

V hingegen das Volumen bezeichnet, welches 1 kg gesättigten Dampfes derselben Temperatur und Spannung einnehmen würde.

Hat man es mit nassem Dampf zu tun, so daß q_1 wesentlich kleiner ist als die Einheit, dann ergibt die Rechnung für irgend ein Beispiel, daß q größer ausfallen kann als q_1 ; das heißt mit anderen Worten: Durch die adiabatische Expansion sehr nassen Dampfes kann der Wassergehalt desselben als Folge zweier gegensätzlicher Vorgänge vermindert werden, denn in dem Maße als die Temperatur während der Expansion abnimmt, kondensiert ein Teil des zu Beginn vorhandenen Dampfes; andererseits verdampft ein Teil des zu Beginn des Prozesses vorhandenen Wassers, weil dessen anfängliche Temperatur höher ist als die Temperatur, welche die Mischung während des Verlaufes der Expansion annimmt. Bei sehr nassem Dampfe kann daraus als Endergebnis, wie eingangs erwähnt, eine Verminderung des Wassergehaltes resultieren. Als extremer Fall kann jener angesehen werden, wenn zu Beginn des Prozesses die Arbeitssubstanz nur aus Wasser besteht. Unter Voraussetzung adiabatischer Expansion bildet sich Dampf und unter Benützung der vorhergehenden Gleichung kann, $q_1 = 0$ gesetzt, sodann berechnet werden, wieviel Wasser verdampft wurde, wenn der Druck oder die Temperatur auf irgend einen angenommenen Wert gefallen ist.

42. Formel für die Beziehung zwischen Druck und Spannung adiabatischer Expansion des Dampfes. Adiabatische Kurven für Dampf, ob anfänglich trocken oder naß, können in der eben erörterten Weise berechnet und sodann durch eine empirische Gleichung von der Form

$$pv^n = \text{const.}$$

dargestellt werden, wobei der Index n so zu wählen ist, daß die auf diese Weise erhaltenen Kurven wirklichen Adiabaten möglichst nahe kommen. Eine derartige Formel ist für jene Fälle besonders geeignet, wenn die Anfangsspannung und das Expansionsverhältnis r gegeben sind und die Endspannung der Expansion ermittelt werden soll. Wenn die Arbeitssubstanz auf das r fache des Anfangsvolumen expandiert, dann ist die Endspannung p bei gegebener Anfangsspannung p_1

$$p = \frac{p_1}{r^n}. \quad (11)$$

Der Wert des Index n ist abhängig von q_1 , dem anfänglichen Grade der Trockenheit des Dampfes. Zeuner*) giebt für die Bestimmung von n die empirische Formel

$$n = 1,035 + 0,1q_1,$$

*) Grundzüge der mechan. Wärmetheorie, S. 342. Technische Thermodynamik, 3. Aufl., Vol. II, 1890, S. 75. Siehe auch Grashof, Resultate aus der mechan. Wärmetheorie, § 37.

woraus für

$$\begin{array}{cccccccc} q_1 = & 1,0 & 0,95 & 0,90 & 0,85 & 0,80 & 0,75 & 0,70 \\ n = & 1,135 & 1,130 & 1,125 & 1,120 & 1,115 & 1,110 & 1,105. \end{array}$$

Zeuner empfiehlt für die bei Dampfmaschinen gewöhnlich vorkommenden Druckgrenzen und sonstigen Verhältnisse einen Mittelwert für n und zwar $n = 1,135$ anzunehmen.

Wenn man eine adiabatische Linie für expandierenden Dampf zeichnet, dann muß man für n jenen Wert wählen, welcher sich auf den Feuchtigkeitsgrad zu Beginn der Expansion bezieht. Rankine gab für den Index n den Wert $\frac{10}{9} = 1,111$, welcher jedoch für anfänglich trockenen Dampf zu klein ist und nach oben für Dampf von 25% anfänglichen Wassergehalt geeignet wäre.

Wir werden später sehen, daß die Expansion des Dampfes in der Dampfmaschine keineswegs adiabatisch ist, infolge des steten Wärmeaustausches zwischen dem Dampf und den metallischen Wandungen der Cylinder.

43. Carnots Kreisprozeß für Dampf als Arbeitsflüssigkeit.

Wir sind nun in der Lage, die Vorgänge in einer Wärmemaschine studieren zu können, welche eine Mischung aus Wasser und Dampf (oder irgend einer anderen Flüssigkeit und deren Dampf) als Arbeitssubstanz benützt. Um die anfängliche Untersuchung so weit als möglich zu vereinfachen, sei auch hier, wie in § 18 angenommen, daß sich der ganze Prozeß in einem langen Cylinder abwickle, dessen Wandungen mit Ausnahme des Bodens aus wärmedichtem, also nicht leitungsfähigem Material bestehen; desgleichen sei der Kolben aus demselben Material, also gleichfalls wärmedicht. A sei eine Wärmequelle von der konstanten Temperatur T_1 ; C sei ein Wärmeempfänger oder besser gesagt ein Kondensator von einer beliebigen, aber niedrigeren Temperatur T_2 ; endlich sei B ein wärmedichter Boden. Dies vorausgesetzt, kann Carnots Kreisprozeß auf folgende Weise durchgeführt gedacht werden.

Im Cylinder befinde sich 1 kg Wasser von der Temperatur T_1 .

1. A trete an Stelle des Bodens; der Kolben bewege sich nach rechts unter konstantem Drucke p_1 , korrespondierend mit der Temperatur T_1 . Das Wasser nimmt von A Wärme auf, verwandelt sich in Dampf und expandiert isothermisch bei der konstanten Temperatur T_1 . Diese Zustandsänderung stellt die Linie ab Figur 14 dar.

2. An Stelle der Wärmequelle A trete nun der wärmedichte Boden B . Die Expansion setzt sich von b adiabatisch fort bis c , Spannung und Temperatur nehmen ab, bis die Endtemperatur T_2 in c erreicht ist. Die