

Die Betriebssicherheit begrenzt die Zugstärke und Geschwindigkeit; nach B. O. § 54,4¹⁾ dürfen Güterzüge bis 45 km/st höchstens 120 Wagenachsen, von 46 bis 50 km/st höchstens 100, von 51 bis 55 km/st höchstens 80 und von 56 bis 60 km/st höchstens 60 Wagenachsen enthalten. Auf Bahnen mit günstigen Neigungs- und Krümmungsverhältnissen und ausreichenden Bahnhofanlagen kann die Landesaufsichtsbehörde für Güterzüge mit Geschwindigkeiten bis zu 45 km/st 150 Wagenachsen zulassen. Beträgt der Achsdruck für jeden Güterwagen rd. 10 t (im Mittel geschätzt), so kommen hier nur die Teile der Schaulinien unter der gestrichelten Begrenzung in Abb. 34 in Betracht. Die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit für die G₈¹-Lokomotive, nämlich 55 km/st, wird hier nicht überschritten.

Bauliche Einzelheiten.

A. Kessel und Zubehör.

Der Lokomotivkessel besteht im wesentlichen aus drei Teilen: Hinterkessel, Langkessel und Rauchkammer.

1. Hinterkessel.

a) Allgemeines.

Er besteht aus einem inneren Teil, der Feuerbüchse, und aus einem äußeren, dem Stehkessel.

Feuerbüchse; meist aus drei Blechen zusammengesetzt: aus Mantelblech (Decken- und Seitenwände gewöhnlich aus einem Stück), Vorderwand und Rückwand. Die Feuerbüchse besteht fast durchweg in Europa aus Kupfer²⁾, in Nordamerika nur aus weichem Flußeisen. Kupfer wird durch die Heizgase nicht so stark angegriffen wie Flußeisen und leitet die Wärme besser als letzteres. Die kupfernen Wandstärken sind für das Mantelblech und für die Rückwand etwa 10 bis 20 mm, für die Vorderwand (Rohrwand) etwa 25 bis 30 mm. Der untere Teil der Vorderwand (mit dem Stiefelknecht verankert) ist schwächer ausgebildet und hat nur Stärken wie Mantelblech und

¹⁾ Ebendort befinden sich auch Zugstärkebegrenzungen für Personenzüge. Für alle Zuggattungen spielen auch die größten zulässigen Geschwindigkeiten in Gefällen und in Krümmungen eine Rolle (B. O. § 66, 3 und 4). Vgl. Abb. 20 und 21 auf S. 56/57.

²⁾ Flußeiserne Büchsen wurden aus Billigkeitsgründen und aus Mangel an Kupfer bei uns während des Krieges ausgeführt, haben sich aber nicht bewährt.

Rückwand; ebenso der zum Vernieten mit dem Mantelblech umgebördelte Rand. Die Verbindung der Rückwand mit dem Mantelblech geschieht durch Vernieten des umgebördelten Randes durch eiserne Nieten in meist einreihiger Überlappung. Die Abrundungshalbmesser der Decken-Seitenkanten sind etwa 200 mm, die der übrigen Kanten etwa 50 mm. Die innere Feuerbüchdecke ist bei für starke Steigungen bestimmte Lokomotiven vorn etwas höher gebaut, damit mindestens noch 100 mm Wasser über der inneren Feuerbüchdecke stehen.

Abb. 35.

Abb. 36.

Abb. 37.

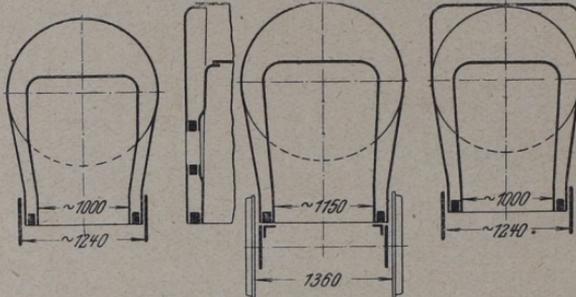


Abb. 38.

Abb. 39.

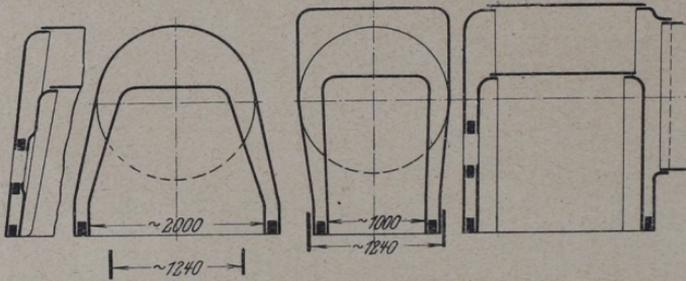


Abb. 35 bis 39. Hinterkesselformen.

Stehkessel; besteht gewöhnlich aus drei Hauptteilen: aus Vorderwand, Hinterwand (Kessel-Stirnwand) und Mantel (in der Regel Decke und Seitenwände); letzterer ist häufig auch aus drei Blechen, bei kleineren Kesseln und Bauart „Belpaire“ jedoch aus einem Stück. Der Stehkessel ist aus Eisenblechen, von denen die zum Mantel verwendeten seitlich etwa 15 bis 16 mm und in der Decke etwa 18 bis 22 mm stark sein müssen, wegen besseren Verschraubens und Dichthaltens der Deckenanker. Die Hinterwand, die das Feuerloch aufnimmt, hat die gleiche Wandstärke wie die Mantel-Seitenwände. Der Abrundungshalbmesser der Kanten ist wenigstens 50 mm. Der Stehkessel wird mit dem Langkessel durch die „Stiefelknechtplatte“ verbunden. Sie wird aus einem oder aus zwei Teilen hergestellt.

b) Verschiedene Formen.

Man unterscheidet folgende Arten von Hinterkesseln:

I. Nach Form des Bodenringes:

- a) schmale, zwischen den Innenrahmenblechen liegende; 1,0 bis 1,02 m breit (Abb. 35);
- b) schmale, bis an die Räder (aber noch zwischen den Rädern), auf den Innenrahmenblechen liegende; etwa 1,15 m breit (Abb. 36);
- c) breite¹⁾, über die Rahmenbleche und Räder hinausreichende; etwa 2,0 m breit (Abb. 38); Bauart „Wootten“ bis etwa 2,8 m breit (Abb. 40 a);

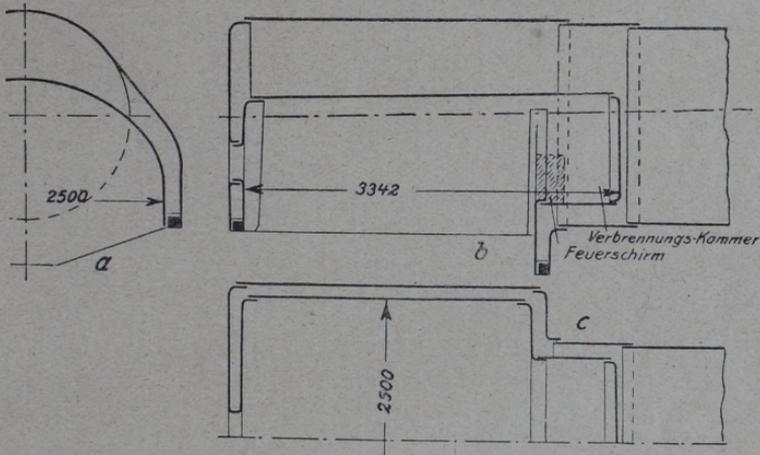


Abb. 40. Hinterkessel Bauart „Wootten“.

- d) teils schmal, teils breit (Abb. 41). Unterbringung einer großen Rostfläche ist notwendig; die Gewichtsverteilung und Bedienung gestattet aber nicht eine übermäßig lange Feuerbüchse. Da die Lage der hinteren Kuppelachse das Unterbringen einer durchgehend breiten, links und rechts überhängenden Feuerbüchse unmöglich macht, so muß letztere vorn, wo sich die hintere Kuppelachse befindet, zwischen den Rahmenblechen liegend, schmal, und — um die große Rostfläche zu verwirklichen — nach hinten zu sich allmählich „trapezförmig“ erweiternd, an ihrem hinteren Teile breit, seitlich überhängend, ausgebildet werden.

¹⁾ Für 1 qm Rostfläche ergibt sich hierbei ein geringeres Kesselgewicht als bei schmalerm Rost.

II. Nach Form des Hinterkesselmantels:

- a) glatte (Abb. 35 bis 38); die Decke wird einfach durch Fortsetzung der oberen Hälfte des Langkessels gebildet;
- b) überhöhte (Bauart „Belpaire“) (Abb. 39); um den Raum zum Ansammeln des Dampfes zu vergrößern;
- c) hinten abgeschrägte; meist wegen Gewichtersparnis (Abb. 38, Längsschnitt);
- d) sonstige besondere Formen zur Erreichung bestimmter Zwecke, und zwar u. a.: Wasserrohrfeuerbüchsen Bauart „Brotan“¹⁾ und „Stroomann“²⁾; Wellrohrfeuerbüchsen Bauart „Lenz“ und

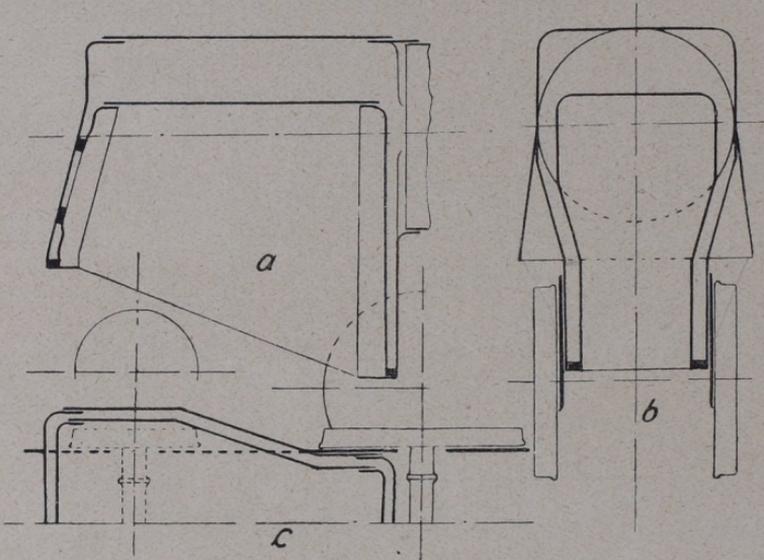


Abb. 41. Trapezförmiger Hinterkessel.

