

Zahlentafel Nr. 49.

at		Sattdampf		Gesamte Erzeugungswärme i_h von 1 kg überhitzten Dampfes und einer Heißdampftemperatur von				
abs.	Überdruck	Temperatur °C	Erzeugungswärme WE	200°	250°	300°	350°	400°
8	7	169,5	663,5	680,6	706,3	731	756	781,5
9	8	174,4	664,9	679,7	705,9	730,5	755,6	781,1
10	9	178,9	666,1	678,7	705,3	730,4	755,5	781,1
11	10	183,1	667,1	677,5	704,6	729,8	755,1	780,1
12	11	186,9	668,1	676,4	704,1	729,4	754,5	780,1
13	12	190,6	668,9	675	703,3	728,5	753,9	779,6
14	13	194,0	669,7	673,8	702,7	728	753,3	778,7
15	14	197,2	670,5	672,4	702,1	727,5	753	780,5
16	15	200,3	671,2		699,6	725,5	751,2	776,6

D. Das Volumen des überhitzten Dampfes.

Für die Berechnung des spez. Volumens ist die genaueste Gleichung auf Grund von Versuchen von R. Linde und Klebe¹⁾ von ersterem aufgestellt, wie folgt:

$$v = \frac{47,1 T}{p} - (1 + 0,00002 \cdot p) \left[0,031 \left(\frac{373}{T} \right)^3 - 0,0052 \right], \quad (36)$$

worin p in kg/qm abs. gemessen und

$$T = 273 + t^\circ$$

ist. Auf Grund dieser Gleichung sind die Werte der folgenden Zahlentafel Nr. 50 berechnet worden. Für höhere Temperaturen von etwa 400° C an nähert sich das letzte Glied der Gleichung dem Werte Null, so daß die Gleichung dann die Form der einfachen Zustandsgleichung für permanente Gase

$$v = \frac{47,1 \cdot T}{p} \quad (37)$$

annimmt.

Gleichung (36) und nachstehende Zahlentafel Nr. 50 gelten in der Voraussetzung, daß während der Überhitzung der Druck konstant bleibt, sich also nur die Volumen ändern, was im Kesselbetriebe ja auch stets der Fall ist.

Zahlentafel Nr. 50

über spezifische Volumen cbm/kg.

at		Rauminhalt v_h von 1 kg Dampf in cbm bei einer Heißdampftemperatur von					
abs.	Überdruck	Sattdampf v_s cbm/kg	200°	250°	300°	350°	400°
8	7	0,2458	0,266	0,301	0,333	0,365	0,396
9	8	0,2200	0,235	0,267	0,296	0,324	0,352
10	9	0,1993	0,211	0,239	0,266	0,291	0,316
11	10	0,1822	0,19	0,217	0,241	0,265	0,288
12	11	0,1678	0,174	0,198	0,221	0,242	0,264
13	12	0,1556	0,158	0,182	0,203	0,223	0,244
14	13	0,1451	0,146	0,168	0,189	0,207	0,226
15	14	0,1360	0,136	0,156	0,176	0,194	0,212
16	15	0,1279	—	0,146	0,164	0,181	0,198

E. Volumengewinn durch die Überhitzung.

Ist in dem Heißdampfvolumen v_h die Wärmemenge i_h enthalten, so entspricht einer WE das Heißdampfvolumen

$\frac{v_h}{i_h}$, ebenso wie beim gesättigten Dampf eine WE dem Volumen $\frac{v_s}{i_s}$ gegenübersteht.

¹⁾ Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1705 u. f.

Der Volumengewinn durch die Überhitzung ist demnach $\frac{v_h}{i_h} - \frac{v_s}{i_s}$ oder in v. H. des Naßdampfvolumens ausgedrückt:

$$g = \frac{\left(\frac{v_h}{i_h} - \frac{v_s}{i_s} \right)}{\frac{v_s}{i_s}} \cdot 100 = \frac{v_h \cdot i_s - v_s \cdot i_h}{v_s \cdot i_h} \cdot 100 \quad (38)$$

Ist somit auch nachgewiesen, daß mit derselben Anzahl von Wärmeeinheiten ein größeres Volumen Heißdampf als Sattdampf erzeugt werden kann, so folgt daraus noch nicht ohne weiteres, daß als Folge dieser Volumenvergrößerung auch eine entsprechende Wärmeersparnis auf die mit dem erhitzten Dampf ausgeübte Kraftleistung erzielt werden muß. Diese Wärmeersparnis ist vielmehr bei Dampfkraftanlagen noch von dem Verlauf der Expansionskurve abhängig, woraus sich ergibt, daß z. B. bei der Einzylinderauspuflmaschine die Wärmeersparnis am größten ist, während sie bei Verbundmaschinen geringer und schließlich für 3fach-Expansionsmaschinen am niedrigsten ist. Jedenfalls hat durch Versuche noch nicht bestätigt werden können, daß ein bestimmtes Verhältnis zwischen Volumengewinn und Wärmeersparnis besteht¹⁾. Die tatsächlich vorhandene bessere Wärmeausnutzung des überhitzten Dampfes in Dampfkraftmaschinen ist hauptsächlich auf Vermeidung der Kondensationsverluste des Dampfes während der ersten Expansionsstufe zurückzuführen, während andererseits — wenigstens bei Kesselzugüberhitzern — auch die bessere Ausnutzung des Brennstoffes in der Kesselanlage durch Angliederung der wärmeaufnehmenden Überhitzerheizfläche an die wasserbespülte Kesselheizfläche eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt.

Beispiel 15. Im Verfolg des Beispiels auf S. 162 beträgt nach Gl. (35) die Gesamtwärme des auf 350° C überhitzten Dampfes von 12 at Überdruck

$$i_h = i_s + c_p(t_h - t_s) = 668,9 + 0,533(350 - 190,6) = 753,9 \text{ WE}$$

und das Volumen dieses überhitzten Dampfes nach Zahlentafel Nr. 50

$$v_h = 0,223$$

Der Volumengewinn ist daher laut Gl. (38):

$$g = \frac{v_h \cdot i_s - v_s \cdot i_h}{v_s \cdot i_h} \cdot 100 = \frac{0,223 \cdot 668,9 - 0,1556 \cdot 753,9}{0,1556 \cdot 753,9} \cdot 100 = 29,6 \text{ v. H. des Naßdampfvolumens.}$$

Die Fortleitung des überhitzten Dampfes gestattet gegenüber Sattdampf Rohre von geringerem Durchmesser und infolgedessen geringeren Abkühlungsflächen, da überhitzter Dampf vermöge seines geringeren Gewichtes mit größerer Geschwindigkeit durch die Leitung geführt werden kann, als Sattdampf.

14. Berechnung der Überhitzerheizfläche.

A. Die Temperatur der Heizgase vor dem Überhitzer

schwankt je nach

Art und Menge des verfeuerten Brennstoffes, der Güte der Verbrennung, d. h. der in Frage kommenden Temperatur und Menge der Heizgase und bei Kesselzugüberhitzern entsprechend dem Verhältnis der Rostfläche zur Vorheizfläche, d. h. derjenigen Heizfläche, welche die Gase bestreichen müssen, bevor sie die Überhitzerwandungen berühren.

¹⁾ Berner, Z. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1117.