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

Technische Thermodynamik I – Energielehre
2. Semester (Sommersemester)

0 Was ist Thermodynamik?

1 Grundlegende Begriffe und thermodynamische Zustandsgrößen

1.1 System, Zustand und Zustandsgrößen
1.1.1 Thermodynamisches System und Systemgrenze
1.1.2 Zustand und Zustandsgrößen
1.1.3 Prozess und Zustandsänderung
1.2 Thermisches Gleichgewicht und Temperatur
1.2.1 Nullter Hauptsatz der Thermodynamik
1.2.2 Thermodynamische Temperatur
1.2.3 Internationale Temperaturskala ITS-90
1.3 Der Druck
1.3.1 Absolutdruck
1.3.2 Überdruck und Unterdruck
1.3.3 Statische Druckdifferenz einer Flüssigkeitssäule
1.4 Das p,T-Verhalten realer Stoffe
1.5 Das spezifische Volumen, die Dichte
1.6 Thermische Zustandsgleichungen
1.6.1 Allgemeine Zusammenhänge
1.6.2 Gase im Idealgaszustand
1.6.3 Inkompressible Flüssigkeiten und Feststoffe
1.6.4 Reale Fluide
1.7 Energetische Zustandsgrößen und Zustandsgleichungen
1.7.1 Reale Fluide
1.7.2 Gase im Idealgaszustand
1.7.3 Inkompressible Flüssigkeiten und Feststoffe
1.8 Differenzen von Zustandsgrößen
1.8.1 Veranschaulichung der Differenzbildung
1.8.2 Reale Fluide
1.8.3 Gase im Idealgaszustand
1.8.4 Inkompressible Flüssigkeiten

2 Massebilanz

2.1 Masse- und Volumenstrom

2.2 Formulierung der Massebilanz

2.3 Stationärer Fließprozess

2.4 Stationäre Massebilanz längs einer Stromröhre

3 Der I. Hauptsatz der Thermodynamik – Energiebilanzen

3.1 Der I. Hauptsatz bei ruhenden geschlossenen Systemen

3.2 Die Arbeit bei ruhenden geschlossenen Systemen

3.2.1 Volumenänderungsarbeit W_{V12}

3.2.2 Tatsächliche Nutzarbeit am Kolben (Kolbenarbeit)

3.2.3 Dissipationsarbeit W_{diss12} bei geschlossenen Systemen

3.2.4 Die Leistung als Arbeitsstrom

3.3 Die Wärme Q, der Wärmestrom $\dot{Q}$

3.4 Formulierung des I. Hauptsatzes für geschlossene Systeme

3.4.1 Allgemeine Form mit der inneren Energie

3.4.2 Spezielle Enthalpie-Form des I. Hauptsatzes bei geschlossenen Systemen

3.5 Anwendung des I. Hauptsatzes auf den Mischungsvorgang

3.6 Differenzielle Energiebilanz bei geschlossenen Systemen

3.7 Der I. Hauptsatz bei ruhenden offenen Systemen

3.7.1 Formulierung des I. Hauptsatzes bei offenen Systemen

3.7.2 Die technische Arbeit bei offenen Systemen

3.7.3 Anwendung des I. Hauptsatzes auf Wärmeübertrager

3.7.4 Anwendung des I. Hauptsatzes auf die Mischung von Fluidströmen

3.7.5 Verallgemeinerung auf instationäre Systeme

3.8 Diskussion Sonderfall $Q = m\,c_p\,\Delta\vartheta$

4 Der II. Hauptsatz der Thermodynamik – Entropiebilanzen

4.1 Übersicht über irreversible und reversible Prozesse

4.1.1 Irreversible Prozesse

4.1.2 Reversible Prozesse

4.2 Definition der Zustandsgröße Entropie

4.3 Berechnung der Entropie von Fluiden

4.3.1 Reale Fluide

4.3.2 Gase im Idealgaszustand

4.3.3 Inkompressible Flüssigkeiten und Feststoffe

4.4 Entropiedifferenzen bei Zustandsänderungen
4.4.1 Reale Fluide
4.4.2 Gase im Idealgaszustand
4.4.3 Inkompressible Flüssigkeiten und Feststoffe
4.5 Die Entropie der Wärme
4.6 Der II. Hauptsatz – Entropiebilanz bei ruhenden geschlossenen Systemen
4.7 Der II. Hauptsatz – Entropiebilanz bei ruhenden offenen stationären Systemen
4.8 Irreversibilität bei Arbeitszuführung
4.9 Irreversibilität der Stoffübertragung
4.10 Irreversibilität der Wärmeübertragung
4.11 Dissipationsenergie

5 Die technische Arbeitsfähigkeit – Exergiebilanzen
(Teil des Lehrfaches Technische Thermodynamik III)
5.1 Energie, Exergie und Anergie
5.2 Die Exergie als technische Arbeitsfähigkeit eines Stoffstromes
5.3 Stationäre Exergiebilanz bei offenen Systemen
5.4 Technische Arbeitsfähigkeit eines Fluides in einem geschlossenen System
5.5 Exergiebilanz bei geschlossenen Systemen

6 Zustandsgrößen realer Fluide
6.1 Der isobare Phasenwechsel
6.2 Die thermodynamische Zustandsfläche
6.3 Spezifisches Volumen und Dichte von Nassdampf
6.4 Energetische Zustandsgrößen von Nassdampf
6.5 Zustandsverhalten im *p*,*v*-Diagramm
6.6 Zustandsverhalten im *T*,*s*-Diagramm
6.7 Zustandsverhalten im *h*,*s*-Diagramm

7 Technische Prozesse
7.1 Isochore Prozesse ($V = \text{const}$)
7.2 Isobare Prozessen ($p = \text{const}$)
7.3 Isotherme Prozesse ($T = \text{const}$)
7.4 Adiabate Drosselentspannung
7.5 Verdichten und Pumpen
7.6 Turbinenentspannung
7.7 Polytrope Verdichtung und Entspannung