„Vanderbilt“; Feuerbüchsen mit Vorfeuerung, Verbrennungskammer³⁾ [Abb. 40 b], mit Wasserkammern und Quersiedern [Abb. 42]; Hinterkessel Bauart „Jacobs-Shupert“⁴⁾.

In Abb. 42 sind zwei schmale, dreieckige Wasserkammern (Quersieder) senkrecht in die Feuerbüchse eingebaut. Sie laufen von der Decke oben bis zur Stiefelknechtplatte unten und tragen den Feuerschirm. Durch den lebhaften Wasserumlauf wird Ansetzen von Schlamm und Kesselstein in den Kammern vermieden.

III. Nach Vorhandensein von Stehbolzen:

- a) Hinterkessel mit Stehbolzen;
- b) Hinterkessel ohne Stehbolzen (z. B. „Jacobs-Shupert“).

¹⁾ Vgl. S. 155 ²⁾ Vgl. S. 152. ³⁾ Vgl. S. 158. ⁴⁾ Vgl. S. 159.

c) Blechstärkenberechnung (Abb. 43/44).

Bezeichnungsweisen in den nachstehenden Formeln:

- a und b = Rechteckseiten bzgl. der Bolzen- bzw. Ankerteilung in mm,
 d_1 und d_2 = Entfernung der Bolzen- bzw. Ankerteilung in mm,
 s = Blechstärke in mm,
 p = Kesselüberdruck in kg/qcm,
 c = 0,017 bei Wänden, in welche die Bolzen oder Anker eingeschraubt und vernietet sind, und die von den Gasen und vom Wasser berührt werden,

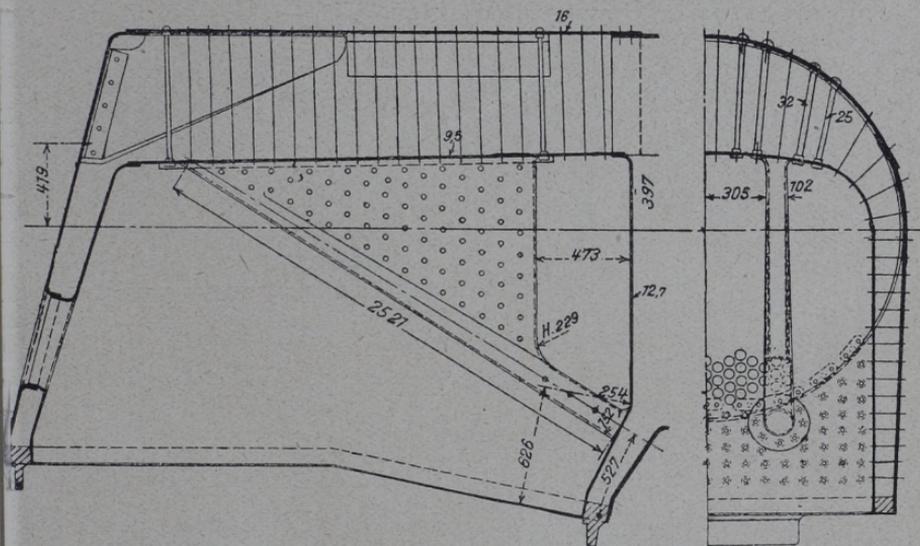


Abb. 42. Feuerbüchse mit Wasserkammern.

- $c = 0,015$, wenn solche Wände nicht von den Gasen berührt werden,
 $c = 0,0155$ bei Wänden, in welche die Bolzen oder Anker eingeschraubt und außen mit Muttern oder gedrehten Köpfen versehen sind, und die von den Gasen und vom Wasser berührt werden,
 k_z = Zugfestigkeit des Baustoffes in kg/qmm,
 für Schweisseisen: 33 kg/qmm,
 für Flußeisen: 36 bis 44 kg/qmm,
 für Kupfer: 22 kg/qmm bis zu 120°C ; bei höheren Temperaturen nimmt die Zugfestigkeit um je 100 kg/qcm für jede 20°C ab,
 d_i und d_a = innerer und äußerer Rohrdurchmesser des Siederohres an der Einwalzstelle in mm,
 D = innerer Durchmesser der Feuerkiste in mm,
 w = Weite der Feuerbüchse in mm,

- t = Entfernung der Siederohre voneinander in mm, von Mitte zu Mitte gemessen,
 z = Mindestfestigkeit der Längsnaht zur Zugfestigkeit des Bleches $\cong 0,75 k_z$,
 x = Sicherheitsgrad gegen Zerreißen, und zwar ist
 x = 4,75 bei überlappten oder einseitig gelaschten, handgenieteten Nähten,
 x = 4,5 bei überlappten oder einseitig gelaschten, maschinengenieteten Nähten und bei geschweißten Nähten,
 x = 4,25 bei doppeltgelaschten, handgenieteten Nähten,
 x = 4,0 bei doppeltgelaschten, maschinengenieteten Nähten.

Innere Feuerbüchswände (Mantelblech und Rückwand)

1. wenn aus Flußeisen:

bei rechteckiger Bolzen- und Ankerteilung

$$s_{\text{mm}} = c \cdot \sqrt{p \cdot (a^2 + b^2)}$$

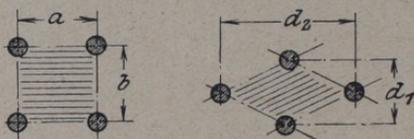


Abb. 43/44. Bolzen- bzw. Ankerteilung.

bei unregelmäßig verteilter Verankerung

$$s_{\text{mm}} = c \cdot \frac{1}{2} \cdot (d_1 + d_2) \cdot \sqrt{p}$$

z. B. bei $p = 13$, $a = 90$ mm, $b = 100$ mm wird für $c = 0,017$

$$s = 0,017 \cdot \sqrt{13 \cdot (90^2 + 100^2)} = 8,2 \text{ mm.}$$

Obwohl die Rechnung einen kleinen Wert ergibt, macht man mit Rücksicht auf Kumpeln, Stehbolzengewinde und Abrostung $s \cong 13$ mm (meist 15 mm).

2. wenn aus Kupfer:

bei rechteckiger Bolzen- und Ankerteilung

$$s_{\text{mm}} = 5,83 \cdot c \cdot \sqrt{\frac{p}{k_z} \cdot (a^2 + b^2)}$$

bei unregelmäßig verteilter Verankerung

$$s_{\text{mm}} = 5,83 \cdot c \cdot \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{p}{k_z}}$$

z. B. bei $p = 13$, $a = 90$ mm, $b = 100$ mm wird für $c = 0,017$ und $k_z \cong 12$ kg/qmm (mit Rücksicht auf die Temperatur)

$$s = 5,83 \cdot 0,017 \cdot \sqrt{\frac{13}{12} \cdot (90^2 + 100^2)} \cong 19,4 \text{ mm.}$$

Innere Feuerbüchsen-Rohrwand (Vorderwand)

1. wenn aus Flußeisen:

$$s_{\text{mm}} = 5 + \frac{d_a}{8} \text{ im Minimum.}$$

2. wenn aus Kupfer:

$$s_{\text{mm}} = \frac{p \cdot w \cdot t}{1900 \cdot (t - d_i)} \text{ im Minimum.}$$

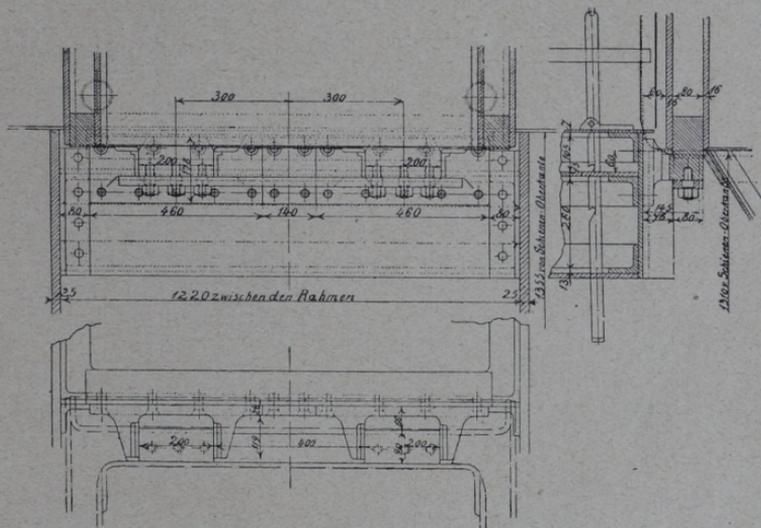


Abb. 45. Schlingerstück am Bodenring.

Äußerer eiserner Stehkessel

a) bei ebenen Wandungen:

$$s_{\text{mm}} = c \cdot \sqrt{p \cdot (a^2 + b^2)} \text{ bzw. } s_{\text{mm}} = c \cdot \frac{1}{2} \cdot (d_1 + d_2) \cdot \sqrt{p}$$

b) bei zylindrischen Wandungen:

$$s_{\text{mm}} = D \cdot \frac{p \cdot x}{200 \cdot k_z \cdot z} + 1$$

z. B. bei $p = 13$, $D = 1600$ mm wird für $x = 4,0$, $z = 0,75$, $k_z \cong 37$ kg/qmm

$$s = \frac{1600 \cdot 13 \cdot 4,0}{200 \cdot 37 \cdot 0,75} + 1 \cong 16 \text{ mm}$$

bei gebogenen Wandungen:

etwas stärker auszuführen als es sich aus a) ergeben würde,
etwas schwächer auszuführen als es sich aus b) ergeben würde.

d) Bodenring.

