

Grundlagen der Thermodynamik

Teil 2

25.06.2011 – 10H00

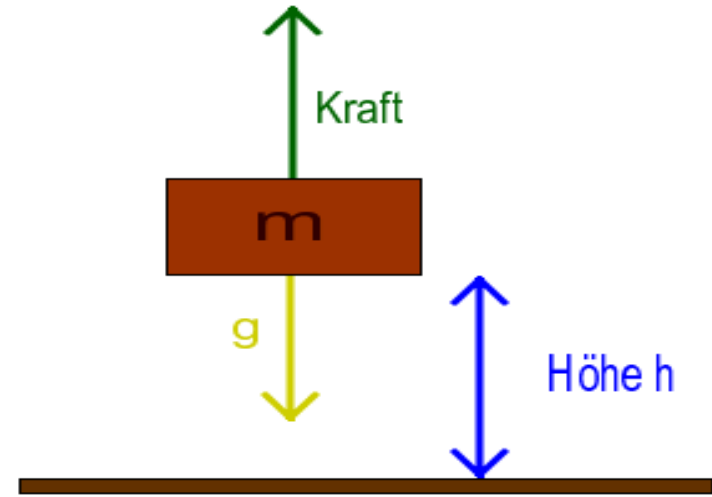
Energie- und Verfahrenstechnik AG

Agenda

- Potentielle Energie
- Kinetische Energie
- Polytrop
- Isentrop
- Wärmekapazität
- Energiebilanz eines abgeschlossenen Systems
- Erster Hauptsatz
 - Isobarer Prozess
 - Isochorer Prozess
 - Isothermer Prozess
 - Isentrop

Potentielle Energie

ist eine der Formen der Energie in der Physik. Es handelt sich dabei um diejenige Energie, welche einem Körper durch seine Position oder Lage in einem konservativen Kraftfeld innewohnt.



Quelle: www.chemgapedia.de

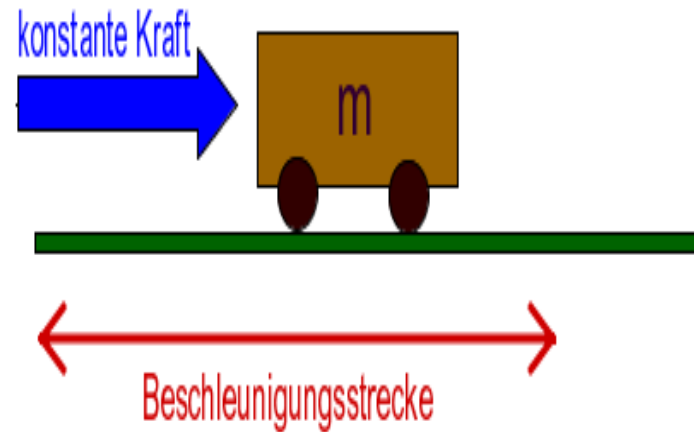
$$E_{pot} = m \cdot g \cdot h$$

Spezifische Potenziel energie

$$e_{pot} = \frac{E_{pot}}{m} = g \cdot h$$

Kinetische Energie

ist die Energie, die ein Objekt aufgrund seiner Bewegung enthält. Sie entspricht der Arbeit, die aufgewendet werden muss, um das Objekt aus der Ruhe in die momentane Bewegung zu versetzen.



$$E_{kin} = m \cdot \frac{c^2}{2}$$

Spezifische Kinetische Energie

$$e_{Kin} = \frac{E_{kin}}{m} = \frac{c^2}{2}$$

Polytrop

bezeichnet die allgemeine Form einer thermodynamischen Zustandsänderung eines idealen Gases, für

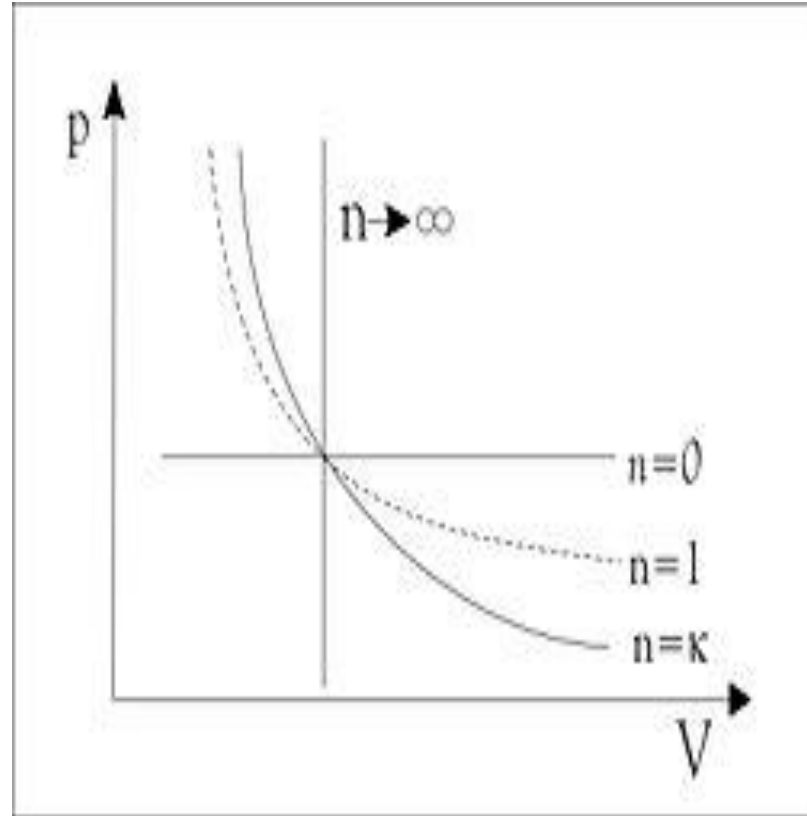
$$P \cdot V^n = konst$$

Die Sonderfälle der polytropen Zustandsänderung sind:

$n = 0$: isobar

$n = 1$: isotherm

$n \rightarrow \infty$: isochor

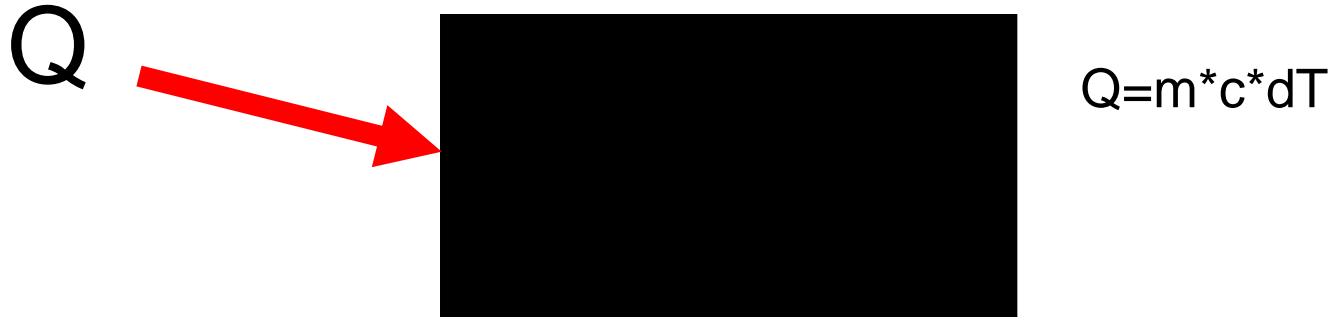


Iisentrop

$$n = \kappa = \frac{c_p}{c_v} \quad \text{isentrop oder auch adiabat-reversibel}$$

eine Zustandsänderung der Gase, bei der sich die Entropie nicht verändert, als isentrop bezeichnet. Ein adiabatisch reversibler Prozess ist immer auch isentrop, die Umkehrung gilt aber nicht.

Wärmekapazität



$$C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$$

$$Q_{12} = m \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1)$$

$$C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_P$$

$$Q_{12} = m \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1)$$

Erster Hauptsatz

jedes System besitzt eine innere Energie U (=extensive Zustandsgröße). Diese kann sich nur durch den Transport von Energie in Form von Arbeit W und/oder Wärme Q über die Grenze des Systems ändern

ruhende System $dU = \partial Q + \partial W$

Beim bewegten System kommen die äußeren Energien E_a (potentielle und kinetische Energie)

$$dU + dE_a = \partial Q + \partial W$$

Energiebilanz eines abgeschlossenen Systems

Die Energie eines abgeschlossenen Systems bleibt unverändert. Verschiedene Energieformen können sich demnach ineinander umwandeln, aber Energie kann weder aus dem Nichts erzeugt noch kann sie vernichtet werden

$$dU + dE_a = \partial Q + \partial W$$

$$(U_2 + E_{ep2} + E_{kin2}) - (U_1 + E_{ep1} + E_{kin1}) = Q_{12} + W_{12}$$

Energiebilanz eines abgeschlossenen Systems (1)

$$U_2 - U_1 = Q_{12} + W_{12}$$

$$\frac{du}{dt} = \dot{Q} + \dot{W}$$

$$\frac{U_2 - U_1}{m} = \frac{Q_{12}}{m} + \frac{W_{12}}{m} \rightarrow u = q_{12} + w_{12}$$

Isobarer Prozess

$$dp=0 \quad \text{und} \quad W_{12} = \int_1^2 -p dV$$

$$\rightarrow W_{12} = -p(V_2 - V_1)$$

$$U_2 - U_1 = Q_{12} - p(V_2 - V_1) \rightarrow Q_{12} = U_2 + pV_2 - (U_1 + pV_1)$$

$$Q_{12} = H_2 - H_1 = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1)$$

Isochorer Prozess

$$dV=0 \rightarrow W_{12} = 0$$

$$U_2 - U_1 = Q_{12}$$

$$Q_{12} = m \cdot C_v \cdot (T_2 - T_1)$$

Isothermer Prozess

$$dT = 0 \quad \rightarrow \quad U_2 - U_1 = Q_{12} + W_{12}$$

$$Q_{12} = \int_1^2 p dV = p_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$$

Isentrop

$$ds=0 \rightarrow Q=0 \quad W_{12} = p \cdot V^k = p_1 \cdot V_1^k = p_2 \cdot V_2^k = \textit{konst}$$

$$W_{12} = U_2 - U_1 = m \cdot c_v (T_2 - T_1)$$