

kommenden Temperaturen ist nahezu 0,001 cbm; dieses Volumen sei mit  $\omega$  bezeichnet. Ist ferner nach früher  $v$  das Volumen von 1 kg Dampf der Spannung  $p$ , dann ist die äußere Arbeit, welche während der Erzeugung von 1 kg Dampf unter dem konstanten Drucke  $p$  geleistet wurde,

$$\text{äußere Arbeit} = p(v - \omega). \quad (4)$$

Diese Gleichung giebt die äußere Arbeit in kg; dividiert man dieselbe durch  $J = 426$ , dann erhält man dieselbe in Wärmeeinheiten ausgedrückt. Man nennt dieselbe auch **äußere latente Wärme**. Die äußere Arbeit, welche 1 kg Wasser bei seiner Verwandlung in Dampf unter konstantem Druck abgibt, ist bei kleineren Drücken kleiner als bei höheren Pressungen; der Verbrauch an latenter Wärme ist verhältnismäßig gering. Unter Bezug auf die Werte der Tabelle I ergibt sich, daß der Verbrauch an Wärme durch die äußere Arbeit bei den Umwandlungstemperaturen  $0^\circ$ ,  $100^\circ$  und  $200^\circ$  C. nur 5, 7 beziehungsweise 10 Prozent der latenten Wärme beträgt.

**35. Gesamtwärme des Dampfes.** Summiert man die während des ersten und zweiten Stadiums des Umwandlungsprozesses von Wasser in Dampf aufgenommene Wärme, dann erhält man die sogenannte **Gesamtwärme** des gesättigten Dampfes; dieselbe sei mit  $H$  bezeichnet:

$$H = h + L. \quad (5)$$

Die Gesamtwärme gibt somit jene Wärmemenge an, welche erforderlich ist, um Wasser von  $0^\circ$  C. Anfangstemperatur unter konstantem Druck in Dampf von  $t^\circ$  C. Temperatur zu verwandeln.

Regnault leitet aus seinen Versuchen zur Berechnung der Gesamtwärme des gesättigten Dampfes die Formel ab:

$$H = 606,50 + 0,305 t \text{ Wärmeeinheiten.} \quad (6)$$

Ferner ergeben Regnaults Versuche für die Flüssigkeitswärme  $h$ , sowie die latente Wärme  $L$  folgende Formeln:

$$\begin{aligned} h &= t + 0,00002 t^2 + 0,0000003 t^3 \\ L &= 606,50 - 0,695 t - 0,00002 t^2 - 0,0000003 t^3. \end{aligned}$$

Daraus ergibt die Summe  $h + L$  obige Formel für  $H$ .

Für gewöhnliche in der Praxis vorkommende Berechnungen genügt es, die latente Wärme nach der einfacheren Formel

$$L = 606,50 - 0,7 t \quad (7)$$

zu ermitteln; die Werte derselben stehen in nahezu vollkommener Übereinstimmung mit den genauen Werten der oberen Formel.

Unter Benützung der Tabelle I ergibt sich jedoch die latente Wärme sofort nach der Beziehung

$$L = H - h.$$

Aus diesen Erläuterungen folgt ferner, daß die zur Bildung von 1 kg Dampf unter konstantem Druck aus Wasser von irgend einer Temperatur  $t_0$  erforderliche Wärmemenge

$$= H - h_0,$$

wobei  $h_0$  mit  $t_0$  korrespondiert. Um hierfür ein Zahlenbeispiel zu wählen, sei angenommen, daß in einem Kessel Dampf von der absoluten Spannung  $p = 7$  kg/qcm gebildet werde; das Speisewasser habe eine Temperatur von  $40^\circ$  C. Dann ist  $h_0 = 40$  Wärmeeinheiten. Nach der Tabelle ist die Temperatur des Dampfes  $165^\circ$  C. und  $H = 656,7$ . Denselben Wert von  $H$  ergibt auch die Gleichung

$$H = 606,50 + 0,305t = 606,50 + 0,305 \times 165 = 656,7.$$

Die Gewichtseinheit Wasser hat daher zur Erhöhung der Temperatur auf die Kesseltemperatur  $t$  und zur Umwandlung in Dampf unter konstantem Druck eine Wärmemenge aufgenommen

$$H - 40^\circ = 616,7.$$

Es ist weiter selbstverständlich, daß bei der Umkehrung des in Rede stehenden Prozesses, also bei der Kondensation von Dampf unter konstantem Druck, eine Wärmemenge gleich  $L$  während der Umwandlung des Dampfes in Wasser abgegeben wird. Regnaults Experimente zur Bestimmung der latenten Wärme des Dampfes wurden auch in der Weise durchgeführt, daß die bei der Kondensation von Kesseldampf in einem Kalorimeter abgeführten Wärmemengen bestimmt wurden.

**36. Innere Energie des Dampfes.** Wie vorhin erörtert, wird ein Teil der latenten Wärme  $L$  des Dampfes zur Überwindung der äußeren Arbeit  $p(v - \omega)$  verbraucht. Der erübrigende Teil der der latenten Wärme äquivalenten Arbeit

$$JL - p(v - \omega)$$

(in kgm) bildet die Erhöhung der inneren Energie während der Verwandlung des Wassers von der Temperatur  $t$  in Dampf von gleicher Temperatur. Es erscheint mit Rücksicht auf spätere Betrachtungen zweckmäßig, hierfür eine kurze Bezeichnung einzuführen; es sei daher für die Folge die der Energieerhöhung äquivalente Wärmemenge, die sogenannte innere latente Wärme  $= L - \frac{p}{J}(v - \omega)$  mit  $q$  in Wärmeeinheiten, die Energie selbst daher mit  $Jq$  in kgm bezeichnet.

$$q = L - \frac{p}{J}(v - \omega)$$

$$Jq = JL - p(v - \omega).$$

An früherer Stelle (§ 33) wurde zur Bestimmung der für die Erzeugung von Dampf erforderlichen Wärmemenge als Ausgangspunkt die