

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Mechanische Wärme-Theorie

Holtzmann, Karl Heinrich Alexander

Stuttgart, 1866

Verhalten des Wasserdampfs bei Compression und Expansion

[urn:nbn:de:bsz:31-272364](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-272364)

Verhalten des Wasserdampfs bei Compression und Expansion.

21. Nimmt man die Masse m Dampf und die Masse $(1 - m)$ Flüssigkeit, aus welcher jener Dampf entstanden ist; ist v das Volum des Gemenges, w das Volum der Masseneinheit Dampf und w_1 der Masseneinheit Flüssigkeit in jenem Volum v , ferner p der Druck und θ die Temperatur, und lässt man die Wärmemenge dQ hinzutreten und die Pressung auf $(p + dp)$ steigern, so dass das Volum v dasselbe bleibt, so wird eine Menge dm der Flüssigkeit verdampfen, es wird sich ebenso viel gesättigter Dampf mehr bilden und dabei die Temperatur von θ auf $(\theta + d\theta)$ steigen. Hierzu ist Wärme erforderlich, erstens um die Temperatur der Flüssigkeit zu erhöhen, nämlich $c_2 d\theta(1 - m)$, wenn c_2 die spezifische Wärme der Flüssigkeit bei constantem Volumen ist; zweitens um die Dampfmenge dm zu bilden — Ldm , wenn L die latente Wärme des Dampfes ist; drittens muss dem vorhandenen Dampf soviel Wärme zugeführt werden, um ihn bei der Volumverminderung, welche er erleidet, beim Maximum der Spannkraft zu erhalten, nämlich $hmd\theta$, wo h die spezifische Wärme des gesättigten Dampfes bei der Druckerhöhung dp ist. Damit erhält man die Gleichung:

$$c_2(1 - m)d\theta + Ldm + hmd\theta = dQ = \frac{dU}{d\theta} d\theta,$$

weil das Volum ungeändert bleibt; dieses ist:

$$v = mw + (1 - m)w_1 = m(w - w_1) + w_1,$$

woraus, weil v constant ist, die Temperatur sich ändert:

$$0 = m \frac{d(w - w_1)}{d\theta} d\theta + \frac{dw_1}{d\theta} d\theta + (w - w_1) dm.$$

Damit wird obige Gleichung:

$$c_2(1 - m) - \frac{1}{w - w_1} \left\{ m \frac{d(w - w_1)}{d\theta} + \frac{dw_1}{d\theta} \right\} L + hm = \frac{dU}{d\theta}$$

und da c_2, w, w_1, L, h nur von der Temperatur, nicht von v abhängen, durch Ableitung nach v :

$$\left\{ -c_2 - \frac{1}{w - w_1} \frac{d(w - w_1)}{d\theta} L + h \right\} \frac{dm}{dv} = \frac{d^2 U}{d\theta dv}$$

und mit $\frac{dm}{dw} = \frac{1}{w - w_1}$ folgt:

$$-c_2 - \frac{d(w - w_1)}{d\theta} \frac{L}{w - w_1} + h = \frac{d^2 U}{d\theta dv} (w - w_1).$$

Aus Gleichung (14) erhält man, wenn man p für (—S) setzt:

$$\frac{dU}{dv} = (a + \theta) \frac{dp}{d\theta} - p \quad \text{und} \quad \frac{d^2U}{dv d\theta} = (a + \theta) \frac{d^2p}{d\theta^2};$$

dann ist:

$$L = (a + \theta) (w - w_1) \frac{dp}{d\theta},$$

woraus man durch Ableiten nach θ und Elimination von $\frac{dp}{d\theta}$, $\frac{d^2p}{d\theta^2}$

und $\frac{d^2U}{dv d\theta}$ erhält:

$$\frac{dL}{d\theta} + c_2 - h = \frac{L}{a + \theta} \quad (22)$$

Aus dieser Gleichung, welche Clausius aufgestellt hat, kann man h berechnen. Für Wasserdampf wird:

$$h = 1,305 - \frac{606,5 - 0,695\theta - 0,00002\theta^2 - 0,0000003\theta^3}{273 + \theta},$$

was für die Temperaturen

0° 50° 100° 150° 200°

den Werth von h gibt:

— 1,916 — 1,465 — 1,133 — 0,879 — 0,676.

Dieser negative Werth von h zeigt an, dass man gesättigten Dämpfen, welche in ein kleineres Volumen durch Erhöhung des Druckes und der Temperatur gebracht werden, Wärme entziehen müsse, um sie als gesättigte Dämpfe zu erhalten, dass sie dagegen bei der Ausdehnung Wärmezufuhr bedürfen, um in gesättigtem Zustand zu bleiben oder dass sie ohne solche sich theilweise niederschlagen. Dies letztere hat Hirn in Colmar durch die Erfahrung bestätigt.

