Es erfordert also die Herstellung des überhitzten Dampfes unter sonst gleichen Verhältnissen weniger Wärme, als die Herstellung des gleichen Volumens von gesättigtem Dampfe, und hierin ist der Vortheil derjenigen Dampfmaschinen begründet, welche mit überhitztem Dampfe arbeiten. Vorstehendes Beispiel gilt direct als Vergleich zweier Dampfmaschinen von gleicher Größe und gleichem Gange, von denen die eine mit gesättigtem Dampfe, die andere mit überhitztem Dampfe von 5 Atmosphären und 200° Temperatur arbeitet, vorausgesetzt, es finde keine Expansion statt. Es unterliegt keiner Schwierigkeit, den Vergleich auch auf Expansionsmaschinen auszudehnen; ich werde jedoch auf die Theorie der Dampfmaschinen mit Ueberhitzung bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen. Es sei hier nur bemerkt, daß bei Expansionsmaschinen der Vortheil der Ueberhitzung wieder etwas zurücktritt, weil die adiabatische Curve der überhitzten Dämpfe sich etwas rascher der Abscissenaxe nähert, als die der gesättigten Dämpfe; immerhin ist die Ueberhitzung vom theoretischen Standpunkte aus jederzeit zu empfehlen.

Erwärmung bei constantem Volumen.

Wird der Gewichtseinheit Dampf bei constantem Volumen Wärme mitgetheilt, so dient diese nur zur Veränderung der Dampfwärme, weil äußere Arbeit weder aufgewendet noch gewonnen wird. Wir haben sonach

$$Q = J - J_2,$$

wenn der Anfangszustand durch die Größen p_2, v_2, T_2 gegeben ist oder unter Benutzung der Gleichungen (34) und (36):

$$Q = \frac{A}{\varkappa - 1}(p - p_2)\,v_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (50)$$

oder

$$Q = \frac{c_p}{\varkappa}(T - T_2) - \frac{c_p}{\varkappa}\,\frac{C}{B}\left(p^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} - p_2^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right) \quad (51).$$

Die erste Gleichung führt uns auf die Beziehung zwischen Enddruck p und der mitzutheilenden Wärmemenge Q; die zweite Formel giebt uns die Endtemperatur T.

Die im Vorstehenden behandelten Probleme lassen sich leicht vermehren; mit Leichtigkeit lassen sich zunächst für überhitzte Dämpfe auch alle Aufgaben lösen, die ich in meinem Buche: „Grundzüge ꝛc." für gesättigte Dämpfe und Gase behandelt habe; von besonderem Interesse wären noch die Erscheinungen beim Ausflusse überhitzter Dämpfe aus Mündungen und die Veränderungen, welche mit dem Mischen von Dämpfen verbunden sind. Des beschränkten Raumes wegen, der mir hier zu Gebote steht, soll nur noch folgendes Problem behandelt werden, welches von Wichtigkeit ist, weil Versuche vorliegen, die eine neue Bestätigung meiner Ansichten über das Verhalten der überhitzten Dämpfe geben.

Es befinde sich in dem Gefäße A (Fig. 6) überhitzter oder reiner gesättigter Wasserdampf vom Drucke p_2, der Temperatur T_2 und dem specifischen Volumen v_2. Die Masse soll unter constantem Drucke p_2 durch ein Rohr C nach einem zweiten Cylinder B hinübergeschoben werden, wo sie sich durch Zurückschieben eines Kolbens unter constantem kleinerem Drucke p_1 Raum machen soll. Es fragt sich nun, welche Temperatur T_1 und welches specifische Volumen v_1 der Dampf in der Vorlage hat, vorausgesetzt, der Gleichgewichtszustand sei dort wieder eingetreten.

Verfolgen wir die Gewichtseinheit Dampf auf dem Wege von A nach B, so ist anfänglich die Dampfwärme J_2, am Ende J_1; in A nimmt der Dampf die Arbeit $p_2 v_2$ auf, und in B wird die Arbeit $p_1 v_1$ verbraucht. Die erstere Arbeit entspricht einer Vermehrung der Dampfwärme um $A p_2 v_2$, die letztere einer Verminderung um $A p_1 v_1$. Man hat daher, weil sonst Wärme weder zu- noch abgeleitet wird, die Beziehung:

$$J_2 + A p_2 v_2 - A p_1 v_1 = J_1.$$

Benutzen wir hier Gl. (34), wonach ist:

$$J_2 = J_0 + \frac{A}{\varkappa - 1} p_2 v_2 \quad \text{und} \quad J_1 = J_0 + \frac{A}{\varkappa - 1} p_1 v_1,$$

so folgt nach leichter Reduction:

$$p_1 v_1 = p_2 v_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (52),$$

woraus sich zunächst das specifische Volumen v_1 in der Vorlage berechnet.

Benutzen wir in dieser Formel Gl. (24), so folgt ferner:

$$B T_1 - C p_1^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} = B T_2 - C p_2^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}},$$

und hieraus, wenn wir die Temperatur nach Celsius einführen, die Temperatursenkung bei diesem Uebergange

$$t_2 - t_1 = \frac{C}{B}\left(p_2^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}} - p_1^{\frac{\varkappa-1}{\varkappa}}\right) \quad . \quad . \quad (53),$$

und dadurch ist auch die Temperatur t_1 in der Vorlage bestimmt.

Ist z. B. $p_2 = 13$ Atmosphären und $p_1 = 1$ Atmosphäre, so ist die Temperatursenkung nach Tab. 2 und Gl. (53):

$$t_2 - t_1 = 72{,}357 - 38{,}251 = 34^0{,}25.$$

Ist der Dampf im Raume A gesättigt, so ist (Tab. 1) $t_2 = 192{,}08$ und daher die Temperatur in der Vorlage:

$$t_1 = 157^0{,}83.$$

Ist dagegen derselbe Dampf schon Anfangs überhitzt, und beträgt die Temperatur $t_2 = 200$, 205 oder 210°, so findet sich, weil die Temperatursenkung bei gleichen Pressungen p_2 und p_1 dieselbe bleibt, beziehungsweise:

$$t_1 = 165^0{,}75,\ 170^0{,}75 \text{ und } 175^0{,}75.$$

Hirn findet *) durch Versuche für den ersten Fall $t_1 = 155^0{,}58$ und für die letzten drei Fälle $t_1 = 166^0$; $171^0{,}5$; 177^0.

Die Uebereinstimmung mit dem Ergebnisse meiner Rechnungen ist also ganz befriedigend.

Bei kleinerer Anfangspressung p_2 stellen sich etwas größere Differenzen heraus; so ist z. B., wenn in allen Fällen die Endpressung $p_1 = 1$ Atmosphäre ist, für:

		Rechnung:	Hirn's Versuch:
$p_2 = 5$ Atmosph.	$t_2 = 152^0{,}22$	$t_1 = 133^0{,}34$	$137^0{,}72$
5 „	$= 246^0$	$227^0{,}12$	$238^0{,}5$
3 „	$= 133^0{,}91$	$121^0{,}87$	$128^0{,}4$.

Ich schreibe die Abweichungen größeren Theiles der Unsicherheit und Schwierigkeit der Versuche zu.

Mit vorliegendem Falle hat man es nämlich zu thun, wenn der Dampf aus einem Dampfkessel in die freie Atmo-

*) Théorie mécanique de la chaleur. Sec. édition. S. 179 bis 180.

Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden http://digital.slub-dresden.de/ppn337188602/20 gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG