



Enthalpie

Jutta Winkler, WS 11/12

Gliederung

1	Die Enthalpie	1
1.1	Beschreibung	1
1.2	Die Bestandteile der inneren Energie	1
2	Differential-Gleichung der Enthalpie	2
3	Die physikalische Enthalpie	3
4	Die absolute Enthalpie	3

Einstieg: *Wie viel Energie steckt in einem Gummibärchen und wie kann man das messen?*

1 Die Enthalpie

1.1 Beschreibung

Die Enthalpie wird auch Wärme-Inhalt genannt und stellt ein Maß für die Energie eines Systems dar. Sie wird mit dem Formelzeichen H , von dem englischen *heat content*, bezeichnet und in der Einheit *Joule* gemessen.

$$H = U + pV$$

H= Enthalpie [J]

V= Volumen [m³]

U= innere Energie [J]

p= Druck [Pa= N/m²= kg/(m+s²)]

1.2 Die Bestandteile der inneren Energie

Die innere Energie setzt sich zusammen aus:

- chemische Energie
- thermische Energie
- potentielle Energie der Atom-Kerne
- Energie in magnetischen Wechselwirkungen

Die innere Energie ist alle Wärme, die einem System zugeführt wurde und die Arbeit, die daran verrichtet wurde.

$$U = q + w$$

Wird einem System, bei konstantem Druck, Wärme zugeführt wird das nicht nur genutzt um dieses zu Erwärmen sondern auch um Volumen-Arbeit zu verrichten.

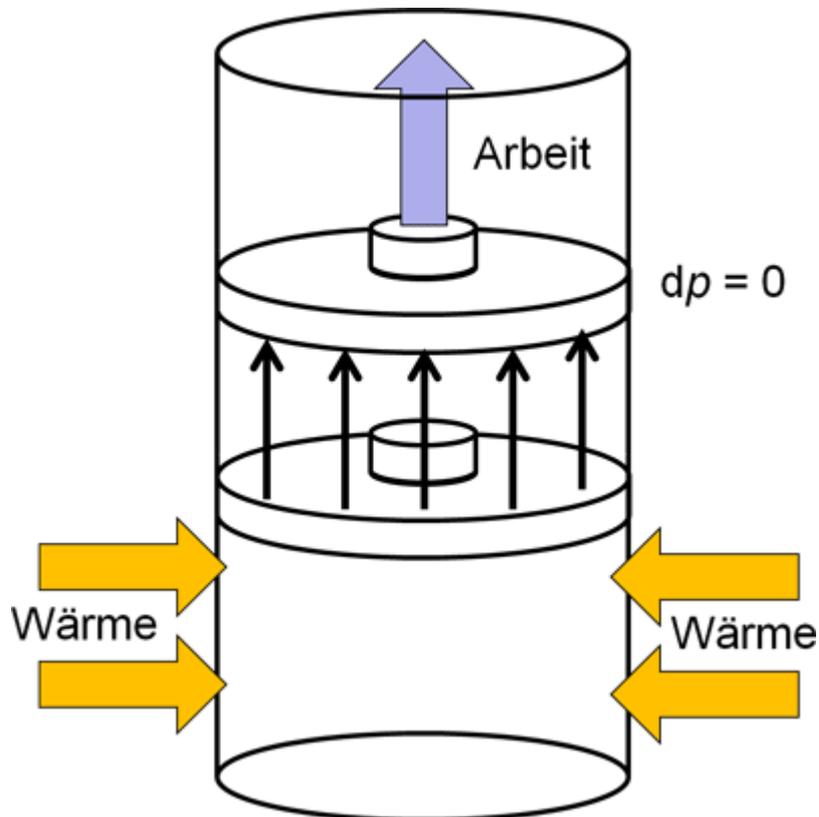


Abb. 1: Durch einen beweglichen Verschluss wird das Gefäß unter konstantem Druck gehalten. Wird dem Gas nun Wärme zugeführt dehnt es sich aus. Es leistet Volumen-Arbeit.

2 Differential-Gleichung der Enthalpie

Bei der Verbrennung des Gummibärchens ist die Änderung der Enthalpie von Interesse.

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(pV)$$

Differenzieren nach Produkt-Regeln

$$\Delta H = \Delta U + V\Delta p + p\Delta V$$

einsetzen von $\Delta U = \Delta q + \Delta w$

$$\Delta H = \Delta q + \Delta w + V\Delta p + p\Delta V$$

wenn nur Volumen-Arbeit verrichtet werden kann gilt: $\Delta w = -p\Delta V$

$$\Delta H = \Delta q - p\Delta V + V\Delta p + p\Delta V$$

$$-p\Delta V + p\Delta V = 0$$

$$\Delta H = \Delta q + V\Delta p$$

Bei konstantem Druck ($\Delta p = 0$) folgt:

$$\Delta H = \Delta q$$

Bei konstantem Druck ist die Änderung der Enthalpie also nur von der Änderung der Wärme abhängig. Dies wird technisch bei der Brennwert-Bestimmung mittels Bomben-Kalorimeter genutzt. Hierbei wird eine Probe unter Sauerstoff-Atmosphäre vollständig verbrannt und über die Erwärmung wird auf die Enthalpie-Änderung geschlossen. So kann die Energie gemessen werden, die bei der Verbrennung eines Gummibärchens frei wird.

