

# **Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

## **Der Maschinenbau**

**Redtenbacher, Ferdinand**

**Mannheim, 1863**

Ausdehnung der Körper durch die Wärme

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

Nennt man  $\mathcal{G}$  die empirische Wärmekapazität bei konstantem Volumen des Stoffes, dessen rationale Kapazität  $c$  ist, so kann man setzen  $c f = \frac{c}{\mathcal{G}} \mathcal{G} f = \left(\frac{c}{\mathcal{G}} f\right) \mathcal{G}$ . Allein  $\frac{c}{\mathcal{G}}$  ist für alle Stoffe eine Constante und ebenso auch  $f$ , daher ist auch  $\left(\frac{c}{\mathcal{G}} f\right)$  eine Constante. Bezeichnen wir dieselbe mit  $k$ , setzen also  $\frac{c}{\mathcal{G}} f = k$  oder  $c f = \mathcal{G} k$  so wird die letzte Gleichung

$$W = Q \mathcal{G} k (t_1 - t) \dots \dots \dots (7)$$

Diese Gleichung gibt uns über die Bedeutung der Grösse  $k$  Aufschluss.

Setzen wir

$$Q = 1, \mathcal{G} = 1, t_1 - t = 1$$

so folgt aus dieser Gleichung  $W = k$ , d. h. die constante Grösse  $k$  ist die Arbeit, welche erforderlich ist, um die Temperatur von einem Kilogramm des Stoffes, dessen empirische Wärmekapazität bei constantem Volumen gleich Eins ist, um einen Grad zu erhöhen, oder  $k$  ist die zur Hervorbringung einer Wärmeeinheit erforderliche Arbeit, oder  $k$  ist das mechanische Aequivalent einer Wärmeeinheit oder der motorische Werth einer Wärmeeinheit. Nehmen wir in Uebereinstimmung mit den Physikern die Wärmekapazität des Wassers als Einheit aller Wärmekapazitäten an, d. h. nehmen wir die in einem Kilogramm Wasser enthaltene Aethermasse als Aethermasseneinheit an, so drückt  $k$  die Arbeit aus, welche erforderlich ist, um die Temperatur von einem Kilogramm Wasser um einen Grad zu erhöhen.

Den numerischen Werth von  $k$  werden wir in der Folge bestimmen und werden erfahren, dass derselbe gleich  $424^{\text{Kilgm}}$ , also sehr gross ist.

Das Produkt  $Q \mathcal{G} (t_1 - t)$  drückt diejenige Grösse aus, welche die Physiker Wärmemenge nennen, vorausgesetzt, dass man für  $\mathcal{G}$  die empirische Wärmekapazität bei constantem Volumen setzt.

**Ausdehnung der Körper durch die Wärme.** Jede Temperaturerhöhung eines Körpers bringt in demselben eine Ausdehnung hervor, wenn sie nicht durch äussere, auf die Oberfläche des Körpers einwirkende Kräfte verhindert wird. Diese bekannte Erscheinung findet ihre Erklärung durch die Annahme, dass der Wärmezustand auf radialen Schwingungen des Aethers in den Dynamiden beruht. Die Temperatur eines Körpers erhöhen heisst nach dieser Annahme nichts anderes, als: machen, dass die Radialschwingungen des Aethers

in den Dynamiden verstärkt werden. Allein so wie die radialen Schwingungen der Aetheratome in den Dynamiden grösser und schneller werden, müssen sich nothwendig die Aetherhüllen der Dynamiden ausdehnen. Dieses Anschwellen der Hüllen hat aber zur Folge, dass sich ihre Oberflächen mehr nähern, dass folglich die Abstossungskraft der Aetherhüllen zunimmt, und wenn keine äussere Kraft hindernd einwirkt, so muss wohl dadurch eine Ausdehnung des ganzen Dynamidensystems oder des Körpers erfolgen. Wie die äusseren Einwirkungen auf einen Körper beschaffen sein müssen, damit gerade eine Erhöhung der Radialschwingungen, d. h. eine Temperaturerhöhung eintritt, sind wir freilich nicht im Stande aus unserer Annahme zu bestimmen, denn dazu wäre eine ganz korrekte Statik und Dynamik des Dynamidensystems nothwendig. Auch sind wir durch unsere Hypothese nicht im Stande, das Gesetz der Ausdehnung bei zunehmender Temperatur zu bestimmen, sondern müssen uns in dieser Hinsicht mit dem Empirismus begnügen. Die Physiker nehmen an, dass bei festen Körpern jede Längeneinheit durch jeden Grad Temperaturänderung um gleich viel ausgedehnt wird. Dass ferner bei flüssigen Körpern jede Volumeneinheit durch jeden Temperaturgrad um gleich viel ausgedehnt wird.

