Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1863

Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes oder des motorischen Werthes einer Wärmeeinheit weichen so wenig von anderen ab, dass man wohl in allen technischen Rechnungen für alle Gase, so wie auch für die atmosphärische Luft

$$\alpha = 0{\cdot}00367$$

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^0 bis T^0 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:

γ_0 das Gewicht von einem Kubikmeter atmosphärische Luft bei 0° 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^0 Temperatur und $\frac{\gamma_0}{1+\alpha T}$ bei T^0 Temperatur und unter dem Druck der Atmosphäre. Ist also das ursprüngliche Luftvolumen $\mathfrak{V}$ und das durch die Temperaturerhöhung entstehende $\mathfrak{V}_1$, so hat man

$$Q = \frac{\gamma_0}{1+\alpha t}\,\mathfrak{V} = \frac{\gamma_0}{1+\alpha T}\,\mathfrak{V}_1 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

demnach

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

und

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

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

$$\mathfrak{V}_1 - \mathfrak{V} = \frac{\alpha}{\gamma_0}\,(T-t)\,Q \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

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

$$\frac{\alpha}{\gamma_0}\,(T-t)\,Q\,\mathfrak{A} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

Die Wirkung, welche erforderlich ist, um die Temperatur des Gases von t auf T zu bringen, haben wir schon früher gleich $Q\,\mathfrak{C}\,(T-t)\,k$ gefunden, und es bedeutet hier $\mathfrak{C}$ die Wärmekapazität bei konstantem Volumen, weil nur diese Wärmekapazität das wahre Maass des in einem Kilogramm Luft enthaltenen Aethers ausdrückt. Die totale Arbeit oder Wirkung, welche der Ausdehnung und Erwärmung entspricht, ist demnach

$$\frac{\alpha}{\gamma_0}\,(T-t)\,Q\,\mathfrak{A} + Q\,\mathfrak{C}\,(T-t)\,k \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Diese Wirkung ist aber gleich zu setzen $Q\,\mathfrak{C}_1\,(T-t)\,k$, wobei $\mathfrak{C}_1$ die (uneigentliche) Wärmekapazität der Luft bei konstantem Druck bezeichnet. Wir erhalten daher die Gleichung

$$Q\,\mathfrak{C}_1\,(T-t)\,k = Q\,\mathfrak{C}\,(T-t)\,k + \frac{\alpha}{\gamma_0}\,(T-t)\,Q\,\mathfrak{A}$$

und hieraus folgt:

$$k = \frac{\alpha\,\mathfrak{A}}{\gamma_0\,(\mathfrak{C}_1 - \mathfrak{C})} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Allein es ist: $\alpha = 0{\cdot}00367$, $\mathfrak{A} = 10334$, $\gamma_0 = 1{\cdot}293$, $\mathfrak{C}_1 = 0{\cdot}2377$ (nach *Regnault*), $\mathfrak{C} = 0{\cdot}1686$ (nach *Laplace*).

Vermittelst dieser Daten folgt aus (5):

$$k = 424^{\mathrm{Klgm}}$$

Jeder Wärmeeinheit entspricht also die ungemein grosse Wirkungsgrösse von 424^{Klgm}. Beinahe 6 Pferdekräfte (à 75^{Klgm}) müssen eine Sekunde lang thätig sein, um eine Wirkungsgrösse hervorzubringen, die im Stande ist, die Temperatur von einem Kilogramm Wasser um einen Grad zu erhöhen, woraus man schon erkennen kann, dass es wohl selten vortheilhaft sein wird, Wärme durch mechanische Motoren zu erzeugen, da man mit einem einzigen Kilogramm Steinkohlen 7000 Wärmeeinheiten, demnach $7000 \times 424 = 2968000^{\mathrm{Klgm}}$ gewinnen kann. Aber umgekehrt ist es ausserordentlich anlockend, mechanische Arbeiten durch Wärme verrichten zu lassen, aber wir werden sogleich sehen, dass wir gegenwärtig noch nicht die wirksamen Mittel besitzen, wodurch wir bewirken können, dass Wärme (Temperatur) verschwindet und dafür mechanische Arbeit hervorgeht.

Verwandlung der Wärme in Arbeit. Die in einem Körper enthaltene Wärmemenge ist die lebendige Kraft des im Körper schwingenden Aethers. Die Benutzung dieser lebendigen Kraft zur Ver-