3 Die physikalische Enthalpie

Die Enthalpie gibt auch die Energie an die bei physikalische Prozessen, wie der Änderung des Aggregat-Zustands, frei werden oder aufgebracht werden müssen.

Die Schmelz-Enthalpie ist die Energie, die bei konstantem Druck und konstanter Temperatur nötig ist, um das Wasser von fest zu flüssig umzuwandeln.

Die Verdampfungsenthalpie ist, die Energie die nötig ist, um eine Flüssigkeit bei konstantem Druck und konstanter Temperatur in die Gas-Phase zu überführen.

Die spezifische Wärme-Kapazität gibt an wie viel Energie nötig ist um eine bestimmte Menge eines Stoffes um eine bestimmte Temperatur zu erwärmen. Wasser hat eine Wärme-Kapazität von. $c_{\text{Wasser}} = 4,182 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, diese gilt näherungsweise für den gesamten flüssigen Bereich.

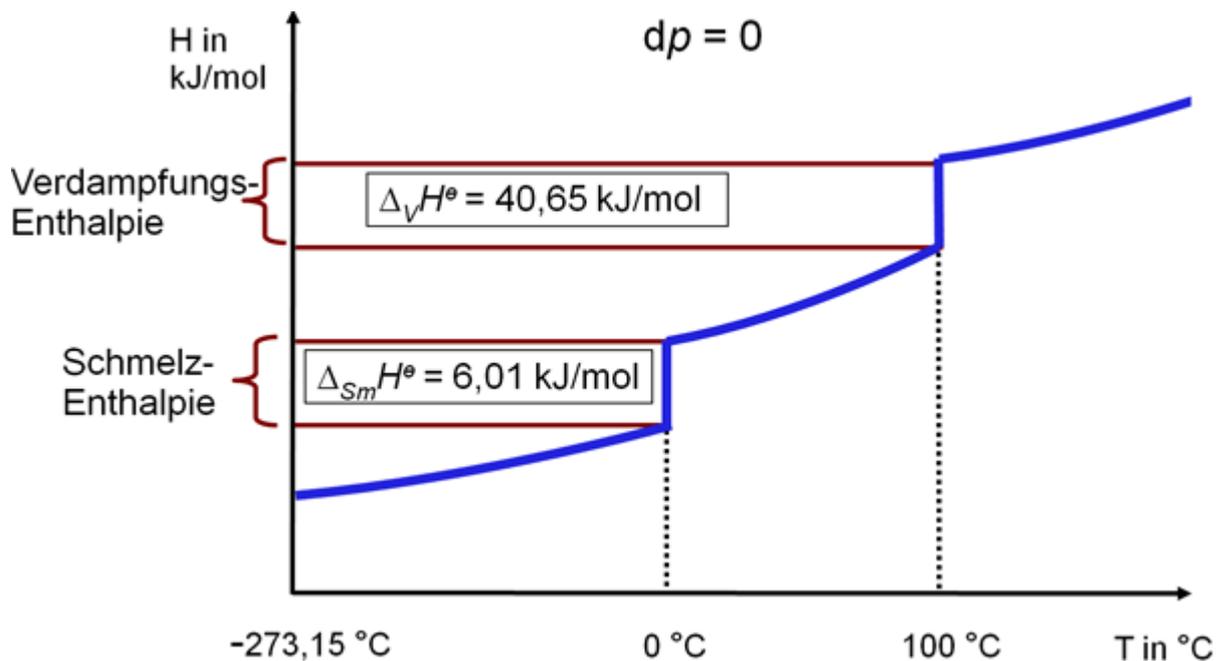


Abb. 2: Qualitative Auftragung der Enthalpie gegen die Temperatur für Wasser

4 Die absolute Enthalpie

Absolute Werte für die Enthalpie sind nicht bestimmbar, da die innere Energie nicht absolut bestimmt werden kann. Die gesamte Energie, die in einem System steckt, kann also nicht exakt bestimmt werden.

Zusammenfassung: Mit Hilfe der Enthalpie-Änderung kann man die Energie, die bei bestimmten Prozessen aufgewendet werden muss oder dabei frei wird, bestimmen. Mit einem Bomben-Kalorimeter kann man die Energie, die ein Gummibärchen enthält, messen. Um die Energie, die man durch Essen von einer Tüte Gummibärchen aufnimmt, zu verbrauchen, müsste man ungefähr 9 kg kalte Eiswürfel der Temperatur -5°C lutschen.

Abschluss: fehlt.

Quellen:

1. Atkins, W., de Paula, J. (2006): Physikalische Chemie, Verlag WILEY-VCH, S. 42 ff
2. http://www.wissenschaft-technik-ethik.de/wasser_eigenschaften.html, 25.03.2012
3. http://www.pci.tu-bs.de/aggericke/PC1/Kap_II/Enthalpie.htm, 30.03.2012
4. http://iwan.chem.tu-berlin.de/~lehre/pc/pr1_WS/skript/04_verb.pdf, Quelle verschollen, 25.09.2020