Nennt man für einen festen Körper  $L$  die Länge, bei flüssigen Körpern  $v$  das Volumen bei  $0^\circ$  Temperatur und unter dem Druck der Atmosphäre,  $\beta$  den Coefficienten für die Längen-,  $\alpha$  den Coefficienten für die Volumenausdehnung, so ist für eine Temperatur  $t$ :  $L(1 + \beta t)$  und  $v(1 + \alpha t)$  die Länge des festen und das Volumen des flüssigen Körpers. Jeder festen und tropfbar-flüssigen Substanz entsprechen individuelle Ausdehnungscoefficienten. Für die verschiedenen Gase ist der Ausdehnungscoefficient beinahe constant, was darauf hindeutet, dass bei den Gasen, so lange sie nur dem Druck der Atmosphäre ausgesetzt sind, die Entfernung der Atome so gross ist, dass die Anziehung zwischen den Körperatomen beinahe verschwunden und nur noch die Repulsivkraft der Aetherhüllen wirksam ist, und da die Dichte des Aethers in den Gasen constant ist, so wird es wohl begreiflich, dass die Gase beinahe einerlei Ausdehnung zeigen. Sehr stark comprimirte Gase werden wahrscheinlich nicht mehr gleiche Ausdehnung zeigen, weil in diesem Falle die Attraktivkräfte der Körperatome einen merklichen Einfluss ausüben könnten.

In den Resultaten für den Maschinenbau findet man Seite 186 die Ausdehnungscoefficienten für verschiedene feste Körper und Seite 187 die Ausdehnungscoefficienten für verschiedene Gase. Diese letzteren Coefficienten sind von *Regnault* gefunden worden und

weichen so wenig von anderen ab, dass man wohl in allen technischen Rechnungen für alle Gase, so wie auch für die atmosphärische Luft

$$\alpha = 0.00367$$

setzen darf.

**Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes oder des motorischen Werthes einer Wärmeeinheit.** Legen wir uns die Aufgabe vor, die Wirkung zu berechnen, welche erforderlich ist, um  $Q$  Kilogramm atmosphärische Luft von  $t^\circ$  bis  $T^\circ$  zu erwärmen, wenn sich die Luft während des Erwärmungsaktes ausdehnen kann, und folglich stets die Spannkraft der atmosphärischen Luft beibehält. Also Erwärmung mit Volumenänderung und bei constantem äusseren Druck: In diesem Falle muss nicht nur der Schwingungszustand des Aethers gesteigert werden, sondern es ist auch eine Wirkung nothwendig, um den äusseren atmosphärischen Druck zu überwinden.

Nennen wir:

$\gamma_0$  das Gewicht von einem Kubikmeter atmosphärische Luft bei  $0^\circ$  Temperatur und unter dem Druck  $\mathfrak{A}$  der Atmosphäre, so ist  $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t}$  das Gewicht von einem Kubikmeter Luft bei  $t^\circ$  Temperatur und  $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha T}$  bei  $T^\circ$  Temperatur und unter dem Druck der Atmosphäre.

Ist also das ursprüngliche Luftvolumen  $\mathfrak{B}$  und das durch die Temperaturerhöhung entstehende  $\mathfrak{B}_1$ , so hat man

$$Q = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \mathfrak{B} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha T} \mathfrak{B}_1 \dots \dots \dots (1)$$

dennach

$$\mathfrak{B}_1 = \mathfrak{B} \frac{1 + \alpha T}{1 + \alpha t}$$

und

$$\mathfrak{B}_1 - \mathfrak{B} = \mathfrak{B} \left( \frac{1 + \alpha T}{1 + \alpha t} - 1 \right) = \frac{\mathfrak{B} \alpha (T - t)}{1 + \alpha t}$$

oder auch wegen (1), wenn man  $\mathfrak{B}$  durch  $Q$  ausdrückt

$$\mathfrak{B}_1 - \mathfrak{B} = \frac{\alpha}{\gamma_0} (T - t) Q \dots \dots \dots (2)$$

Die Arbeit, welche das Gas zu entwickeln hat, indem es während seiner Ausdehnung um  $\mathfrak{B}_1 - \mathfrak{B}$  den atmosphärischen Druck  $\mathfrak{A}$  überwindet, ist aber  $(\mathfrak{B}_1 - \mathfrak{B}) \mathfrak{A}$ , dennach, wenn man für  $\mathfrak{B}_1 - \mathfrak{B}$  seinen Werth aus (2) einführt,

$$\frac{\alpha}{\gamma_0} (T - t) Q \mathfrak{A} \dots \dots \dots (3)$$