Er verbindet Stehkessel (außen) und Feuerbüchse (innen) im unteren Teil miteinander. Seine Breite ist etwa 60 bis 90, seine Höhe etwa 70 bis 100 mm. Breite möglichst groß, um guten Wasserumlauf zu erhalten. Als Baustoff diente früher allgemein Schmiedeeisen; Barren wurden ausgeschmiedet und dann zusammen angeschweißt. Heute wird meistens Flußeisen als Baustoff benutzt. Als Nietung waren in der Regel zwei gegeneinander versetzte Nietreihen in Gebrauch. Wenn an den Ecken für Nietköpfe kein Platz ist, so werden von außen Nietschrauben zwischen die Nieten gesetzt. Zwecks Vermeidung von Undichtigkeiten an den Ecken hat der Bodenring häufig nach unten verlängerte Ecklappen und eine dritte, enggeteilte Nietreihe für die Außenwand. Neuerdings kommen meist einreihige Nieten in Verbindung mit Ecklappen vor.

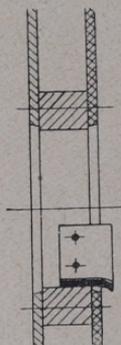


Abb. 46. Schüröffnung.

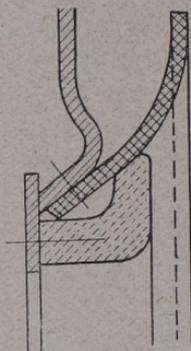
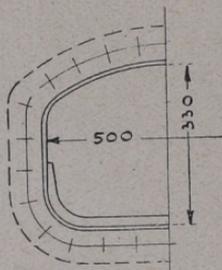


Abb. 47. Schüröffnung Bauart „Webb“.

Reicht der Bodenring über den Rahmen, so wird er auch herangezogen als Feuerbüchsträger, als Schlingerstück (wenn im hinteren Teile des Kessels Seitenstöße aufgenommen werden sollen), zum Tragen von Rost und Kipprosträgern. Bei einzelnen preußischen Lokomotiven der Gattung G₈ befindet sich solch ein am Bodenring angeschweißtes doppeltes Schlingerstück in Gestalt zweier Lappen (Abb. 45).

e) Feuertür.

Baustoff ist starkes Eisenblech, Gußeisen, Stahlformguß oder Schmiedeeisen. Die Öffnungen sind kreisrund (seltener), länglich rund oder rechteckig (Ecken abgerundet); sie sind 280 bis 330 mm hoch und 370 bis 450 mm breit. Die Schüröffnungen sind entweder geschmiedete Rahmen der betreffenden Formen und werden dann zwischen Stehkessel- und Feuerbüchs-Rückwand genietet (Abb. 46), oder die beiden eben genannten Rückwände werden unmittelbar verbunden. Letztere Ausführung verlangt sehr genaue Arbeit. Bei schlechtem Wasser bilden sich (z. B. bei Bauart „Webb“ in Abb. 47)

Kesselsteinansätze in den spitz zulaufenden und schwer zugänglichen Ecken; daher schlechte Haltbarkeit der Nietnaht (Waschluken anordnen).

Die Türen werden als Dreh- oder Klapp- (Abb. 48) und als Schiebetüren (Abb. 49) gebaut. Erstere sind entweder um eine senkrechte Achse nach außen oder um eine wagerechte Achse nach außen bzw. innen drehbar. Die Schiebetüren sind meist zweiteilig; ihr Vorteil gegenüber den Klapptüren ist, daß sie weniger Raum einnehmen, daß

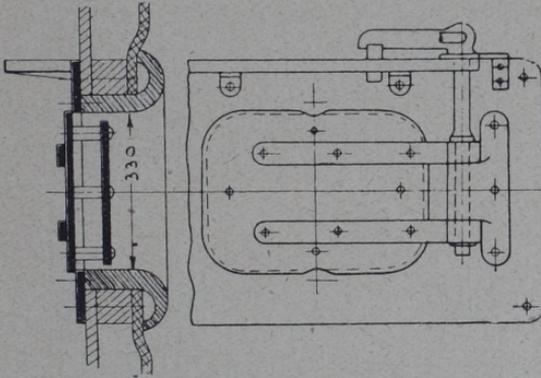


Abb. 48. Drehtür.

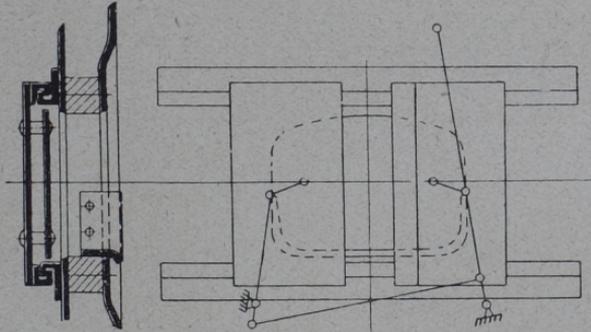


Abb. 49. Schiebetür.

sie ein schnelleres Bedienen gestatten und daß man mit ihnen leicht verschiedene Öffnungen geben kann. Ein Nachteil der Schiebetüren ist, daß sie nicht recht dicht halten. Englische Bahnen haben nur Klapptüren, die drehbar nach außen oder innen um eine obere oder untere wagerechte Achse sind. Bei einem Aufschlagen der Tür nach innen kann die kalte Luft nicht unmittelbar an die Rohre kommen. Die zweiteilige Schiebetür in Abb. 50¹⁾ wird mittels zweier Hebel betätigt. Bei Betätigung des rechten Hebels öffnet sie das Schürloch auf 350 mm

¹⁾ Hanomag-Nachrichten, 1917, S. 35.

Breite von rechts und bei Betätigung des linken auf 350 mm von links. Will man den Rost von Schlacke befreien, so wird durch Bedienung beider Hebel das Schürloch auf seine vollständige Breite geöffnet. Bei Feuerbüchsen mittlerer Breite (etwa bis 5,6 m) ist ein Feuerloch mit dreiteiliger Klapptür am zweckmäßigsten. Für breite Feuerbüchsen hat man zwei getrennte Türen (leichtere Handhabung, abwechselnde Beschickung) oder nur eine große mittlere Schüröffnung.

f) Feuergewölbe.

Angeordnet im vordersten Teil der Feuerbüchse unterhalb der untersten Rohrreihe. Sein Baustoff besteht aus mehreren großen Schamottesteinen oder aus feuerfesten Steinen (billiger und besser austauschbar). Das Feuergewölbe dient als Wärmespeicher beim Öffnen der Tür und erzielt dadurch geringere Rußbildung; ferner bewirkt es bessere und gleichmäßigere Zerteilung der Heizgase in der Feuerbüchse und ist zugleich Schutz für die untersten Rohre gegen die

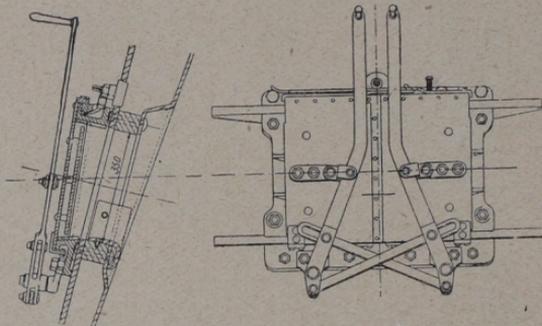


Abb. 50. Schiebetür, betätigt durch zwei Hebel.

Stichflamme. Zwecks Befestigung stützt sich das Feuergewölbe auf ein an den Seitenwänden angeordnetes Widerlager aus Eisen. Durch keilförmige Fügung stützen die beiden außenliegenden Steine den inneren ohne Bindemittel (Abb. 51). Neuerdings werden zur Befestigung der Feuergewölbe verlängerte Stehbolzen mit Muttern benutzt; denn die vordem zu gleichem Zwecke angewendeten Bolzen wurden öfters während der Fahrt beschädigt. Um zu verhindern, daß sich in den Langlöchern der Feuerschirmträger Asche und Schlacke festsetzt, werden diese Löcher nach außen versenkt.

Bei den 1F-G-Lokomotiven der württembergischen Staatsbahnen mit eisernen Feuerbüchsen stützt sich das Feuergewölbe (Abb. 52), umgekehrt liegend (also mit Wölbung nach oben), auf vier, durch die Feuerbüchse sich erstreckende Rohre. Guter Wasserumlauf wird durch die Rohre erzielt. Diese sind schwach S-förmig gekrümmt, damit sie bei Wärmeänderungen nachgeben können. Von der Feuerkiste aus werden die Rohre mit zurückgedrehten Verschraubungen eingeführt und dann diese nebst Gegenmutter festgezogen. Die Schamottesteine konnten ein wenig von den Seitenwänden abgerückt werden, wodurch man nach Möglichkeit Wärmestauungen und Stichflammenwirkungen vermied.

Die Vereinigten Staaten verwenden sehr tiefe, ebenfalls nach oben gewölbte, auf Wasserröhren ruhende Feuerschirme. Doch sind hier die Röhre in die Rückwand der Feuerbüchse und in die Rohrwand eingeschweißt; beim Vorhandensein einer Verbrennungskammer in diese statt in die Rohrwand.

g) Rost.

