

und Volumen während des Prozesses und nur abhängig von dem Betrage, welchen die Temperaturänderung hervorbrachte.

Spätere Versuche Joules und Lord Kelvins ergaben, daß bei Luft und anderen eigentlichen Gasen ein schwacher Temperaturabfall bei der Expansion ohne Arbeitsverrichtung eintritt*); es findet somit eine, wenn auch sehr geringe Abweichung vom Jouleschen Gesetze statt, welches, wie bereits an früherer Stelle erwähnt, gleich den übrigen hier erörterten Gesetzen nur für ein ideales Gas streng richtige Anwendung finden kann.

Um die Energiemenge zu bestimmen, welche bei Temperaturerhöhung einem Gase zugeführt oder bei Temperaturabnahme entzogen wird, kann man sowohl die Erwärmung bei konstantem Volumen als auch die Erwärmung bei konstantem Drucke in Betracht ziehen, da ja die innere Energie nur von der Temperatur allein abhängig ist.

Wenn daher irgend eine Substanz erwärmt wird, tritt die Beziehung ein:

Zugeführte Wärme = Geleistete Arbeit + Zunahme an innerer Energie.

Setzt man den Fall der Erwärmung bei konstantem Volumen voraus und nimmt man an, daß eine Gewichtseinheit (1 kg) eines Gases in dieser Weise von der absoluten Temperatur T_1 auf T_2 erwärmt werde, dann ist die zugeführte oder aufgenommene Wärme

$$c_v (T_2 - T_1).$$

Nachdem keine äußere Arbeit verrichtet wurde, dient diese Wärmemenge in ihrer Gänze zur Erhöhung der inneren Energie; die Energieänderung wird aber für die gegebene Temperaturänderung immer die gleiche sein, mag die Temperaturänderung T_1 auf T_2 auf welche Weise immer erfolgen. Der obige Ausdruck

$$c_v (T_2 - T_1)$$

bestimmt daher die Änderung der inneren Energie, welche die Gewichtseinheit eines Gases erfährt, wenn sich die Temperatur desselben auf irgend eine Weise von T_1 auf T_2 ändert, gleichgiltig, wie sich Volumen und Druck während des Prozesses ändern.

12. Beziehung zwischen den beiden spezifischen Wärmen.

Wir sind nun in der Lage, eine Beziehung zwischen den beiden spezifischen Wärmen c_v und c_p aufstellen zu können. Nach früher (§ 10) läßt sich

*) Siehe Lord Kelvins gesammelte Werke Vol. I, S. 333. Der wenn auch sehr kleine Temperaturabfall bei Austritt eines komprimierten Gases durch eine zusammengeschnürte Öffnung bildet die Basis des Lindeschen Regenerativprozesses zur Erlangung außerordentlich niedriger Temperaturen, welches Verfahren Linde erfolgreich zur Verflüssigung von Luft und der Trennung des Sauerstoffes der Luft vom Stickstoff angewendet hat.

die Änderung der inneren Energie der Gewichtseinheit (1 kg) eines Gases, wenn dessen Temperatur bei konstantem Drucke von T_1 auf T_2 geändert wird, ausdrücken durch

$$(c_p - R)(T_2 - T_1).$$

Dieser Ausdruck muß gleich sein dem vorhin gefundenen

$$(c_p - R)(T_2 - T_1) = c_v(T_2 - T_1)$$

und daraus ergibt sich die Beziehung

$$c_v = c_p - R. \quad (2)$$

Das Verhältnis $\frac{c_p}{c_v}$, für welches im weiteren die Bezeichnung $\frac{c_p}{c_v} = x$ eingeführt werden soll, spielt eine wichtige Rolle in vielen thermodynamischen Gleichungen. Unter Benutzung dieses Zeichens schreibt sich obige Gleichung in der Form

$$c_v = \frac{R}{x-1}. \quad (3)$$

13. Werte der Konstanten für atmosphärische Luft. Früher (§ 9) wurde für trockene Luft der Wert von R bestimmt

$$R = 29,269.$$

Nach den Versuchen Regnaults ist ferner für trockene Luft der Wert von c_p mit 0,2375 Wärmeeinheiten bestimmt; daraus ergibt sich nach Gleichung (2) für c_v der Wert $c_v = 0,2375 - \frac{29,269}{426}$

$$c_v = 0,1688$$

und somit

$$\frac{c_p}{c_v} = x = 1,408.$$

Bestimmungen des Wertes von x nach anderen Methoden haben auch etwas höhere Zahlen ergeben, so daß als mittlerer Wert in der Folge

$$x = 1,41$$

gesetzt und angenommen werden soll, daß diese Größe, ebenso wie c_p für die gewöhnlichen Verhältnisse von der Temperatur und dem Drucke unabhängig sei. — Aus der Gleichung $\frac{c_p}{c_v} = x$ geht dann auch die spezifische Wärme bei konstantem Volumen als konstant hervor und soll somit für das technisch wichtigste Gas, die atmosphärische Luft, in der Folge mit

$$c_v = 0,1684$$

angenommen werden.

Für diejenigen Gase, welche die gegebenen Gesetze am vollkommensten befolgen, hat Regnault auf Grund weiterer Versuche die in nachstehender Tabelle B zusammengestellten Werte bestimmt.