

IV. Abschnitt.

Weitere Gesichtspunkte der Theorie der Wärmemaschinen.

48. Rankines Darlegung des zweiten Gesetzes. Rankine, welchem nebst Clausius und Lord Kelvin das Verdienst gebührt, die Theorie der Wärmemaschine von jenem Stadium aus weiter entwickelt zu haben, bis zu welchem dieselbe durch die Experimente Joules und die Forschungen Carnots gediehen war, hat in seiner Schrift „*Manual of the Steam-Engine and other Prime Movers*“ das zweite Gesetz der Thermodynamik in einer Form dargelegt, welche weder leicht verständlich, noch, wenn verstanden, als Versuchsergebnis genügend klar ist. Seine Darlegung lautet:

„Wenn die absolute Temperatur irgend einer gleichmäßig heißen Substanz in eine beliebige Anzahl gleicher Teile geteilt wird, dann sind die Leistungen dieser Teile, wenn veranlaßt Arbeit zu verrichten, auch einander gleich.“

Um diese Darlegung verständlicher zu machen, müssen wir uns denken, eine beliebige, aber bestimmte Wärmemenge q einer Wärmequelle von der Temperatur T_1 werde von der ersten Maschine einer Serie vollkommener Wärmemaschinen aufgenommen und von derselben Wärme bei der Temperatur T_2 , welche um das Intervall ΔT niedriger sei als T_1 , abgegeben. Diese abgegebene Wärme werde nun von einer zweiten Maschine aufgenommen, welche ihrerseits wieder durch ein gleiches Temperaturintervall ΔT von der Temperatur T_2 bis T_3 arbeitet; die von dieser Maschine abgegebene Wärmemenge übernimmt eine dritte Maschine, gleichfalls durch ein gleiches Intervall ΔT von T_3 bis T_4 arbeitend u. s. f. Die Wirkungsgrade dieser einzelnen Maschinen sind somit nach § 23

$$\frac{\Delta T}{T_1}, \frac{\Delta T}{T_2}, \frac{\Delta T}{T_3} \text{ u. s. f.}$$

Die von denselben aufgenommenen Wärmemengen sind

$$q, q \frac{T_2}{T_1}, q \frac{T_3}{T_1} \text{ u. s. f.}$$

Die von jeder einzelnen Maschine geleistete Arbeit ist daher die gleiche, nämlich

Arbeitsäquivalent der aufgenommenen Wärme \times Wirkungsgrad

$$= q \frac{\Delta T}{T_1} \cdot J.$$

Rankines Darlegung ist daher in folgender Weise zu verstehen: Läßt man Wärme durch irgend eine in gleiche Intervalle geteilte Temperaturreihe und zwar von der höchsten bis zur niedrigsten Temperatur derart passieren, daß hierbei Arbeit in der denkbar günstigsten Weise verrichtet wird, dann verrichtet auch jedes dieser Temperaturintervalle die gleiche Arbeit.

49. Absolute Temperatur. Lord Kelvins Skala. Den bisherigen Betrachtungen wurde als Temperaturskala die Skala eines idealen Gasthermometers zu Grunde gelegt, d. h. mit anderen Worten, es wurden jene Temperaturintervalle als gleich angenommen, welche gleichen Ausdehnungen eines vollkommenen Gases bei Expansion unter konstantem Druck entsprechen; diese Beziehung zwischen Temperatur und Volumen wird durch die bekannte Gleichung ausgedrückt: $p v = R T$ und für $p = \text{const.}$: $v = R T$ (§§ 7, 8, 9). Nachdem andererseits die atmosphärische Luft in ihrem Verhalten einem vollkommenen Gase sehr nahe kommt, so wird obiger Bedingung durch ein gewöhnliches Luftthermometer praktisch entsprochen.

Von dieser Definition der Temperatur ausgehend, fanden wir unter Anwendung des Carnotschen Prinzipes, daß eine reversible Maschine, welche zwischen den durch eine Wärmequelle A und einem kalten Wärmefahrer C bedingten Grenztemperaturen arbeitet, eine Wärmemenge Q_A beziehungsweise Q_C von der Wärmequelle aufnimmt, beziehungsweise an den Receiver C abgibt, welche Wärmemengen den bezüglichen absoluten Grenztemperaturen proportional sind; wobei vorausgesetzt wird, daß diese Temperaturen unter Beziehung auf das vollkommene Gasthermometer bestimmt wurden.

Man könnte daher die Temperatur auf einem ganz anderen Wege bestimmen und würde trotzdem zu derselben Skala gelangen. Denkt man sich nämlich die Temperatur von A und C durch zwei Zahlen ausgedrückt, welche proportional sind der von der reversiblen Maschine aufgenommenen und abgegebenen Wärme, während dieselbe mit A als Wärmequelle und C als Wärmereceiver arbeitet, dann erhält man eine Skala, welche von den Eigenschaften eines Gases oder irgend einer wirklichen oder imaginären Substanz vollkommen unabhängig ist. Diese Methode der Bestim-