

Wärme (die latente Wärme der Schmelzung oder Verdampfung, je nach der Art der Umwandlung), und $\frac{dT}{dp}$ ist jener Betrag, um welchen die Umwandlungstemperatur (Schmelzpunkt oder Siedepunkt) durch Änderung der Pressung, unter welcher sich der Prozeß vollzieht, beeinflußt wird.

Wenn sich ein fester Körper beim Schmelzen ausdehnt, dann ist U größer als U' , daher muß $\frac{dT}{dp}$ positiv sein; in diesem Falle muß somit unter Anwendung von Druck der Schmelzpunkt erhöht werden. Zieht sich hingegen die Substanz beim Schmelzen zusammen, dann ist $U - U'$ negativ und T muß im Verhältnis zu p abnehmen; der Schmelzpunkt muß daher in diesem Falle bei Anwendung von Druck erniedrigt werden. Als ein Beispiel hierfür diene das Eis. Von dem bekannten Betrage, um welchen sich das Eis zusammenzieht, wenn es schmilzt, machte zuerst James Thomson (1849) unter Anwendung auf obige Gleichung (3) Gebrauch, um zu zeigen, daß der Schmelzpunkt des Eises bis zu einem bestimmten Grade erniedrigt werden muß, wenn dasselbe unter Druck zum Schmelzen gebracht werden soll; dieses Resultat wurde später durch einen Versuch seines Bruders Lord Kelvin richtig gestellt. Der Betrag, um welchen die Temperatur des Schmelzpunktes erniedrigt werden muß, beträgt nach diesen Forschungen für jede Atmosphäre angenähert $0,0135^\circ \text{ F}$ ($0,0075^\circ \text{ C}$).* Diese Zahl ergibt sich durch folgende Betrachtung: Ein Pfund Wasser ändert, wenn es gefriert, sein Volumen von 0,016 auf 0,0174 Kubikfuß und gibt hierbei 142 Wärmeeinheiten ab. Aus Gleichung (3) folgt

$$\frac{dT}{dp} = \frac{(U - U')T}{J\lambda} = \frac{(0,0174 - 0,016) \cdot 493}{778 \cdot 142} = 0,00000625.$$

Wenn somit $dp =$ (eine Atmosphäre) 2160 Pfund pro Quadratfuß, dann ist

$$dT = 0,00000625 \times 2160 = 0,0135^\circ \text{ F}.$$

52. Trocknung des Dampfes durch Drosselung. Wenn trockener Dampf ohne Arbeit zu verrichten und ohne Wärmeaufnahme oder -abgabe expandiert, dann wird derselbe überhitzt, feuchter Dampf hingegen getrocknet. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, daß die totale Wärme des Dampfes (H) bei geringerem Druck kleiner ist, als bei höherem Druck. Eine derartige Expansion kann immer dann beobachtet werden, wenn Dampf durch ein enges Rohr oder eine Öffnung aus einer Kammer, in welcher der Druck z. B. p_1 ist, in eine andere Kammer, deren Druck p_2 ist, überströmt; solche Fälle kommen speziell bei Dampfmaschinen vielfach vor, indem der Dampf auf dem Wege vom Kessel zum Cylinder

*) Siehe Lord Kelvins *Collected Papers*, Vol. I, S. 156 und 165.

gezwungen ist, Verengungen der Rohrleitung, der Kanäle etc. zu passieren; der Dampf verliert hierdurch an Spannung und wird, wie man zu sagen pflegt, „gedrosselt“. Indem der Dampf durch die Querschnittsverengungen hindurchströmt, bilden sich Wirbel; die hierzu aufgebrauchte Energie setzt sich in Wärme um, sobald die Tendenz der Wirbelbildung wieder verschwindet.

Der Betrag, um welchen ursprünglich feuchter Dampf getrocknet wird, wenn weder Wärme seitens der Flüssigkeit aufgenommen noch abgegeben wird, berechnet sich aus der Gleichung

$$q_1 L_1 + h_1 = q_2 L_2 + h_2,$$

worin die Zeiger 1 und 2 sich auf den Zustand vor und nach der Drosselung beziehen. Es wird hierbei vorausgesetzt, daß sowohl vor als auch nach der Drosselung ein stetiger Zustand existiert und daß die Übergangsräume groß genug sind, um auf die kinetische Energie des Dampfstromes sowohl vor Passierung der Einengung als auch nach Passierung derselben, sobald die Wirbel sich gelegt haben, keine Rücksicht nehmen zu müssen.

Daraus ergibt sich

$$q_2 = \frac{q_1 L_1 + h_1 - h_2}{L_2}.$$

Die Bedeutung der Buchstaben q und h wurde bereits an früherer Stelle (§§ 33 bis 38) erörtert.

In gleicher Weise wird hochgespannter trockener Dampf, welcher aus einem Kessel in die Atmosphäre ausströmt, zunächst und zwar in geringer Entfernung von der Ausströmöffnung überhitzt, dann aber infolge Wärmeabgabe an die Luft kondensiert.

53. Wärmeaufnahme bei verschiedenen Temperaturen. Carnots Kreisprozeß setzt voraus, daß die Arbeitssubstanz ihre gesamte Wärme bei der oberen Temperaturgrenze T_1 aufnimmt, somit Wärmezufuhr nur bei der höchsten Temperatur des Prozesses stattfindet. Es kommen jedoch wichtige Fälle vor, in welchen Wärme zum Teil bei dieser, zum Teil aber auch bei anderen Temperaturen eines einfachen Kreisprozesses aufgenommen wird. Bezüglich jeder dieser einzelnen Wärmemengen bleibt jedoch, die denkbar günstigsten Verhältnisse vorausgesetzt, das Resultat aufrecht, daß das Maximum an Wärme, welches in Arbeit umgesetzt werden kann, gegeben ist durch das Verhältnis der Differenz der Temperaturen der Wärmeaufnahme und Wärmeabgabe zur absoluten Temperatur der Wärmeaufnahme.

Bedeutet Q_1 jenen Teil der Gesamtwärme, welcher bei der Temperatur