ETH zürich

Thermodynamikübungsstunde 9

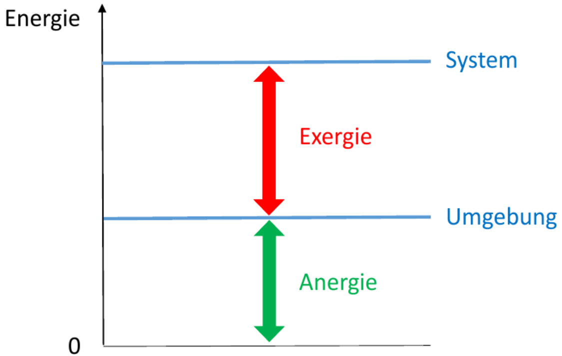
Exergie

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

Pascal Auf der Maur

Exergie

- Exergie ist der Anteil an Energie, der **maximal** (reversibel) in Arbeit umgewandelt werden kann bis zum Ausgleich mit der Umgebung.
- **Umgebungsbedingungen** sind deshalb wichtig für Exergie



Anergie

- Der Energieanteil, der nach Erreichendes Gleichgewichtes im System zurückbleibt.
- Das heisst, eine Energiemenge besteht aus Exergie und Anergie:

$$\text{Energie} = \text{Exergie} + \text{Anergie}$$

Exergie im geschlossenen System

- Die Exergie ist also Arbeit, welche aus einem reversiblen Prozess gewonnen werden kann.
- Exergie berechnen, indem man die Energie des Systems mit der Energie der Umgebung (Index 0) vergleicht:

$$E_{x,\text{geschl.}} = \underbrace{U - U_0}_{\text{innere Energie}} + \underbrace{p_0(V - V_0)}_{\text{Aufspannarbeit}} - \underbrace{T_0(S - S_0)}_{\text{Verlust durch Wärmeabgabe}} + KE + PE$$

$$e_{x,\text{geschl}} = u - u_0 + p_0(v - v_0) - T_0(s - s_0) + ke + pe$$

Exergieänderung im geschlossenen System

- Mit Hilfe der vorherigen Gleichung kann die Exergieänderung zwischen den Zuständen (1) und (2) geschrieben werden als:

$$E_{x,2} - E_{x-1} = U_2 - U_1 + p_0(V_2 - V_1) - T_0(S_2 - S_1) + \Delta KE + \Delta PE$$

$$e_{x,2} - e_{x-1} = U_2 - U_1 + p_0(v_2 - v_1) - T_0(s_2 - s_1) + \Delta ke + \Delta pe$$

- Die Exergie ist eine **Zustandsgrösse** und hat die **Einheit J**

Exergieverlust

- Da Exergie und Entropie beide ein Mass für die Arbeitsfähigkeit eines Systems sind, wollen wir diese nun verbinden
- Der **Exergieverlust** stellt die verlorene Arbeitsmöglichkeit (Differenz zwischen maximal möglicher Arbeit und effektiver Arbeit) dar.
- Gouy-Stodola Beziehung:

$$E_{x,verl} = W_{verl} = W_{rev} - W = T_0 \cdot S_{erz}$$

Exergiebilanz für geschlossene Systeme

- Exergie kann durch Wärme oder Arbeit übertragen werden
- Aus der Kombination von Energie- und Entropiebilanz folgt die Exergiebilanz:

$$E_{x,2} - E_{x,1} = \int_1^2 \left(1 - \frac{T_0}{T_G}\right) \partial Q - [W - p_0(V_2 - V_1)] - T_0 \cdot S_{erz}$$

- T_0 und p_0 bezeichnen dabei die Umgebungsbedingungen