Erforderlich für den Rost sind: hinreichende Auflagerfläche, genügend freier Durchgang für die eintretende Verbrennungsluft, leichte Reinigung der Spalten, leichte Beseitigung der Schlacken, leichte Aus-

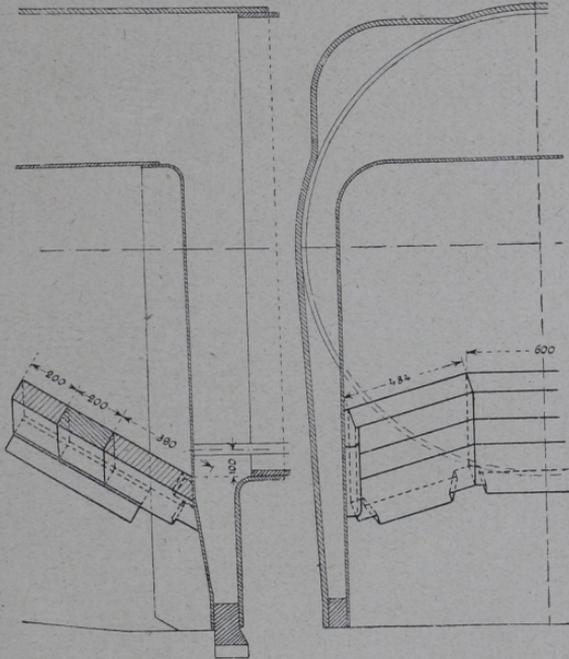


Abb. 51. Feuergewölbe.

wechslung der Stäbe, Dauerhaftigkeit gegen Verbrennen und Verbiegen der Stäbe.

Als Bauarten kommen in Betracht: einfache Roste, Kipproste, Schüttelroste (in Nordamerika für Durchfahren großer Strecken, Bauart „Franklin“), Wasserroste (wegen hoher Wärme und flüssiger Schlacke), Treppenroste (auf französischen Bahnen, haben sich nicht bewährt).

Rostlänge im Höchstfall 3 m, Rostbreite nicht viel über 1 m (bei Feuerbüchsen zwischen den Rahmen). Bei Rostflächen von mehr als 3 qm geht man zu breiten Rosten über. Liegt der Hinterkessel nicht zwischen, sondern auf dem Rahmen, aber noch zwischen den Rädern

so wird der Rost auf etwa 1,1 m verbreitert. Noch breiter wird der Rost bei breiten Hinterkesseln über den Achsen. Für die zukünftigen Einheitslokomotiven der Deutschen Reichsbahn sollen nur zwei Rostbreiten vorgesehen werden: etwa 1560 mm und etwa 1060 mm, je nach dem der Rost über oder zwischen den Rädern liegt.

Baustoff der Stäbe: Gußeisen oder Walzeisen. **Stabform und Stabentfernung:** sog. einfache oder doppelte Roststäbe. Die **Spaltenweiten** der Roststäbe richten sich nach der Korngröße und nach dem Backen des Brennstoffes, nach der Dünflüssigkeit der Schlacke (Schlackenbildung) und nach den Luftzugverhältnissen. Die Luftspalten sind für oberschlesische Kohle mit 10 bis 12 mm, für westfälische Kohle mit 13 bis 15 mm zu bemessen. Dabei ist anzustreben, daß das Verhältnis der freien zur ganzen bzw. zur bedeckten Rostfläche ($R_f : R_{g_z}$) möglichst groß wird ($R_f = 40$ bis 50 % von R_{g_z}). Demzufolge kommen für 10 bis 15 mm Spaltenweiten Roststäbe von 9 bis 13 mm Stärke in

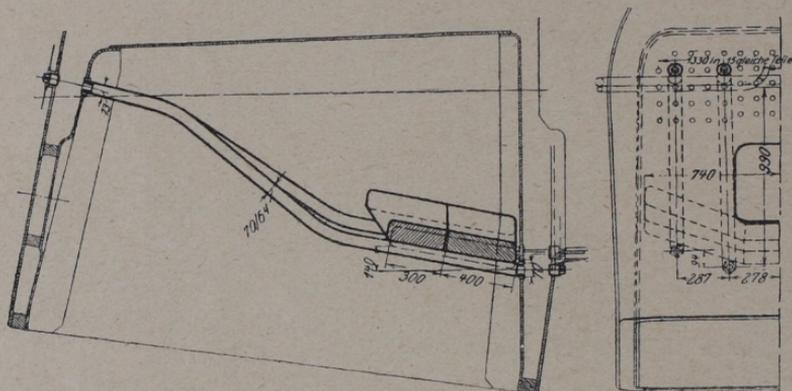


Abb. 52. Feuergewölbe der württembergischen 1F-Lokomotive.

Betracht. Man nimmt gewöhnlich für oberschlesische Kohle 10 mm Spaltweite bei 10 mm Stabbreite, für westfälische Kohle 13 mm Spaltweite bei 11 mm Stabbreite.

Da zur Verbrennung der Kohle auf dem Rost Luft (Sauerstoff) nötig, so spielt die Luftzufuhr zu der zu verbrennenden Kohle eine Rolle. Theoretisch (d. h. bei gleichmäßiger Verbrennung aller Kohle) braucht 1 kg Kohle zu seiner vollkommenen Verbrennung etwa 11 kg

oder $\frac{11}{1,2} \cong 9$ cbm Luft. In Wirklichkeit rechnet man als erforderliche

Luftmenge für die Verbrennung von 1 kg Kohle 15 bis 16 kg, d. h. etwa 13,3 cbm im ungünstigsten Falle. Nimmt man z. B. eine stündliche Verbrennung an von 500 kg/qm, so werden hierfür an Luft stündlich verbraucht $500 \times 13,3 = 6650$ cbm oder 1,85 cbm/sek. Bei $R_f = 40\%$ von R_{g_z} wird dann die Geschwindigkeit, mit der die Luft durch die Rostspalten zieht, $1,85 \times 2,5 \cong 4,6$ m/sek. Allgemein rechnet man mit 4 bis 6 m/sek Luftgeschwindigkeit.

Eine Verminderung der Schlackenbildung, besonders bei schlechter Kohle, läßt sich durch die Einführung des aus dem Vorwärmer entweichenden überschüssigen Dampfes mittels Dampfbräuse in den Aschkasten erreichen, da hierdurch eine vorzügliche Kühlung der Roststäbe bewirkt wird. Diese Wirkungsweise zeigt der Rost Bau-

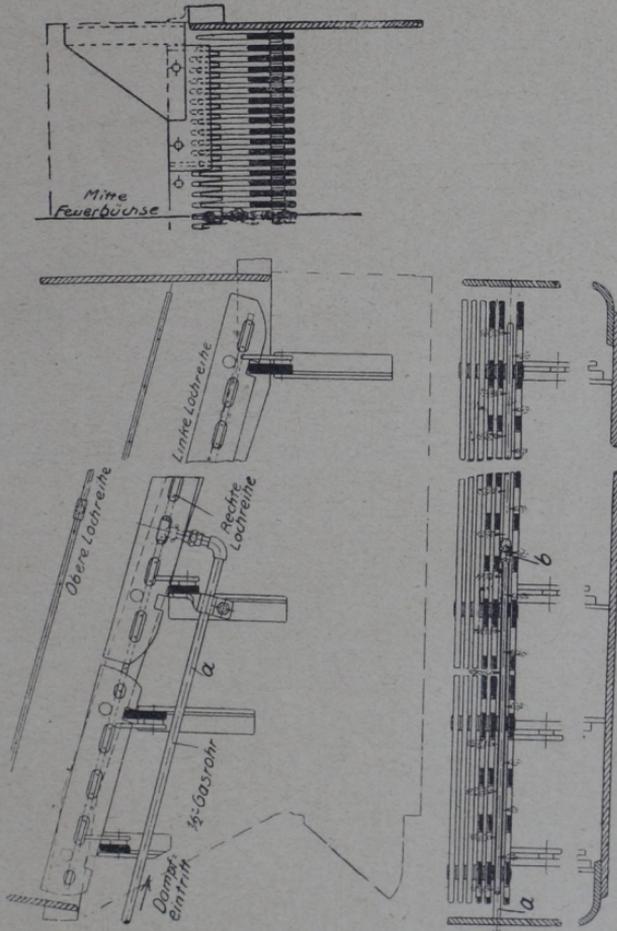


Abb. 53. Rost Bauart „Menner“.

art „Menner“ (Abb. 53). Die hier verwendete Roststabordnung mit aufeinanderlaufenden seitlichen Durchbrüchen und einem längs laufenden Dampfbräusenrohr mit — den Durchbrüchen entsprechenden — seitlichen und mehreren nach oben gerichteten Austrittsöffnungen wird seit etwa 10 Jahren bei den württembergischen Staatsbahnen benutzt. Die Dampfzuleitung erfolgt durch das Rohr a bis zur Einmündung b. Von dort führt je eine Längsbräuse links und

rechts vom Rost zwischen den Roststäben und parallel zu diesen liegend hindurch. Ihre Austrittsöffnungen münden ein in die Durchbrüche der Roststäbe und lassen den Dampf über die ganze Rostbreite durchstreichen.

Wegen erforderlicher Auswechslung benutzt man bei ein und derselben Eisenbahnverwaltung möglichst gleichgebildete Roststäbe. Die z. Z. bei den wichtigsten Lokomotiven der preußischen Staatsbahn zur Ausführung kommenden Roststabanordnungen sind in Abb. 54 und der zugehörigen Zusammenstellung 24 dargestellt. Nach unten muß die Stärke der Stäbe abnehmen, um gutes Abfallen der Asche zu er-

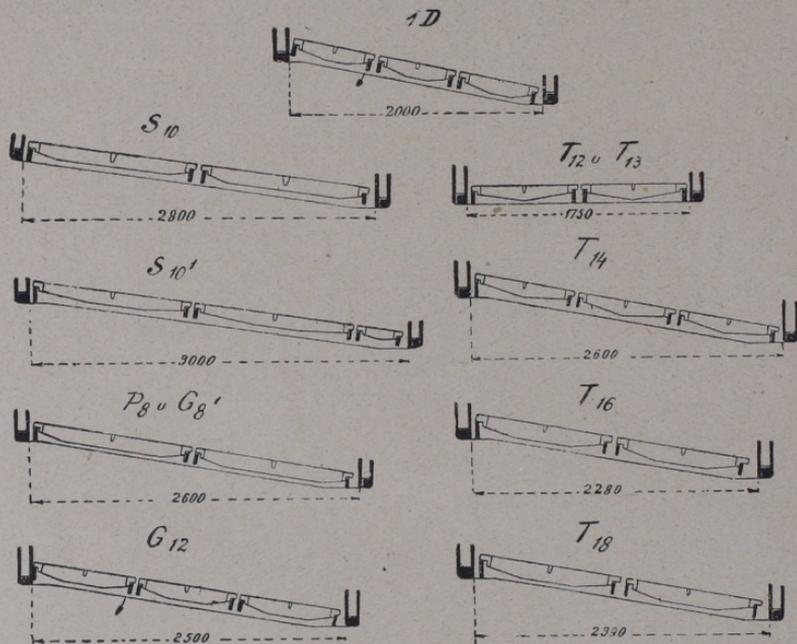


Abb. 54. Roststabanordnung preußischer Lokomotiven.

möglichen und ein besseres Abschlacken des Rostes während des Betriebes zu gewährleisten. Die Höhe der Stäbe ist etwa 80 mm, ihre Breite 10 bis 12 mm und die Breitenabnahme nach unten 7 mm. Abstandstücke sind zwischen den Stäben anzuordnen, um seitliches Verschieben derselben während der Fahrt und beim Abschlacken zu verhindern. Der Rost wird wagerecht oder geneigt (besser beschickbar und heizbar, besonders bei großer Länge und wenn die Achsen unter dem Hinterkessel liegen) angeordnet. Eigenartig ist die Ausbildung der Roststäbe in Abb. 55, ausgeführt für E-Lokomotiven der Luxemburgischen Prinz Heinrich-Bahn. Für die Feuerung wird auf dieser Bahn sehr leichte belgische Staubkohle verwendet.

