

Kesseldruck und 350° Überhitzungstemperatur 1,08 kg, vorausgesetzt, daß der Arbeitsdampf in günstigster Weise ausgenutzt wird. Der angeführte Verbrauchsatz steigt, wenn dies nicht geschieht, wenn z. B. der Dampf auf seinem Wege zu den Zylindern zu viel an Spannung durch Drosselung einbüßt oder wenn, wie dies zur Erreichung sehr hoher Zugkräfte auf Steigungen und beim Anfahren vorübergehend nötig wird, mit großen Füllungen gefahren werden muß, die das Maß der wirtschaftlich besten Füllungen erheblich überschreiten. Schon hierdurch kann der Verbrauchsatz vorübergehend bis zu 30% steigen. Rechnet man weitere 5% hinzu für Verlustkohle, d. h. für Kohle, die verbrannt ist ohne Leistung von Arbeit als Gegenwert, wie z. B. beim Anheizen, durch mitgerissene Kohle usw., so ergibt sich ein Kohlenverbrauchsatz von rd. 1,34 kg für eine an den Triebädern geleistete Pferdekraftstunde.

Jede kohlenersparende Einrichtung bei Lokomotiven ist zugleich ein Mittel, ihre Leistung zu erhöhen. Wird angenommen, eine Satttdampflokomotive zweistufiger Dehnung mit einem Dienstgewicht von 55 t und einer Rostfläche von 2,3 qm leistet 800 Nutzpferdestärken an den Triebädern (Maschinenleistung) und verbraucht hierfür 1168 kg Kohle stündlich, so benötigt eine Heißdampflokomotive einstufiger Dehnung vom gleichen Gewicht und gleicher Rostfläche für dieselbe Leistung bei 350° Dampf Temperatur etwa 20% weniger, also nur 935 kg Kohle stündlich. Die Satttdampflokomotive verbrennt hierbei auf 1 qm Rostfläche etwa 508 kg Kohle in der Stunde, die Heißdampflokomotive dagegen nur 406 kg. Angenommen, diese Verbrennungsgeschwindigkeit stelle bei einer bestimmten Kohlenart die Höchstgrenze dar, so würde die Heißdampflokomotive bei der gleichen Verbrennungsgeschwindigkeit, also bei demselben gesamten Kohlenverbrauch von 1168 kg stündlich, statt 800, mindestens $800 \times 508 : 406 \cong 1000$ Nutzpferdestärken, also 25% mehr leisten. Auf 1 t Lokomotivgewicht entfällt im ersten Fall eine Leistung von $800 : 55 = 14,5$ und im zweiten eine solche von $1000 : 55 = 18,2$ Nutzpferdestärken.

In noch höherem Maße als nach ihren Maschinenleistungen in Pferdestärken wachsen die Schleppl Leistungen bei Anwendung von Heißdampf. Es hängt dies damit zusammen, daß beide miteinander zu vergleichende Lokomotiven zu ihrer eigenen Fortbewegung dieselbe Leistung beanspruchen, so daß der Überschuß der stärkeren Maschinenleistung in vollem Betrag allein der Erhöhung der Schlepplleistung zugute kommt.

b) Rauchröhrenüberhitzer Bauart „Schmidt“¹⁾

Angewendet bei den meisten Bahnverwaltungen der Erde, manchmal in etwas abgeänderter Bauform.

I. Großrohrüberhitzer.

Im oberen Teil des Langkessels befinden sich 3 bis 4 Reihen Rauchrohre von 118 bis etwa 135 mm lichtem Durchmesser, die an den

¹⁾ Baurat Dr. Ing. ehrenh. Wilhelm Schmidt, Begründer der Schmidt'schen Heißdampfgesellschaft in Cassel-Wilhelmshöhe.

