



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

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 Fließprozess 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 $\Leftrightarrow$ gasförmig
- fest $\Leftrightarrow$ flüssig
- fest $\Leftrightarrow$ 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 Wärmeübergangskoeffizienten 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 Immissions-eigenschaften 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: $\Delta \vartheta_H$, $\Delta \vartheta_K$, $\Delta \vartheta_{HK}^0$, $\Delta \vartheta_{HK}^A$, $\Delta \vartheta_{HK}^{\min}$!
- 13-11 Zeichnen Sie ein ϑ, a -Schaubild für einen Gegenströmer und tragen Sie folgende Größen an: $\Delta \vartheta_H$, $\Delta \vartheta_K$, $\Delta \vartheta_{HK}^0$, $\Delta \vartheta_{HK}^A$, $\Delta \vartheta_{HK}^{\min}$!
- 13-12 Was bedeutet die Größe $\Delta \vartheta_{HK}^m$?
- 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, α -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, α -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 ?