Zusammenstellung 24.

a) 1 m Roststab als Regelstab angenommen.

| Lfd. Nr. | Bezeichnung | Ganze Rostlänge | Anzahl der Roststäbe von 1000 mm Länge | Länge des Paßstückes (rd.) | Bemerkungen |
|----------|--|-----------------|--|----------------------------|--|
| 1 | 1 D | 2000 | 2 ^{*)} | — | ^{*)} oder bei Kiprost 2 Roststäbe von 600 mm und 1 Roststab von 800 mm, also dieselben Modelle wie 2 und 4. ^{**)} können zum Kiprost verwendet werden. wie bei 4. ^{***)} oder besser 3 Roststäbe von 750 mm Länge; Paßstück fällt dann fort. |
| 2 | S ₁₀ | 2800 | 2 | 800 | |
| 3 | S ₁₀ ¹ | 3000 | 3 | — | |
| 4 | P ₈ und G ₈ ¹ | 2600 | 2 | 600 ^{**)} | |
| 5 | G ₁₂ | 2500 | 2 | 500 ^{**)} | |
| 6 | T ₁₂ und T ₁₃ | 1750 | 1 | 750 | |
| 7 | T ₄ | 2600 | 2 | 600 | |
| 8 | T ₁₆ | 2280 | 2 ^{***)} | 280 | |
| 9 | T ₁₈ | 2390 | 2 | 390 | |

b) 750 mm Roststab als Regelstab angenommen.

| Lfd. Nr. | Bezeichnung | Ganze Rostlänge | Anzahl der Roststäbe von 750 mm Länge | Länge des Paßstückes (rd.) | Bemerkungen |
|----------|--|-----------------|---------------------------------------|----------------------------|---|
| 1 | 1 D | 2000 | 2 | 500 | ^{*)} oder auch 500 und Platte von 50 mm. |
| 2 | S ₁₀ | 2800 | 3 | 550 ^{*)} | |
| 3 | S ₁₀ ¹ | 3000 | 4 | — | ^{**)} oder besser 2 Regelstäbe und 2 Roststäbe von 500 mm (Kiprost). ^{***)} oder besser 1 Regelstab und 2 Roststäbe, je 500 mm lang |
| 4 | P ₈ und G ₈ ¹ | 2600 | 3 | 350 | |
| 5 | G ₁₂ | 2500 | 3 ^{**)} | 250 | |
| 6 | T ₁₂ und T ₁₃ | 1750 | 2 ^{***)} | 250 | |
| 7 | T ₁₄ | 2600 | 3 | 350 | |
| 8 | T ₁₆ | 2280 | 3 | — | Platte von 30 mm. |
| 9 | T ₁₈ | 2390 | 3 | — | Platte von 140 mm. |

Bemerkung: Die Maße geben nur die Teilung an; die wirklichen Roststablängen sind mit Rücksicht auf die Spielräume noch festzusetzen.

Bei kurzen Feuerbüchsen (bis 1,5 m) ist nur ein Roststab in der Länge notwendig; sonst Unterteilung. Der Schüttelrost ermöglicht durch Hebelbewegung eine Schlackenbefreiung des Rostes. Beim Kipprost ist nur ein Teil des Rostes — bis zum Fallwinkel der Kohlen von rund 60° — umkippar und wird vom Führerstand aus durch Schraubenspindel und Hebel betätigt. Umkippar ist der vordere oder mittlere Teil des Rostes. Der Kipprost in Abb. 56 liegt auf Längsmittle des Rostes, damit in seiner gesenkten Lage die Schlacken möglichst ungehindert in den vordersten, geräumigsten Teil des Aschkastens gelangen können. Seine Einstellung erfolgt mittels Handrades vom Führerstand aus. Die Anbringung des Kipprostes im vorderen Teil des Rostes (1D1-Lokomotive der sächsischen Staatsbahnen) zeigt Abb. 57.

h) Aschkasten.

Er dient zum Schutze der Bahnstrecke (Holzschwellen) gegen die vom Rost herabfallenden glühenden Aschen- und Kohlenteile, sowie zur Regelung der Luftzufuhr. Der Aschkasten muß entfernt werden können, ohne den Kessel abzuheben. Die Form richtet sich nach der Lage der Achsen zum Hinterkessel, sowie nach Höhenlage und Ge-

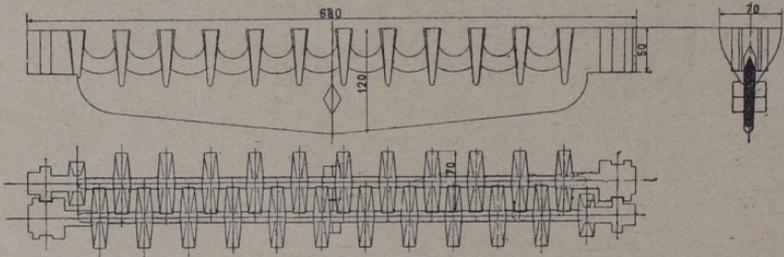


Abb. 55. Roststab für Staubkohlenfeuerung.

staltung der Feuerbüchse (Abb. 58 und 59). Bei Barrenrahmen oder sehr breitem Hinterkessel werden mehrteilige Aschkästen um den Rahmen gelegt (Abb. 60). Gewöhnlich führt man den Aschkasten zwei- oder mehrteilig aus; sein oberer Teil ist ein in sich abgeschlossener Kasten, sein unterer nimmt die beweglichen Klappen auf. Manchmal wegen leichteren Zusammenbaues Teilung senkrecht in der Mitte. An die Kessel-speiseleitung ist zweckmäßig eine Spritzleitung zum Löschen der glühenden Asche im Kasten angeschlossen; die Spritzleitung ist hergestellt aus Gasrohr mit feinen Bohrungen. Auf den schwedischen Bahnen gegen Brandgefahr bei Holzfeuerung stets Wasserspülung. Baustoff des Aschkastens: Eisenblech von 5 bis 8 mm Stärke; der Boden wird stärker ausgeführt wegen Durohrostsens und Durchbrennens.

Aschkasten möglichst geräumig mit großen Öffnungen für die Luftzuführung (Luftklappen). Vorn hat er stets, hinten meistens solche Klappen. Bei breiten Rosten, wo der Aschkasten dreiteilig ausgeführt wird, befinden sich zweckmäßig Luftzuführungen auch an den Seitentaschen. Unten verschließt man die Klappen durch Siebe (wegen Funken). Im Boden liegt eine Öffnung, um nach Entfernung der Roststäbe in die Feuerbüchse hineinsteigen zu können, falls die Feuertür dafür zu klein ist. Zwecks Öffnens sind die Klappen hochzuziehen; bei umgekehrter Handhabungsvorrichtung könnte beim un-

beabsichtigten Öffnen (durch Herunterfallen des Klappenzuges) ein Unglück eintreten (z. B. im Winter, wo Schnee liegt). Die vordere Klappe soll etwa $\frac{1}{6}$, die hintere etwa $\frac{1}{8}$ der gesamten Rostfläche freigeben. Der Aschkasten der deutschen G₁₂-Lokomotive (Abb. 61) hat besonders große Bodenklappen, die in geschlossener Lage von durchgesteckten Rundenisen gehalten werden. Die Bodenklappen im vorderen Aschkastenteil werden außerdem durch Hebelwerk mittels beweglicher Klauen geschlossen.