nach der Feuerbüchswand gerichteten Enden etwas eingezogen und in beide Rohrwände durch Aufwalzen eingedichtet sind. In jedem dieser Rauchrohre liegt eine Überhitzereinheit aus zwei U-Rohren, durch eine Schleife in der Rauchkammer zu einem einzigen Rohrstrang vereinigt. Der Dampf wird somit in solchem Überhitzererelement zweimal hin- und zurückgeführt (Abb. 141). Die Überhitzerrohre bestehen aus nahtlos gezogenen Stahlröhren von 28/35, 30/38 oder 32/40 mm Durchmesser; die in den Rauchröhren liegenden Umkehrenden sind durch Schweißung hergestellt. Die beiden Rohrenden jedes Überhitzererelementes sind in der Rauchkammer nach dem Sammelkasten zu abgebogen und in einen gemeinsamen Flansch eingewalzt, der durch eine Schraube in der Mitte des Flansches am Dampfsammelkasten befestigt wird. Anschluß der Überhitzerrohre an den Dampfsammelkasten von vorn (senkrechter Flansch) mittels wagerecht angebrachter Stiftschrauben nach Abb. 140 oder von unten (wagerechter Flansch) mittels senkrechter Stiftschrauben nach Abb. 141. Der Dampfsammelkasten (aus bestem Zylindergußeisen) hat entsprechend ausgebildete Kammern für Satt- und Heißdampf; sie sind so geformt und mit den Enden der Überhitzerrohre verbunden, daß der Sattdampf vom Regler aus gleichmäßig verteilt alle Überhitzererelemente durchströmen muß, um zu den Schieberkästen zu gelangen. Zum Teil gehen die Feuergase durch die kleinen, gewöhnlichen Heizröhren nach der Rauchkammer, zum Teil durch die weiten Röhren, wobei sie die Überhitzerrohre umspülen und ihre Wärme an das Kesselwasser und an den Dampf abgeben.

Der über die Rauchkammerrohrwand herausragende Teil der Überhitzerrohre wird gegen die Rauchkammer abgeschlossen durch einen Blechkasten, der an der Rohrwand befestigt ist. Zur Regelung des Überhitzungsgrades sind in die Vorderwand des Blechkastens zu weilen Klappen eingebaut, durch die der Austritt der Gase in die Rauchkammer erschwert oder vollkommen verhindert werden kann. Diese Klappen werden durch ihr Eigengewicht (durch Gegengewichte oder Federn) während Reglerschlusses geschlossen gehalten. Die Klappen öffnen sich selbsttätig durch eine Vorrichtung (Automat) bei Öffnung des Reglers, da dann Dampf vom Schieberkasten in den Automaten strömt. Mittels Handrades kann der Führer den Grad der Klappenöffnung unabhängig vom Automaten einstellen und auf diese Weise die Überhitzungstemperatur regeln. Die Klappen müssen sich so weit öffnen, daß die Robre zur Reinigung frei zugänglich sind.

Früher waren gußeiserne Reglerklappen schräg übereinander angeordnet (nach Abb. 141), jetzt kreisförmig gewölbte Fächerklappen aus Blech (nach Abb. 140). Die Klappen in Abb. 140 bestehen aus zwei fächerartig gestalteten, gewölbten Plattenteilen, die in geschlossener Stellung nebeneinander liegen. Mittels eines gegen Rückstoß mit Luftpufferung versehenen Hilfsantriebes A wird der Hebel h und die Welle w in Bewegung gesetzt, so daß der untere, auf dieser Welle aufgekeilte Klappenteil u mitgenommen wird. Der Durchgang der Heizgase kann nach und nach bis zur Hälfte freigegeben werden. Nach weiterer Drehung der Welle stößt die Klappe mit ihrem oberen Rande gegen die Kante des oberen Klappenteiles o, der auf der Welle lose sitzt und nimmt diesen so lange mit, bis die Heizgase frei hindurchtreten können. Durch die Verbindung der Klappen mit

