

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Wärmemenge zur Bildung von 1 kilogramm Dampf

[urn:nbn:de:bsz:31-270981](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270981)

Wärmemenge zur Bildung von 1 Kilogramm Dampf. Die zur Bildung von 1^{Kilogramm} Dampf von t° Temperatur aus Wasser von 0° Temperatur erforderliche Wärmemenge ist:

- a) nach *Watt, Parkes, Pambour* für Kesseldämpfe von jeder Spannung und Temperatur 650 Wärmeeinheiten;
- b) nach *Clement* dagegen $550 + t$ Wärmeeinheiten;
- c) nach zahlreichen und genauen Versuchen von *Regnault* $606.5 + 0.305 t$ Wärmeeinheiten.

Nach der ersten Regel wäre diese Wärmemenge ganz constant, nach den beiden anderen wächst sie mit der Temperatur des Dampfes oder es ist nach dieser letzteren Regel zur Erzeugung von hochgespanntem Dampf mehr Wärme nöthig, als zur Erzeugung von schwach gespanntem Dampf. Da die Temperatur der Dämpfe bei zunehmender Spannung nur wenig wächst, so sind die Differenzen der Werthe, welche die drei Regeln geben, nicht erheblich. Für praktisch technische Rechnungen kann man sich daher erlauben, die zwar ungenauere aber einfachere *Watt'sche* Regel zu gebrauchen. Für wissenschaftliche Untersuchungen ist jedoch die Regel von *Regnault* entschieden vorzuziehen.

Diese Regeln geben uns über den Vorgang der Dampfbildung nicht den geringsten Aufschluss. Durch unsere atomistische Anschauungsweise werden wir hierüber theilweise belehrt.

Wenn eine Flüssigkeit, z. B. Wasser, in einem Dampfkessel zum Verdampfen gebracht wird, geschieht Folgendes: Indem das Wasser Wärme (lebendige Kraft) aufnimmt, wächst die Repulsivkraft der Dynamiden, und werden dieselben auseinandergetrieben, bis sie eine Entfernung erreichen, wo die Repulsivkraft anfängt grösser zu werden als die Attraktivkraft. Hierauf müssen die Dynamiden noch weiter auseinander getrieben werden, bis die Differenz zwischen der Repulsivkraft und der Attraktivkraft gleich wird der im Kessel herrschenden Spannung. Bis zu diesem Augenblick hin ist durch den Vorgang Arbeit konsumirt worden, es ist aber auch vom Wasser Aether aufgenommen worden, denn die Wärmekapazität des Wassers wächst mit steigender Temperatur. Nun aber wird die Repulsivkraft der Dynamiden überwiegend, sie dehnen sich weiter aus, bis sie zuletzt abermals mit der im Kessel herrschenden Spannung in's Gleichgewicht kommen. Bei diesem Akt und wahrscheinlich im ersten Moment desselben wird aber Aether ausgeschieden, weil die Wärmekapazität des Dampfes kleiner ist als die des Wassers, und dieser plötzlichen Aetherausscheidung ist wahrscheinlich die Aenderung des Aggregatzustandes zuzuschreiben. Während dieses zweiten Ausdehnungsaktes wird innen Arbeit pro-

duziert, denn die Dynamiden stossen sich ab und gehen auseinander. Allein während des totalen Vorgangs von der ersten Erwärmung an bis zur Beendigung der Dampfbildung muss der äussere Dampfdruck überwunden werden, wodurch wiederum Arbeit consumirt wird.

Nennt man:

