



Thermodynamikübungsstunde 2

Prozesse, ideale Gase, 1. Hauptsatz

Folien von Dominic Landolf, angepasst durch Pascal Hodel und Auf der Maur

Pascal Auf der Maur

Inkompressible Flüssigkeiten

- Für inkompressible Flüssigkeiten sind viele Eigenschaften nur abhängig von der Temperatur

$$v(T, p) \approx v_f(T) \quad u(T, p) \approx u_f(T) \quad s(T, p) \approx s_f(T)$$

- Das heisst, dass falls wir Werte im flüssigen Bereich von Wasser brauchen, welche nicht tabelliert sind können wir die Werte bei der gegebenen Temperatur verwenden.
- **Ausnahme:** Werte von Wasser ab 25 bar sind tabelliert

Prozesse

- Weg eines Systems zwischen zwei Zuständen
- System wechselt seinen Zustand unter Ab- oder Zugabe von Wärme und / oder Arbeit
- T, v und / oder p wechseln

Prozesse - Klassifizierung

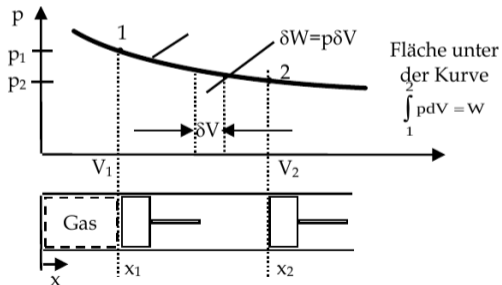
- **Isothermer Prozess:** Temperatur konstant (Wärmefluss ist Arbeit bei I.G.)
- **Isobarer Prozess:** Druck konstant
- **Isochorer Prozess:** Volumen konstant (Arbeit ist 0)
- **Adiabater Prozess:** Wärmefluss ist 0

Prozesse - Arbeit

- Aus der Mechanik: $W_{12} = \int_1^2 \vec{F} d\vec{s}$ mit umformen $W_{12} = \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV$ [J]
- Arbeit ist keine Zustandsgrösse: $W_{12} = \int_1^2 \partial W \neq W_2 - W_1$
- Vorzeichenkonvention gemäss Dampfmaschine
 - Positiv für abgegebene Arbeit
 - Negativ für aufgenommene Arbeit
- Ansatz für $p(V)$: $pV^n = \text{konst.}$ n: Isotropenkoeffizient

Prozesse - Beispiel Arbeit

- Beispiel Kolben-Zylinder-System
- $p dV = p \cdot A \cdot dx$
- Arbeit entspricht Fläche im p-V Diagramm



Prozesse - Wärme

- Übertragene Wärmemenge entspricht Wärmefluss über Systemgrenze (Nur Wärmeleitung, Konvektion, ...)
- Wärme ist keine Zustandsgrösse: $Q_{12} = \int_1^2 \partial Q \neq Q_2 - Q_1$
- Vorzeichen gemäss Dampfmaschine
 - Positiv für aufgenommene Wärme
 - Negativ für abgegebene Wärme
- Wärme entspricht Fläche im s-T Diagramm

Erster Hauptsatz für geschlossene Systeme

- Energiebilanz über Systemgrenzen
- Energien im System:
 - Kinetische Energie: $KE = \frac{1}{2}mv^2$
 - Potentielle Energie: $PE = mgz$
 - Innere Energie: U
- Folglich ist die totale Energie im System: $E = KE + PE + U$
- Daraus folgt die Energieänderung im System: $\Delta E = \Delta KE + \Delta PE + \Delta U$
- Einzige Art um Energie über Systemgrenze auszutauschen ist Wärme und Arbeit

Erster Hauptsatz für geschlossene Systeme

- Daraus folgt der erste Hauptsatz:

$$\Delta E = \Delta KE + \Delta PE + \Delta U = Q - W$$

- Alle Größen in Joule
- Hauptsatz mit vernachlässigbarer potentieller und kinetischer Energie:

$$\Delta U = Q - W$$

Erster Hauptsatz für geschlossene Systeme

- Der Hauptsatz lässt sich umschreiben als Leistungsbilanz durch Ableitung nach der Zeit
- Leistung ist Arbeit pro Zeit und hat die Einheit Watt
- Leistungsbilanz:

$$\frac{dE}{dt} = \dot{Q} - \dot{W}$$

Ideale Gase

- Gase wo keine Wechselwirkung zwischen den Molekülen auftritt
- Ideale Gasgleichung: $pV = n\bar{R}T$ oder $pv = RT$ oder $pV = mRT$
wobei:
 - $\bar{R} = 8.314 \frac{J}{molK}$ universelle Gaskonstante
 - $R = \frac{\bar{R}}{M}$ M: molare Masse (Tab A-1)
- Kein Hügel in Diagrammen (Keine Phasenänderung)
- Ideale Gasgleichung anstatt Tabellenwerte (meist)
- Innere Energie und andere Werte nur abhängig von Temperatur (Tabellen)
- Wasserdampf nur ideales Gas falls explizit so angenommen

Kreisprozess

- Endet eine Durchführung von Teilprozessen wieder am Anfangspunkt, nennt man dies einen Kreisprozess
- Kreisprozesse kommen vor in allerlei technischen Anwendungen (Ottomotor, Dampfmaschine, ...)
- Da Anfangs und Endpunkte identisch sind muss gelten dass $U_{KP} = 0$ und daraus folgt aus dem ersten Hauptsatz $W_{KP} = Q_{KP}$