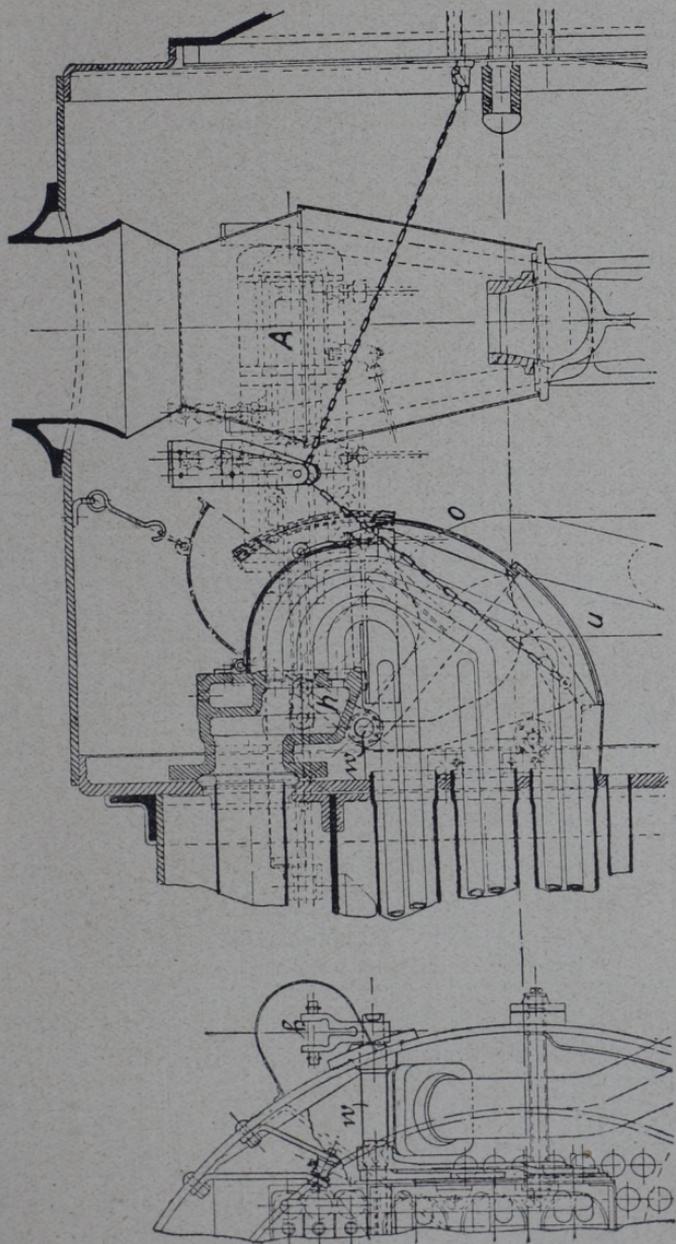


Abb. 140. Großrohrüberhitzer Bauart „Schmidt“ (mit senkrechtem Flansch).