Hat der Aschkasten auch seitliche vordere Luftklappen, wie bei der preußischen S₀ (Abb. 60), so werden diese gleichzeitig mit der zwischen den Rahmen liegenden Klappe bewegt. Querschnittsverhält-

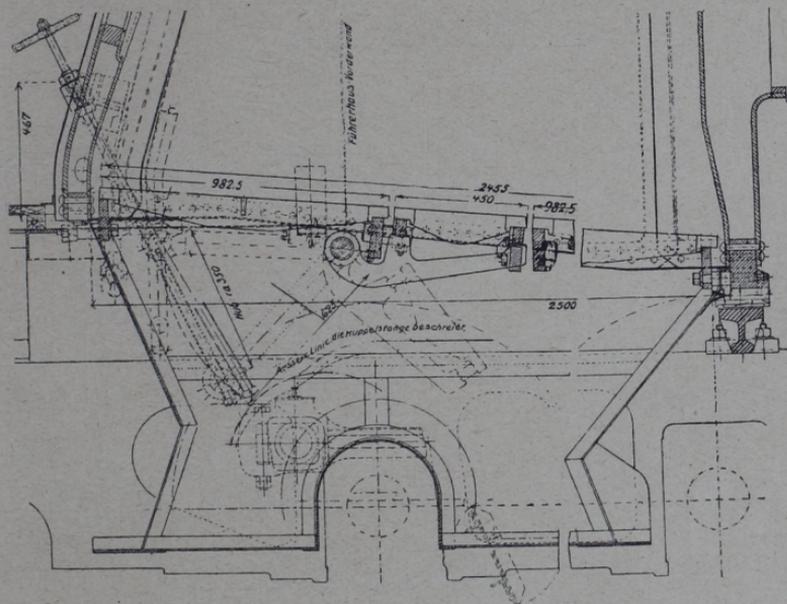


Abb. 56. Kipprost, in der Mitte umkippar.

nisse und Lufteintrittsöffnungen sind hier bei 15 mm breiten Roststäben und $12\frac{1}{4}$ mm breiten Spalten bei einer gesamten Rostfläche von $R_{gz} = 4,0$ qm und einer freien Rostfläche von $R_f = 1,44$ qm, da der Querschnitt für den Lufteintritt in den Aschkasten $F = 0,5$ qm: $F : R_{gz} = 1 : 8$ und $F : R_f = 1 : 2,88^1$. Setzt man voraus, daß während einer etwa viereinhalbstündigen Fahrzeit auf der S₀ stündlich rd. 400 kg Kohlen auf 1 qm Rostfläche verbrannt werden und daß diese 5% Asche enthalten, so ergibt sich eine Aschenmenge von 360 kg, die bei 0,6 spezifischem Gewicht einem Raum von 600 l entspricht. Da der Aschkasten bis 200 mm Höhe, d. h. bis zur Luftklappen-Unterkante 900 l faßt, so ist er sehr reichlich bemessen, zumal sich die Asche nach hinten bedeutend höher lagern kann.

¹⁾ Z. V. D. I. 1909, S. 646.

i) Verankerungen.

Sie sind im Kessel nötig, sobald Flächen vorhanden sind, die nicht kugel- oder zylinderförmig sind. Ebene unverankerte Wände werden sich infolge des großen inneren Überdruckes leicht ausbeulen. Man unterscheidet nach Form der Anker: Barrenanker, Plattenanker, Stangen- oder Rohranker, Stehbolzen, Winkel- bzw.

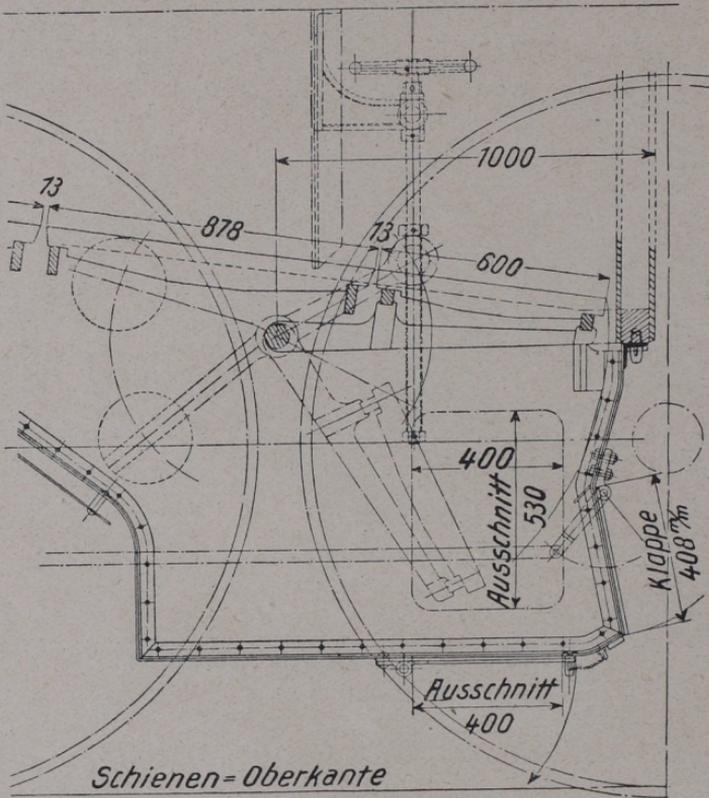


Abb. 57. Kipprost, im vorderen Teil umkippar.

T-Eisen; nach Lage der Anker: Decken-, Seiten-, Längs-, Quer- und Rohrwandanker.

Barrenanker sind barrenförmige Anker, die über die ganze Länge (Längsbarrenanker) oder Breite der Feuerbüchse (Querbarrenanker) gehen. Sie werden fast nur noch in England verwendet. Ihr Nachteil ist, daß sich der Spielraum zwischen Anker und äußerer Feuerbüchse voll Kesselstein setzt, so daß die Feuerkisten sehr schwer werden und die Anker den Wasserumlauf stören.

Deckenanker (Verankerungen der Feuerbüchse) sind kurze Bügelanker (Tragbügel) oder gewöhnliche Deckenanker¹⁾. Erstere sitzen an einem Ende auf der Feuerbüchsenrohrwand auf, werden am anderen Ende von einem festen Anker getragen und dienen einer kurzen, fest zwischen sie gespannten Deckenankerschraube als Stütze (Abb. 62). Die beiden vordersten Ankerreihen sind oft beweglich als kurze Bügelanker ausgebildet, wodurch Ausdehnung der Feuerbüchse ohne schädliche Beanspruchung der Rohrwand ermöglicht wird. Gewöhnliche Deckenanker dienen zur Verbindung der beiden Feuerbüchsen. Sie sind aus Rundeisen, haben einen Schaftdurchmesser von 26 bis 30 mm und gestatten bei vollem Kesseldruck eine Höchstbeanspruchung von 4 bis 5 kg/qmm. Ihre Teilung ist selten

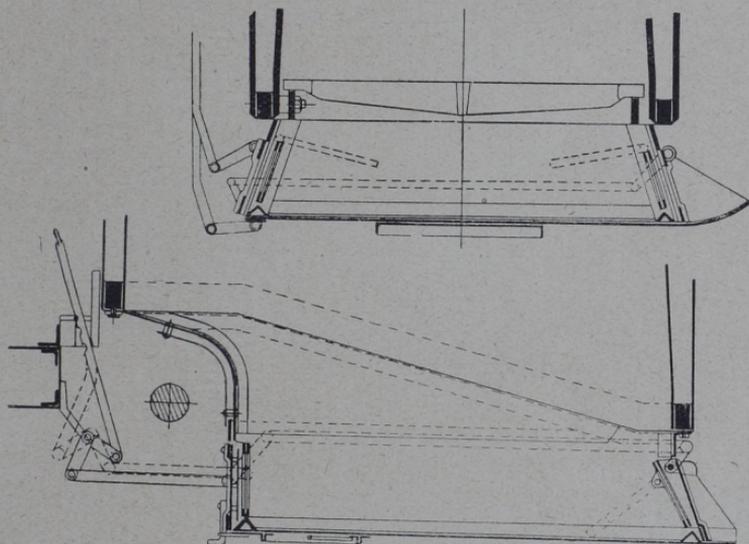


Abb 53/59. Aschkasten-Formen.

mehr als 100 bis 110 mm im Quadrat über die ganze kupferne Feuerbüchse hin. Im Stehkesselmantel sind die Deckenanker eingeschraubt und manchmal vernietet, oder das überragende Ende des Ankers wird abgeschnitten. In der Feuerbüchse werden die Anker nur eingeschraubt; bei flußeisernen Feuerbüchsen werden häufig noch Kupferscheiben im Feuerraum zwischen Muttern und Feuerbüchsenplatte gelegt. Durch Schrägstellung der Anker erreicht man bei runden Feuerbüchsen eine Vergrößerung der tragenden Gewindeflächen. Werden Deckenanker in verstärkter Kesselwand angebracht, so werden, um gutes Dichthalten der Anker in der Wand zu erzielen, Verstärkungslaschen aufgelegt, und die überragenden Ankerenden

¹⁾ Vgl. das später bei „Stehbolzen“ Gesagte. Die Bezeichnung „Deckenanker“ ist die gebräuchliche, daher hier angewendet.

werden dann gleichlaufend mit der Außenfläche der Decke abgeschnitten. Bei Öffnungen in Feuerbüchsendecken (für Stützen) werden die Anker daselbst verlängert und mit den Stützen verbunden. Für die vorderen Ankerreihen benutzt man zuweilen bewegliche Deckenanker, damit beim Strecken der Rohrwand infolge der Wärmeausdehnung der Biegewinkel an dem darüberliegenden Teil der Decke und am Rohrwandflansch verkleinert wird und Anbrüche an diesen Teilen vermieden werden.

Plattanker (Blechanker) bestehen in der Hauptsache aus größeren Blechen mit Winkel- bzw. T-Eisen. Sie dienen zur wäge-

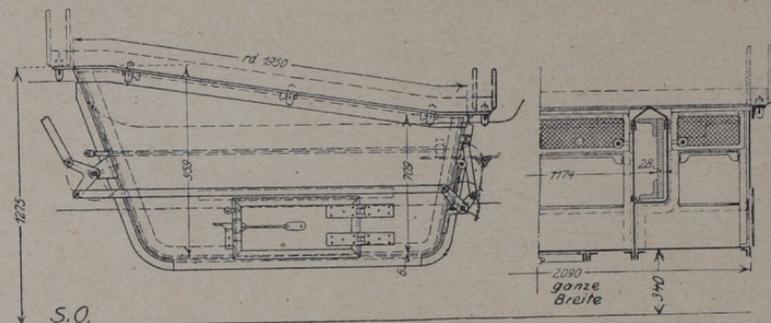


Abb. 60. Mehrteiliger Aschkasten.

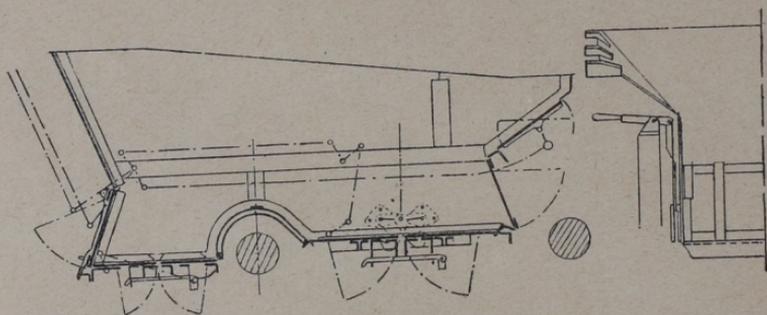


Abb. 61. Aschkasten der deutschen G₁₂-Lokomotive.

rechten Versteifung der Stehkesslrückwand (Abb. 63) bzw. der Raucherrohrwand gegen den Steh- bzw. Langkessel. Man nennt sie auch Versteifungsanker, Hosenanker, Hosenblechanker.

