



Thermodynamikübungsstunde 1

System, Zustandsgrößen, p, v, T -Beziehung

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

Pascal Auf der Maur

System

Was ist ein System?

- Ein System ist ein für uns relevanter Ausschnitt aus der Welt
 - Motor, Turbine, Ventil, Kraftwerk, ...
- Ein System besitzt Systemgrenzen über welche wir bilanzieren können
 - Massenbilanz
 - Energiebilanz
 - (Impulsbilanz)

Systemarten - Systemgrenze

Bereits bekannt aus Chemie:

Art	Massenstrom	Wärmestrom
Offen	möglich	möglich
geschlossen	nicht möglich	möglich
isoliert	nicht möglich	nicht möglich

Systemarten - Homogenität

Einteilung der Systeme anhand ihrer Zusammensetzung:

- Chemisch homogen
 - System besitzt überall die gleiche chem. Zusammensetzung
- Physikalisch homogen
 - System besitzt überall gleiche physikalische Eigenschaften (Druck, Dichte, ...)

Zustandsgrößen

- Zustandsgrößen charakterisieren den momentanen Zustand eines Systems
 - Masse
 - Temperatur
 - Volumen
 - ...
- Zustandsgrößen sind unabhängig vom Weg
 - Mit ihnen werden Endpunkte aber nicht der genaue Weg charakterisiert
 - Vgl Potentiale

Zustandsgrößen - Klassifizierung

- Intensive Zustandsgrößen
 - Ändern bei Unterteilung von homogenen Systemen nicht
 - Beispiel: Druck Temperatur
- Extensive Zustandsgrößen
 - Ändern Eigenschaften bei Unterteilung
 - Beispiel: Molmenge, Masse, Energie
- Spezifische Zustandsgrösse
 - Extensive Zustandsgrößen bezogen auf Masse
 - Beispiel: Spezifisches Volumen

Prozessgrößen

- Im Gegensatz zu Zustandsgrößen abhängig vom Weg
 - Der Weg von Zürich nach Lugano hat gleiche Anfangs- und Endpunkte aber benötigt unterschiedlich viel Energie ob man über den Pass oder durch den Tunnel fährt
- Prozessgrößen zu einer Zeit (ohne Weg) machen keinen Sinn
- Beispiele: Arbeit, Wärme

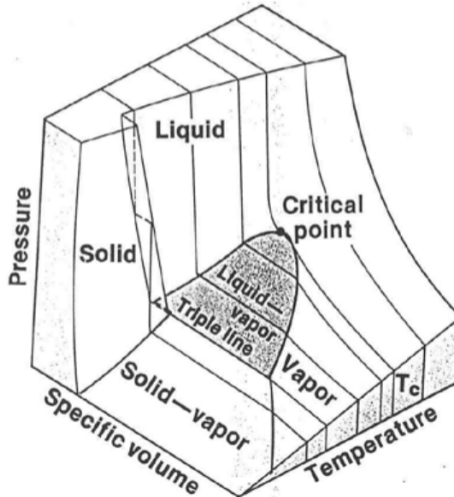
p,v,T-Beziehung

- p, v und T sind die wichtigsten Zustandsgrößen um ein geschlossenes System zu charakterisieren
- Es gilt $p = f(T, v)$

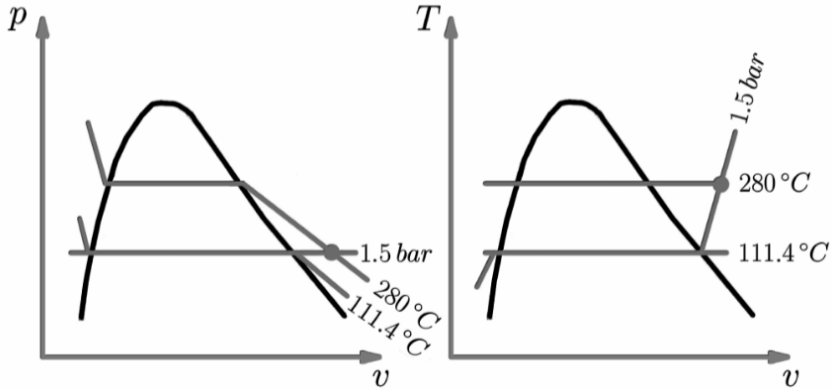
p,v,T-Beziehung - Wichtige Punkte

- Sättigungslinie
 - p & T konstant
 - Neuer Freiheitsgrad Dampfmassenanteil
 - Vgl. Zweiphasengebiet WuF
- Kritischer Punkt (374°C und 220 bar)
 - Kein Unterschied zwischen Gas und Flüssigkeit darüber
- Tripellinie
 - Stoff liegt als Feststoff, Gas und Flüssigkeit gleichzeitig vor

p-v-T Diagramm



p-v Diagramm, T-v Diagramm



Dampfmassenanteil

- Gibt Dampfmassenanteil im Zweiphasengebiet an:

$$x = \frac{m_{\text{Dampf}}}{m_{\text{Dampf}} + m_{\text{Flssig}}}$$

- Wird gebraucht um andere Grössen im Zweiphasengebiet zu ermitteln

$$v(x, T) = v_f(T) + x (v_g(T) - v_f(T))$$

- Analog für innere Energie, Enthalpie, Entropie, ...

Lineare Interpolation

- Falls Wert zwischen zwei Tabellenwerten liegt muss linear interpoliert werden:

$$y_{ges} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x_{geg} - x_1) + y_1$$

- Verlauf wird zwischen zwei nahe beieinander liegenden Punkten linear angenommen
- Berechnung an Prüfung meist nicht explizit verlangt