0_{HK}$, $\Delta\vartheta^A_{HK}$, $\Delta\vartheta^{min}_{HK}$!

13-11 Zeichnen Sie ein ϑ,*a*-Schaubild für einen Gegenströmer und tragen Sie folgende Größen an: $\Delta\vartheta_H$, $\Delta\vartheta_K$, $\Delta\vartheta^0_{HK}$, $\Delta\vartheta^A_{HK}$, $\Delta\vartheta^{min}_{HK}$!

13-12 Was bedeutet die Größe $\Delta\vartheta^m_{HK}$?

13-13 Zeichnen Sie ϑ,*a*-Schaubilder für einen Gegenströmer mit den Eigenschaften $\dot{C}_H > \dot{C}_K$, $\dot{C}_H < \dot{C}_K$, $\dot{C}_H = \dot{C}_K$ und tragen Sie jeweils die minimale Temperaturdifferenz zwischen Heiz- und Kühlmedium ein !

13-14 Von welchen Größen ist die Betriebscharakteristik Φ eines Rekuperators abhängig ?

13-15 Wie erfolgt prinzipiell die Berechnung eines Kreuzströmers ?

13-16 Welches Medium wird in einem Verdampfer verdampft ?

13-17 Zeichnen Sie das ϑ,*a*-Schaubild für einen Gegenstrom-Verdampfer !

13-18 Was ist bei der Berechnung eines Verdampfers zu beachten?

13-19 Welches Medium wird in einem Kondensator kondensiert ?

13-20 Zeichnen Sie das ϑ,*a*-Schaubild für einen Gleichstrom-Kondensator !

13-21 Was ist bei der Berechnung eines Kondensators insbesondere bei Verwendung der Betriebscharakteristik Φ zu beachten ?

13-22 Ein Gleich-, ein Gegen- und ein Kreuzströmer haben gleiche Heizflächen. Geben sie aufsteigend die Reihenfolge der übertragenen Wärmeströme bei gleichen Eintrittstemperaturen der Medien an !

13-23 Ein Gleich-, ein Gegen- und ein Kreuzströmer übertragen den gleichen Wärmestrom. Geben sie aufsteigend die Reihenfolge der benötigten Heizflächen bei gleichen Eintrittstemperaturen der Medien an !

13-24 Weshalb besteht sowohl beim Verdampfer als auch beim Kondensator in thermodynamischer Hinsicht kein Unterschied zwischen Gleich-, Kreuz- und Gegenströmer ?

14. Instationäre Wärmeleitung

14-1 Erläutern Sie die Randbedingungen 1. Art, 2. Art und 3. Art !

14-2 Charakterisieren Sie die quasistatische instationäre Wärmeleitung ! Unter welchen Bedingungen trifft diese Näherung zu ?

14-3 Welche Problemstellungen können mit der Lösung nach *Gröber* bearbeitet werden ?

14-4 Welche Temperaturen eines Körpers sind in Abhängigkeit von der Zeit mit der *Gröber*-Lösung bestimmbar ?

14-5 Was bedeutet die thermodynamische Mitteltemperatur eines Körpers ?

14-6 Welcher Lösungsweg liegt dem Differenzenverfahren zugrunde ?