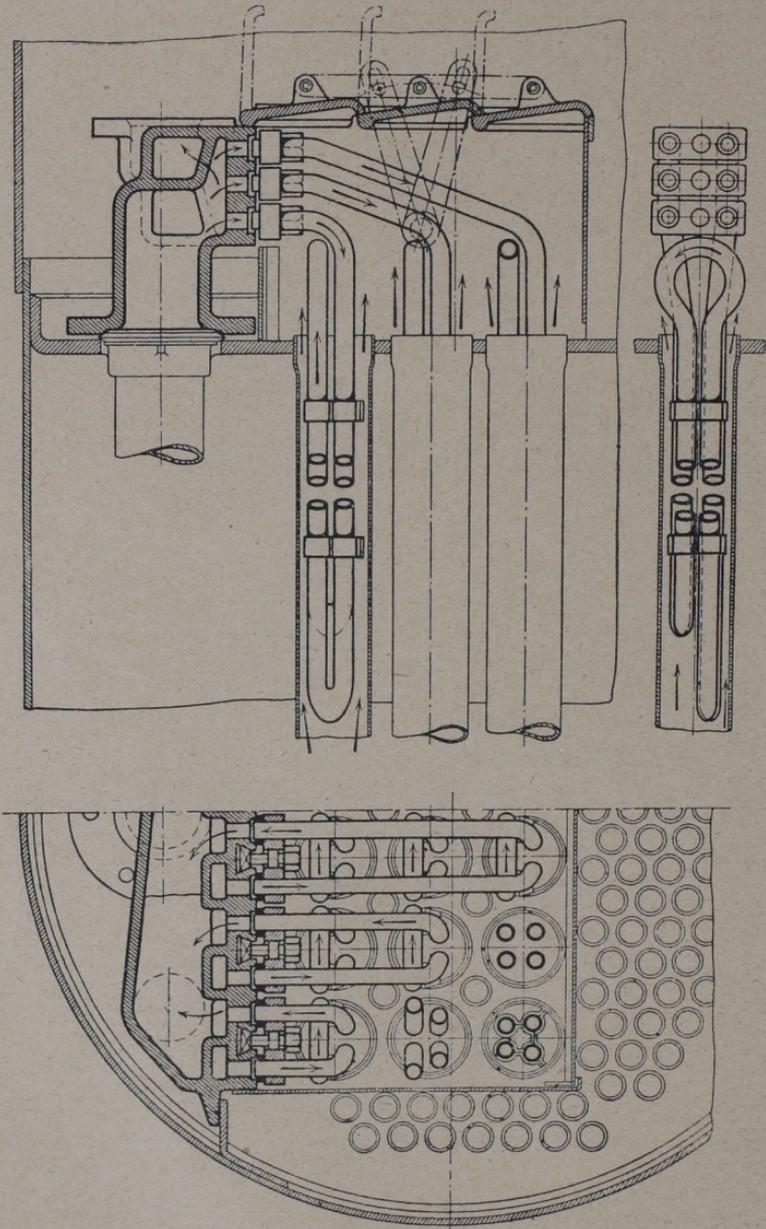


Abb. 141. Großrohrerhitzer Bauart „Schmidt“ (mit wagerechtem Flansch).

der Rauchkammertür mittels der Kette werden beim Öffnen der Tür die Klappen hochgezogen.

Besonders bei kleineren Maschinen wird auch der Automat weggelassen; die Regelung der Klappen erfolgt dann nur von Hand. Einige Eisenbahnverwaltungen¹⁾ lassen bei Lokomotiven, die für bestimmte Betriebsverhältnisse oder für besonders geeignete Gelände bestimmt sind, die Klappen weg, nachdem durch Versuche festgestellt wurde, daß sich ein Nachteil, insbesondere Ausglühen der Überhitzerelemente nicht gezeigt hat.

Dampfgeschwindigkeit w im Überhitzer. Man versteht darunter entweder die Geschwindigkeit w_s des Sattdampfes beim Eintritt aus dem Kesseldom in den Überhitzerkasten oder die Geschwin-

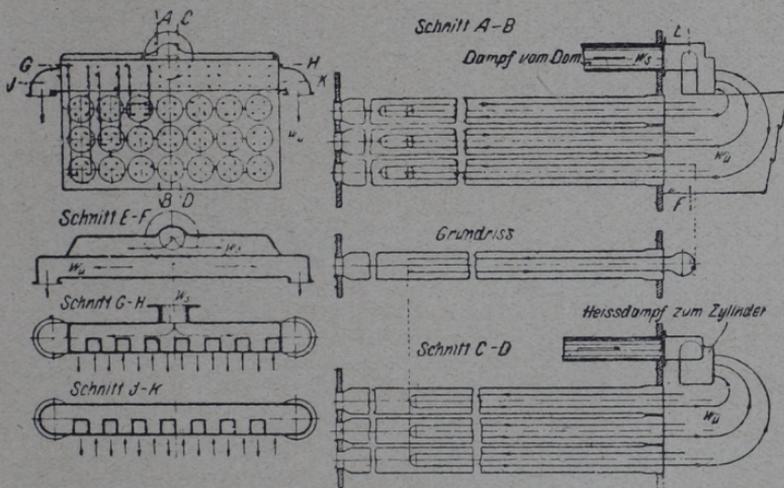


Abb. 142. Dampfgeschwindigkeiten im Schmidt'schen Großrohrüberhitzer.

digkeit w_s des überhitzten Dampfes im Überhitzer und beim Austritt aus diesem in die Zylinder (Abb. 142). Allgemein ist

$$w \text{ m/sek} = \frac{D \cdot v}{60 \cdot 60 \cdot f_r}$$

worin D die stündliche Dampferzeugung des Kessels in kg bei normaler Beanspruchung (immer Heißdampf als erzeugter Dampf angenommen), v das spezifische Volumen des Dampfes in cbm/kg , f_r der gesamte Strömungsquerschnitt für den Dampf im Überhitzer in qm , f_r wird durch die Anzahl der Rauchröhren n und den Durchmesser der Überhitzerröhren des in die betreffende Lokomotive eingebauten Überhitzers bestimmt. $f_r \text{ qcm} = n \cdot f_r \text{ qcm}$, worin $f_r = d^2 \cdot \pi/4$ der Strömungsquerschnitt eines Überhitzerrohres vom inneren Durchmesser $d \text{ cm}$.

¹⁾ Bei den preußischen Staatsbahnen bereits an mehreren Gattungen durchgeführt, aber neuerdings wieder fallengelassen.

