

kommener Übereinstimmung mit der gewöhnlichen Quecksilberskala steht, welche jene Temperaturintervalle als gleiche bezeichnet, welche gleicher Ausdehnung des Quecksilbers im Glase entsprechen.

Durch Versuche ist erwiesen, daß sich die permanenten Gase bei einer Temperaturänderung um  $1^{\circ}\text{C}$  unter konstantem Druck um  $\frac{1}{273}$  ihres Volumens bei  $0^{\circ}\text{C}$  ausdehnen. — 273 Volumseinheiten Luft oder eines anderen permanenten Gases werden sich daher bei der Erwärmung von  $0^{\circ}\text{C}$  auf  $1^{\circ}\text{C}$  auf 274, bei der Erwärmung auf  $2^{\circ}\text{C}$  auf 275 Volumseinheiten u. s. f. ausdehnen. Kühlt man umgekehrt das Gas von  $0^{\circ}$  auf  $-1^{\circ}\text{C}$  ab, dann findet eine Volumsabnahme auf 272 Einheiten statt u. s. f. Unter der Annahme, daß diese Beziehung uneingeschränkt gelte, ergibt sich aus ihr bei allmählicher Volumsabnahme schließlich für das Volumen  $= 0$  eine Temperatur von  $-273^{\circ}\text{C}$ . Ein wirkliches (nicht ideales) Gas würde seine physikalischen Eigenschaften ändern, bevor es eine so tiefe Temperatur erreichen könnte.

**8. Absolute Temperatur.** Rechnet man somit die Temperatur nicht von dem gewöhnlichen Nullpunkte, sondern von einem um  $273^{\circ}$  unter dem Nullpunkte der Celsiusskala gelegenen Punkte, dann ist das Volumen einer gegebenen Gasmenge bei konstantem Drucke der von diesem Nullpunkte gerechneten Temperatur proportional. Die auf diese Weise gezählten Temperaturen nennt man absolute Temperaturen und den Punkt  $-273^{\circ}\text{C}$  den absoluten Nullpunkt der Temperatur. Bezeichnet  $t$  Grade die Temperatur der Celsiusskala,  $T$  die korrespondierende absolute Temperatur, dann ist

$$T = t + 273.$$

Rankine bestimmte den absoluten Nullpunkt mit  $-461^{\circ}\text{F}$  ( $-274^{\circ}\text{C}$ ), was einzelne Schriftsteller veranlaßte, diesen Wert als Grenzwert anzunehmen; diese Zahl ist begründet in dem Versuchsergebnisse, daß die Ausdehnung eines Gases von  $32^{\circ}\text{F}$  auf  $212^{\circ}\text{F}$  ( $0^{\circ}$  auf  $100^{\circ}\text{C}$ )  $0,365$  des ursprünglichen Volumens bei  $32^{\circ}\text{F}$  beträgt. Diese Zahl bezieht sich auf die Expansion verdünnter Luft unter einer Pressung von ca.  $\frac{1}{5}$  jener der Atmosphäre. Mit Luft von atmosphärischer Pressung ergaben die Versuchsergebnisse Regnaults eine Ausdehnung von  $0,3665$ . Dieser Wert ergibt pro  $1^{\circ}\text{F}$   $\frac{1}{491}$  des Volumens bei  $32^{\circ}\text{F}$ , oder  $\frac{1}{273}$  von dem Volumen bei  $0^{\circ}\text{C}$  pro  $1^{\circ}\text{C}$ . Daher wird der absolute Nullpunkt fast allgemein mit  $-459^{\circ}\text{F}$  oder  $-273^{\circ}\text{C}$  angenommen. Der Umstand, daß dieser Grenzwert allgemeinere Anwendung gefunden hat, ferner, daß die Annahme des einen oder anderen Grenzwertes nur sehr geringfügige Abweichungen in den Rechnungsergebnissen zeigt, die bei technischen Untersuchungen

gänzlich, bei physikalischen Erörterungen in den meisten Fällen unbeachtet bleiben können, ist der Grund, weshalb auch in diesem Buche bei allen weiteren Untersuchungen der Grenzwert 273, welcher insbesondere auch von Clausius in allen seinen Arbeiten benutzt wurde, festgehalten werden soll.

Wie das Gay-Lussacsche Gesetz zeigt, geben Thermometer, deren expandierende Substanz Luft, Wasserstoff, Sauerstoff oder irgend ein permanentes Gas ist, und deren Temperaturintervalle gleich genannt werden, wenn sie gleichen Ausdehnungen entsprechen, sowohl untereinander, als auch im Vergleiche mit Quecksilberthermometern sehr nahe, wenn auch nicht vollkommen übereinstimmende Messungsergebnisse. — An späterer Stelle soll gezeigt werden, daß die Theorie der Wärmemaschinen ein Mittel bietet, um eine Temperaturskala zu bilden, welche von den Eigenheiten der Substanzen während der Expansion vollkommen unabhängig ist.

**9. Beziehungen zwischen Druck, Volumen und Temperatur eines Gases.** Hat eine Gasmenge bei  $0^{\circ}$  C und bei dem Drucke  $p_0$  das Volumen  $v_0$  (auf die Gewichtseinheit des betreffenden Gases bezogen), so nimmt sie nach dem Gay-Lussacschen Gesetze bei  $t^{\circ}$ , wenn der Druck unverändert  $p_0$  bleibt, das Volumen

$$v_1 = v_0(1 + \alpha t)$$

ein, wobei  $\alpha = \frac{1}{273}$  ist. Ändert man nun bei gleichbleibender Temperatur  $t$  den Druck  $p_0$  in  $p$ , so ergibt sich nach dem Boyleschen Gesetze das neue Volumen  $v$  durch die Gleichung

$$pv = p_0v_1$$

oder

$$pv = p_0v_0(1 + \alpha t).$$

Diese Gleichung nennt man die Zustandsgleichung der Gase, weil sie die wechselseitige Beziehung der drei Größen Druck, Volumen und Temperatur, durch welche der Zustand eines Gases bedingt ist, ausdrückt.

Für  $t = \text{const.}$  ist auch  $p_0v_0(1 + \alpha t)$  konstant; die Gleichung geht über in die Form  $pv = \text{const.}$  (Boylesches Gesetz).

Wird das Gas bei gleichbleibendem Drucke ( $p = p_0$ ) von  $0^{\circ}$  auf  $t^{\circ}$  erwärmt, so wird  $v = v_0(1 + \alpha t)$ .

Wird bei unverändertem Volumen ( $v = v_0$ ) das Gas von  $0^{\circ}$  auf  $t^{\circ}$  erwärmt, dann nimmt der Druck nach der Gleichung  $p = p_0(1 + \alpha t)$  für jeden Grad um  $\alpha = \frac{1}{273}$  zu oder ab.

Durch Einführung der absoluten Temperatur geht die Gleichung über in die Form