Stangen- oder Rohranker (Quer- und Längsanker). Bei den Längsankern werden kurze und lange ausgeführt. In letzterem Falle gehen sie von der Stehkesslrückwand zur vorderen Rohrwand, oder sie liegen zwischen beiden Rohrwänden und sind volle Stangen oder Rohre. Bei großen Feuerbüchsen ordnet man die Längsanker strahlenförmig an; sie sind durch Augen und Bolzen mit den an der Rückwand angeordneten Winkelstücken verbunden.

Selten werden sie mittels angeschweißter Füße an den hinteren Teil des Rundkessels angeschlossen.

Rohrwandanker, mit Stiftschrauben (auch Bodenanker, Längsanker genannt); möglichst lang zu machen, um die Bewegungen der Rohrwand ohne Gefährdung der Verbindung zuzulassen. Meistens sind 6 bis 9 Bodenanker in einem Lokomotivkessel vorhanden. Ihr Abstand voneinander beträgt 120 bis 170 mm. Man benutzt den Rohrwandanker zur Verbindung zwischen der Rohrwand unterhalb der Heizrohre und dem unteren Umfange des Langkessels. An einem Ende ist er am Langkessel angenietet, am anderen mit kurzen Stiftschrauben oder mit längeren angebohrten Schrauben (ähnlich dem Stehbolzen) mit der Rohrwand verbunden.

Stehbolzen; bezeichnet alle aus Rundstäben mit Gewinde an den Enden versehenen Verankerungen zwischen Stehkessel und Feuerbüchse, gleichviel, ob sie wagrecht, senkrecht oder schräg angeordnet

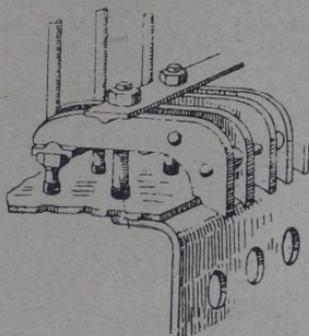


Abb. 62. Biegelanker.

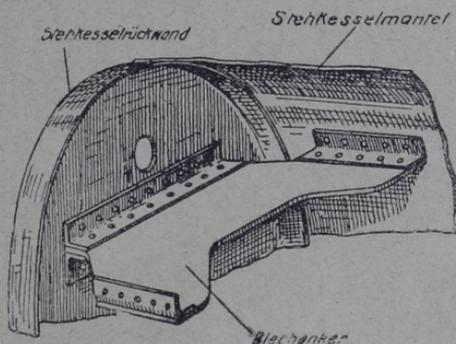


Abb. 63. Plattenanker.

sind. Man unterscheidet Seitenstehbolzen (meist kurzweg Stehbolzen genannt) und Deckenstehbolzen (bisher fälschlich Deckenanker genannt). Ihre Herstellung geschieht aus vollgewalzten oder zur Ersparung des Anbohrens aus hohlgewalzten Stäben. Als Baustoff für Seitenstehbolzen dient in der Regel Kupfer, seltener Flußeisen oder Schweißeseisen (stets in Amerika). Deckenstehbolzen werden immer aus Flußeisen ausgeführt. Die oberen etwa sechs Reihen, also die nicht in der Feuerzone gelegenen, sind häufig aus Mangankupfer, da dieser Baustoff höhere Festigkeit besitzt und sich stärker auf Biegung beanspruchen läßt als gewöhnliches Stehbolzenkupfer. Mangankupfer unterliegt dem Abbrennen mehr als Stehbolzenkupfer (Hüttenkupfer) und ist deshalb auszuschließen für die bis 500 mm über dem Rost und die nahe der hinteren Abgrenzung des Feuerschirmes gelegenen Feuerbüchsteile. Manchmal werden allerdings alle Stehbolzen aus Manganbronze hergestellt; doch brennen dann in der Feuerzone die Köpfe leicht ab. Als Beanspruchung nehme man für Kupferstehbolzen:

| | | | | | |
|-------------------|------|------|------|------|----------|
| Temperatur = 0° | 100° | 200° | 300° | 450° | 480° C |
| Festigkeit = 23,1 | 21,9 | 18,5 | 15,3 | 8 | 0 kg/qcm |

Bei Eisenstehbolzen ist zulässig für Flußeisen eine Festigkeit von 34 bis 41 kg/qcm und eine Dehnung von 25 %, für Schweißeisen eine Festigkeit von 32 bis 40 kg/qcm und eine Dehnung von 20 %.

Gewöhnlich ist der Stehbolzendurchmesser für Kupfer im Gewinde 26 bis 30 mm (Eisen nur 23 mm), im Kern oder Schaft 21 bis 24 mm. Bei der Deutschen Reichsbahn ist der Stehbolzendurchmesser 21/26 mm. Meist verjüngt (kegelförmig), unter einer Neigung 1 : 200 werden die Stehbolzen eingeführt, da sie so von außen leichter einzubohren sind und eine bessere Abdichtung erreichbar ist. An beiden Enden sind sie angebohrt (wenn nicht hohl-gewalzt), um ein Brechen der Bolzen durch Wasseraustritt zu be-merken. Im mittleren Teil wird das Gewinde weggedreht, um das Ansetzen von Kesselstein eher zu verhüten. Wird die Bohrung ganz durchgeführt, so bekommt man eine geringe Zuführung von Frischluft in den Feuerraum und damit eine Verringerung der Rauchentwicklung. Solche Stehbolzen werden außen zugehämmert. Zylindrische, hohl-gewalzte Kupferstehbolzen werden bei den neuen Heißdampfkesseln der preußischen Staatsbahnen verwendet. Teilung der Stehbolzen 80 bis 115 mm; sie nimmt ab mit wachsendem Betriebsdruck. Die Deutsche Reichsbahn schreibt eine Stehbolzenteilung vor von nicht mehr als 90 mm.

Bewegliche Stehbolzen werden angewendet, um größere Nachgiebigkeit zu erzielen. Man erreicht z. B. eine Beweglichkeit, indem man den Stehbolzen mit einer besonderen, in den Feuerbüch-s-mantel eingeschraubten Büchse künstlich verlängert. Manchmal ruht der Bolzen mit einer an der Auflagestelle kugelförmig gestalteten Mutter beweglich auf der Verlängerungsmutter. Ein dichter Abschluß nach außen wird durch eine übergeschraubte Kappe erzielt (Bau-arten „Nixon“ und „Busse“). Um die Biegungsfähigkeit durch beson-dere Formgebung zu erhöhen, können die Bolzen durch Aufschlitzen in eine Anzahl gleichlaufender Stäbe zerlegt werden (Bauart „Stone“).

2. Langkessel. (Rundkessel.)

a) Allgemeines.

Innerer mittlerer Durchmesser in Europa 1600 bis 2000 mm. In den V. St. v. A. sind Durchmesser ausgeführt worden von 2590 mm für die D+D-Bauart der Baltimore- und Ohiobahn, sowie von 2750 mm für die 1D+D+D1-Gelenklokomotive der Eriebahn.

Baustoff des Langkessels ist Flußeisen von $k_z = 36$ bis 44 kg/qmm und mindestens 25 % Dehnung; im Ausland häufig $k_z = 40$ bis 50 kg/qmm, Dehnung mindestens 20 %. Breite der Bleche 1,6 bis 3,0 m. Langkessel, statt aus den früher üblichen drei, häufig nur aus zwei längeren Ringen (Kessel der Bauart Ps) oder aus einem Ring (Kessel der Lokomotive für Halberstadt-Blankenburg). Die Bleche sind mit der Walzrichtung senkrecht zur Kesselachse zu legen. Stärke der Bleche 14 bis 20 mm.

Rundnähte (Quernähte) teils überlappt (teleskopartig), mit zwei-reihig versetzter Überlappungsnietung, teils mit aufgelegten Rin-gen gelascht und stumpf gegeneinander gestoßen. Dadurch ent-steht der Vorteil, daß alle Kesselschüsse denselben Durch-messer haben, daß die Übergreifstellen der Bleche fortfallen (weniger Kesselanfressungen) und daß man eine große verdampfende Wasser-

oberfläche und einen größeren Dampfraum erhält. Längsnähte sind doppelt gelascht, seltener geschweißt (weniger Gewicht wegen Fortfallens der Laschen, aber teurer) oder nahtlos gewalzt (nach Erhardt).

Länge des Langkessels (zwischen Feuerbüchse- und Rauchkammerrohrwand gemessen) hängt mit der Heizrohlänge zusammen. Sie ist im allgemeinen 4 bis 5 m, erreicht aber bei neuen vielachsigen Lokomotiven in Europa 6,0 m, in den V. St. v. A. sogar 8,5 m.

Dampfspannungen bei einstufiger Dehnung in der Regel 12 bis 14 at, bei zweistufiger Dehnung bis 16 at.

Wenn s = Blechstärke in mm, D = größter innerer Kesseldurchmesser in mm, p = größter Kesseldruck in kg/qcm, k_z = Zugfestigkeit des Baustoffes (Flußeisen) = 36 bis 44 kg/qmm, z = Mindestfestigkeit der Längsnaht zur Zugfestigkeit des Bleches $\cong 0,75 k_z$ und x die Größe, wie auf S. 108 angegeben, so ist $s_{\text{mm}} = D \cdot \frac{p \cdot x}{200 \cdot k_z \cdot z} + 1$.
Wenn z. B. $D = 1600$, $p = 13$, so wird bei $x = 4,0$ und $k_z = 37 \text{ kg/qmm}$ Blechstärke $s \cong 16 \text{ mm}$.

