

5.2.2 Merkpunkte zu Kapitel 5.2: Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik

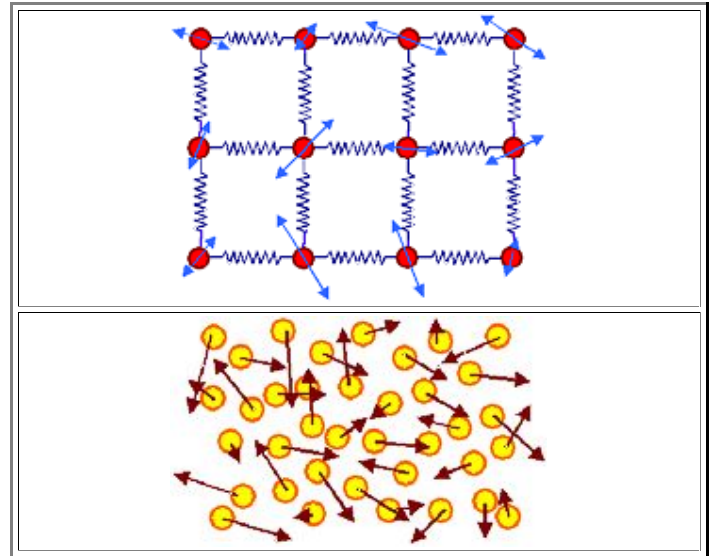
Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik ist der **Energieerhaltungssatz** inklusive der Wärme Q als Energieform.

- In differentieller Form besagt er, dass die Änderung der inneren Energie U des betrachteten Systems gleich ist der (differentiellen) zugeführten Wärme Q abzüglich der nach außen geleisteten (differentiellen) Arbeit W .

$$dU = dQ - dW$$

Atomistisch betrachtet bestehen alle Systeme aus Teilchen; thermodynamische Parameter oder **Zustandsvariable** wie **Druck** und **Temperatur** entstehen aus statistischen Betrachtungen von Teilcheneigenschaften.

- Die innere Energie ist nichts weiter als die in den energetischen **Freiheitsgraden** f residierende kinetische und potentielle Energie.
- Freiheitsgrade für kinetische Energie sind z.B. die Translation, Vibrationen, Rotationen.



Die Fundamentalfornel, die die Temperatur T auf ein Maß für die innere Energie U zurückführt lautet:

$$U = \frac{1}{2} \cdot f \cdot kT$$

Führt man bei **konstantem** Druck nur Wärme dQ zu, wird trotzdem Arbeit durch die Volumenausdehnung dV geleistet.

$$dW = p \cdot dV$$

Da bei Festkörpern i.d.R. die Bedingung konstanter Druck vorliegt, und die Effekte der Wärmeausdehnung meist nicht interessieren, führt man als Maß für die innere Energie eine neue Größe ein, die **Enthalpie** H .

- Damit gilt sehr einfach $dH = dQ$.

$$H := U + p \cdot V$$

Eine erste sehr weitreichende Konsequenz ergibt sich für die spezifischen Wärmen c aller Materialien.

- Insbesondere für Festkörper / Kristalle muß gelten, dass sie alle **dieselbe konstante** molare spezifische Wärme R (= Gaskonstante) haben **müssen**.
- Experimentell ist das nur für "hohe" Temperaturen erfüllt. Dieses, in der klassischen Physik unlösbare Dilemma, wird erst durch die Quantentheorie beseitigt.

$$c_v = \frac{1}{M} \cdot \frac{dU}{dT}$$

$$c_p = \frac{1}{M} \cdot \frac{dH}{dT}$$

$$c_{\text{Krist, mol}} = c_{p, \text{mol}} = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot R = 3R$$

Der 1. Hauptsatz verlangt nur die Erhaltung der Energie, d.h. verbietet ein **Perpetuum mobile 1. Art**.

- Er verbietet aber z.B. nicht, dass Arbeit nach außen geleistet wird, indem sich das System abkühlt ($-\mathbf{dQ}$); d.h. erlaubt ein *Perpetuum mobile 2. Art*.
- Das ist nicht in Einklang mit dem Experiment - wir brauchen einen **2.** Hauptsatz, der ein *Perpetuum mobile 2. Art* ausschließt.

Fragebogen

Multiple Choice Fragen zu 5.1