- p die Spannung des Dampfes im Kessel,
 t_0 die Temperatur des Wassers, mit welchem der Kessel gespeist wird,
 v_0 das ursprüngliche Volumen von 1^{klg} Wasser bei t_0 ° Temperatur,
 v_1 das Dampfvolumen im Entstehungsmoment, d. h. in dem Moment, wenn die Abstossung der Dynamiden ihrer Anziehung gleich geworden ist,
 v das Volumen von 1^{klg} Dampf bei einer Spannung p ,
 c die Wärmekapazität des entstandenen Dampfes,
 t die Temperatur des Dampfes,
 l die lebendige Kraft, welche dem Schwingungszustand der entweichenden Aethermenge $(1 - c)$ entspricht,
 $\overline{v_0 v_1}$ die Arbeit, welche erforderlich ist, um das Wasser bis zum Entstehungspunkt auszudehnen,
 $\overline{v_1 v}$ die Arbeit, welche der Dampf entwickelt, während er sich vom Entstehungspunkt an so weit ausdehnt, bis seine Spannkraft gleich p wird,
 $p (V - v_0)$ die Arbeit, welche der Ueberwindung des äusseren Dampfdruckes entspricht,
 $k = 424$ das Aequivalent einer Wärmeeinheit,
 W die Wärmemenge, welche zur Bildung von 1^{klg} Dampf von der Spannung p und Temperatur t erforderlich ist,
 so hat man:

$$k W = (ct - t_0) k + l + \overline{v_0 v_1} + p (V - v_0) - \overline{v_1 v} \quad \dots (1)$$

Allein es ist $\overline{v_0 v_1}$ für eine bestimmte Flüssigkeit eine absolute Constante. Setzen wir $\overline{v_0 v_1} = A$, so wird:

$$k W = (ct - t_0) k + l + A + p (V - v_0) - \overline{v_1 v} \quad \dots (2)$$

Nach der von Regnault aufgefundenen Regel ist aber

$$W = 605.5 + 0.305 t - t_0 \quad \dots (3)$$

Diese zwei Ausdrücke stimmen überein, wenn man nimmt:

$$A = 605.5, \quad c = 0.305$$

$$\overline{v_1 v} = 1 + p (V - v_0) \quad \dots (4)$$

d. h. unsere Formel stimmt mit der von Regnault gefundenen überein, wenn die Arbeit $[\bar{v}_1, \bar{v}]$, welche der Dampf entwickelt, indem er sich von seinem Entstehungspunkt an bis zur Spannung p ausdehnt, konsumirt wird, a) durch die Ueberwältigung des äusseren Dampfdruckes, b) durch die lebendige Kraft des entweichenden Aethers.

Dichte der Dämpfe. Das *Mariottisch-Gay-Lussac'sche* Gesetz gilt annähernd (Dynamiden, Seite 66, Nr. 14) sowohl für Gase wie für Dämpfe.

Setzt man:

p die Spannkraft des Dampfes (Druck auf 1^m)
 A die Dichte des Dampfes (Gewicht von 1^{km}),
 t die Temperatur, a den Ausdehnungscoefficienten, λ eine Constante, so hat man nach jenem Gesetz:

$$A = \frac{\lambda p}{1 + at} \dots \dots \dots (1)$$

Für Dampf von 100° Temperatur ist $p = 10335$, $A = 0.5913$, ferner $\alpha = 0.00367$. Vermittelt dieser Werthe folgt:

$$\lambda = \frac{A(1 + at)}{p} = \frac{0.5913 \times 1.367}{10335} = \frac{1}{12786}$$

Es ist demnach für Kesseldampf:

$$A = \frac{1}{12786} \frac{p}{1 + at} \dots \dots \dots (2)$$

$$p = 12786 A (1 + at) \dots \dots \dots (3)$$

Diese Ausdrücke sind aber für die Entwicklung der Theorie der Dampfmaschinen nicht geeignet, weil sie p nicht als Funktion von A , sondern als Funktion von A und t darstellen. Durch eine graphische Darstellung der Tabellenwerthe von A und p habe ich gefunden, dass wenn man p als Abscissen und die korrespondirenden Werthe von A als Ordinaten aufträgt, eine Kurve erscheint, die sich in einer kleinen Entfernung vom Anfangspunkt der Coordinaten an beinahe einer geraden Linie nähert. Es ist daher für Werthe von p , die über 2 Atmosphären hinausliegen, sehr nahe:

$$A = \alpha + \beta p \dots \dots \dots (4)$$

und die angemessenen Werthe von α und β sind für Spannungen von 2 bis 5 Atmosphären:

$$\alpha = 0.1389, \quad \beta = 0.0000473 \dots \dots \dots (5)$$