Für die S_0 -Lokomotive, bei der $\mathfrak{D} \cong 7250$ kg und $f_r = 148,4$ qcm, wird $w_m/\text{sek} = \frac{7250}{60 \cdot 60 \cdot 0,01484} \cdot \text{cbcm/kg} \cong 135,8$ v. Beim Eintritt

aus dem Kesseldom in den Überhitzerkasten ist die Geschwindigkeit des Sattdampfes $w_s = 135,8 \cdot 0,1557 = 21,2$ m/sek, da $v = 0,1557$ cbm/kg für Sattdampf von $p_k = 13$ at abs; die Geschwindigkeit des überhitzten Dampfes bei seinem Austritt in die Zylinder ist

$$\text{bei } t_{\bar{u}} = 300^\circ \quad w_{\bar{u}} = 135,8 \cdot 0,2019 = 27,4 \text{ m/sek}^1)$$

$$\text{bei } t_{\bar{u}} = 325^\circ \quad w_{\bar{u}} = 135,8 \cdot 0,2118 = 28,8 \text{ m sek}$$

$$\text{bei } t_{\bar{u}} = 350^\circ \quad w_{\bar{u}} = 135,8 \cdot 0,2216 = 30,1 \text{ m/sek}$$

Durchgangszeiten t_{sek} des Dampfes durch den Überhitzer: $t_{\text{sek}} = s_m : w_m/\text{sek}$, s ist die Länge der Überhitzerröhren innerhalb der Rauchröhren, $w_m = (w_s + w_{\bar{u}}) \cdot \frac{1}{2}$ die mittlere Geschwindigkeit, $w_{\bar{u}}$ ist vom Grad der Überhitzung abhängig und wird, wie auch w_s , auf die vorher angegebene Weise berechnet. Für die S_0 -Lokomotive wird

$$t_{\text{sek}} = 15,0 : [(21,2 + 27,4) \cdot \frac{1}{2}] = 0,617 \text{ bei } t_{\bar{u}} = 300^\circ \text{ C}$$

$$t_{\text{sek}} = 15,0 : [(21,2 + 28,8) \cdot \frac{1}{2}] = 0,600 \text{ bei } t_{\bar{u}} = 325^\circ \text{ C}$$

$$t_{\text{sek}} = 15,0 : [(21,2 + 30,1) \cdot \frac{1}{2}] = 0,585 \text{ bei } t_{\bar{u}} = 350^\circ \text{ C.}$$

Bei allen drei Überhitzungsgraden ist also die Durchflußzeit des Dampfes fast die gleiche.

II. Kleinrohrüberhitzer, auch „Überhitzer für volle Besetzung“ genannt.

Geeignet für Klein- und Nebenbahnbetriebe, sowie bei Vollbahnlokomotiven besonders für Verschiebelokomotiven und für solche Maschinen, die vielfach nach Durchfahren kurzer Strecken halten müssen (Stadtbahnlokomotiven). Denn nach so kurzen Zeiten zwischen Öffnen und Schließen des Reglers kann der Dampf bei der verhältnismäßig kleinen Überhitzerheizfläche des Großrohrüberhitzers nicht auf die gewünschte hohe Temperatur des Heißdampfes gebracht werden; der Nutzen des stark überhitzten Dampfes fällt also hierbei teilweise fort.

Bei dem Kleinrohrüberhitzer ist die Heizfläche des Überhitzers verhältnismäßig größer (etwa 50% der wasserverdampfenden Satt-dampfheizfläche);²⁾ ein kurzes Aufhalten des Reglers genügt schon, um auf die gewünschte hohe Dampftemperatur zu kommen, also eine gute Wirkung des überhitzten Dampfes zu erzielen. Die gesamten Heizgase läßt der Kleinrohrüberhitzer an der Überhitzung des Dampfes teilnehmen. Er unterscheidet sich im wesentlichen dadurch von dem Großrohrüberhitzer, daß die Regelklappen und der Automat in Wegfall kommen, daß alle Rauchrohre des Kessels den gleichen oder fast gleichen Durchmesser (44/48 bis 64/70 mm) erhalten und alle oder nahezu alle Rauchrohre mit nur einem Überhitzer-U-Rohr von geringem Durchmesser (11/16 bis 20/25 mm) besetzt werden.

Die nahtlos gezogenen flußeisernen Überhitzerrohre, deren Umkehrstellen durch Schweißen hergestellt sind, werden mit ihren abgebogenen Enden gruppenweise durch Zwischenkammern oder

¹⁾ Vgl. Zus. 16, Spalte 5, Reihe 8 bis 10, auf S. 76.

²⁾ Etwa nur 30% der wasserverdampfenden Sattdampfheizfläche beim Großrohrüberhitzer.