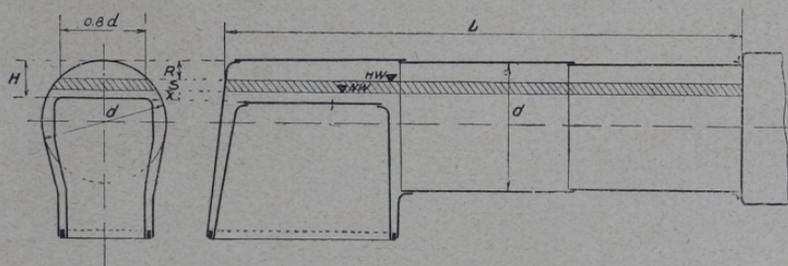


Abb. 64/65. Kessellage bzgl. Speiseraum, Dampfraum und Verdampfungsoberfläche.

b) Langkessellage.

I. Bezogen auf den Hinterkessel.

a) Speiseraum und Dampfraum (Abb. 64).

X = Abgrenzung des niedrigsten Wasserstandes über der höchsten wasserbedeckten Stelle der Feuerbüchse; S = Abgrenzung des Speiseraumes im Langkesselquerschnitt; R = Abgrenzung des Dampfraumes im Langkesselquerschnitt; d = innerer Kesseldurchmesser.

X ist nach T. V. § 93,2 mindestens 100 mm. S ist möglichst groß auszuführen; gewöhnlich wird $S = 120$ bis 180 mm. Je größer S , um so größer ist der Wärmespeicher (also viel Dampf). R darf bei dem höchsten Wasserstand (HW) nicht zu klein sein, damit der Dampf nicht zu naß ist. Bei überhöhten Stehkesseln („Belpaire“ oder konischer Schuß) wird R im Langkessel gerechnet. Bei Kesseln ohne Dampfdom ist $R = d/5$ bis $d/6$, bei Kesseln mit Dampfdom $d/6$ bis $d/7$. Hiernach ergibt sich bei $d = 1,3$ bis 1,8 m ein $H = 450$ bis 550 mm. Ist z. B. $d = 1,8$ m, so ist $R \cong d/6 = 300 \text{ mm}$ und $H = R + S + X = 300 + 150 + 100 = 550 \text{ mm}$.

β) Verdampfungsoberfläche O (Abb. 65).

Ausgeführt wird $O \cong 8$ bis 10 qm. Zwecks Berechnung ist zu setzen: Verdampfungsoberfläche $O \cong 0,8d + L$, worin d der innere mittlere Kesseldurchmesser und L die gesamte Kessellänge, gemessen im Kessel auf NW bis zur vorderen Rohrwand.

Beispiel: Für den Lokomotivkessel der P_8 ist $O = 9,5$ qm, Wasserinhalt im Kessel $6,5$ cbm und Dampfraum im Kessel $2,44$ cbm. Bei $\mathfrak{D}/H_w = 55$ kg ist $\mathfrak{D} = 146,28 \times 55 = 8045$ kg/st, da $H_w = 146,28$ qm.

Es ist also $\frac{\mathfrak{D}}{O} = \frac{8045}{9,5} \cong 846$ kg/qm stündlich, d. h. 1 qm Verdampfungsoberfläche erzeugt in 1 Stunde 846 kg Dampf, also in 1 Sekunde $0,235$ kg. Da das spezifische Volumen des Dampfes von 13 at $= 0,15565$, so kommen aus 1 qm Verdampfungsoberfläche in 1 Sekunde

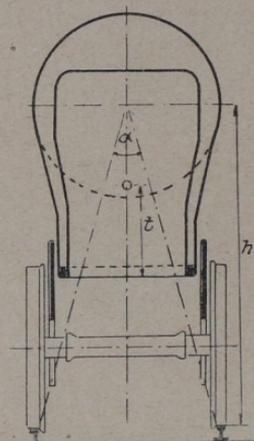


Abb. 66. Kessellage bzgl. Schienen-Oberkante

$0,235 \times 0,15565 = 0,0366$ cbm = $36,6$ Liter Dampf. Das Dampfgewicht von $2,44$ cbm Dampf von 13 at ist $2,44 \times 6,425 = 15,677$ kg. Danach ist der Dampfinhalt des Kessels verzehrt nach $15,677 : (9,5 \times 0,235) \cong 7,0$ Sek.; der Wasserinhalt des Kessels ist verdampft in $6,5 : 8,045 \cong 0,808$ Stunden $\cong 48,5$ Minuten.

II. Bezogen auf Schienen-Oberkante.

Zur Bestimmung der Höhenlage dient zunächst das Maß t (Abb. 66). Es darf nicht zu klein sein, damit die Heizrohre nicht zu dicht über dem Feuer liegen. Höhe h ist bei regelspurigen Lokomotiven von Kesselmitte bis S. O. gewöhnlich $2,7$ bis $3,0$ m, d. h. Winkel $\alpha \cong 29^\circ 40'$ bis $26^\circ 50'$. Dieser Winkel α ist etwa auch bei Maschinen anderer Spurweiten zugrunde zu legen. Da aber die Umdrehungszahl bei Schmalspurlokomotiven geringer ist als bei regelspurigen, so kann Höhe h bei Schmalspurlokomotiven relativ auch größer angenommen und dann Winkel α kleiner als eben angegeben gewählt werden.

Man mache h möglichst groß; denn nach dem Pendelgesetz macht ein kürzeres Pendel in der Zeiteinheit schnellere Schwingungen (wirkt bei Lokomotiven schädlich) als ein längeres. Ferner wird durch ein größeres h — gegenüber einem kleineren — eher vermieden, daß die Außenschiene stark in Krümmungen belastet wird und so ein Entgleisen der Lokomotive stattfindet. Ausgeführte Kesselhöhen h bei regelspurigen Lokomotiven sind:

a) Lokomotiven der preußischen Staatsbahn

$h = 2,7$ m bei der G_8^1 , $h = 2,75$ m bei der S_0 , $h = 2,8$ m bei der S_{10}^2 ,
 $h = 3,0$ m bei der G_{12} ;

β) Lokomotiven anderer Bahnen

$h = 2,925$ m 1C1-Heißd. Zw. für die Orientalische Bahn (Hanomag),
 $h = 2,95$ m 1D1-4 Zyl. Heißd. Verb. für Sachsen (Hartmann),
 $h = 3,0$ m 1F-4 Zyl. Heißd. Verb. für Württemberg (Eblingen);
 $h = 3,2$ m 2C-Heißd. Zw. für die Moskau-Kasan-Bahn, 1524 mm Spur
 (Kolomna);
 $h = 3,023$ m 2C1-Heißd. Zw. für die Pennsylvania-Bahn,
 $h = 3,22$ m 1D+D+D1-6 Zyl. Heißd. Verb. für die Eriebahn.

c) Heizrohre.

Heizrohre dienen zum Unterbringen des größten Teiles der Heizfläche. Sie sind in Deutschland glatt und aus Flußeisen hergestellt, meist nahtlos geschweißt (bisweilen mit kupfernen Vorschuhlen). Messingrohre sind gewöhnlich in England und Italien gebräuchlich; sie sind schwerer und teurer als Eisenrohre, leiten aber die Wärme besser. In Frankreich und Italien verwendet man vielfach innen geprippte Rohre (Serve-Rohre).

Folgende Heizrohrarten werden angewendet:¹⁾

dünne und glatte wandige Rohre, 2 und $2\frac{1}{2}$ mm Wandstärke, $d_i/d_a = 39/44, 40/44, 40/45, 41/46, 43/48, 45/50, 46/50, 47/52, 50/55$; Serve-Rippenrohre, $2\frac{1}{2}$ mm Wandstärke, $d_i/d_a = 45/50, 50/55, 55/60, 60/65, 65/70, 70/75$; gewellte Rohre, 2,75 bis 3,75 mm Wandstärke, d_i/d_a bis 68,5/76; dickwandige Ankerrohre (bei größeren Kesseln), 5 bis 8 mm Wandstärke, $d_i/d_a = 34/50$, und zwar werden 4 bis 6 Stück in die Siederohrbündel eingezogen, um Ausbeulungen der Rohrwände zu vermeiden.

Rohranzahl n etwa 150 bis 280; doch hat man auch bis 500
 (V. St. v. A.). $n = \frac{H_{gz} - H_d}{d_i \cdot \pi \cdot l}$, worin H_{gz} die gesamte wasserverdampfende feuerberührte Heizfläche, H_d die Heizfläche in der Feuerbüchse. Bei gleicher Rohrlänge gibt kleineres d_a und größeres n eine größere Heizfläche als größeres d_a und kleineres n . Die Stegstarke in der Feuerbüchsenrohrwand zwischen den Rohren sind 16 bis 18 (23) mm; sie sind um so größer, je schwächer die Rohrwand ist.

Rohrlänge $l \cong 100 d_i$.

| | | | |
|-----------------------|--------------|---------------------|-------|
| Bei Rohrlänge l bis | 4,5 m | ist d_a höchstens | 46 mm |
| " " | 1 etwa 5,0 m | " " " | 50 mm |
| " " | 1 " 6,0 m | " " " | 57 mm |
| " " | 1 bis 7,0 m | " " " | 63 mm |

¹⁾ d_i = innerer, d_a = äußerer Rohrdurchmesser.

l muß gewählt werden mit Rücksicht auf die nach der Achsanordnung beabsichtigte Gesamt-Kessellänge und mit Rücksicht auf die gute Ausnutzung der Heizgase. In der Regel ist $l = 4$ bis 5 m. Die neueren vielachsigen Lokomotiven haben Rohrlängen bis $6,0$ m, die in den V. St. v. A. bis $8,5$ m. Sehr lange Rohre werden durch eine Zwischenwand zur Vermeidung zu starken Durchhanges abgestützt. Denn durch das Schwingen beim Fahren werden die Einwalzstellen frei durchhängender Rohre undicht. Enge, lange Rohre verstopfen sich leicht und erschweren die Reinigung. Bei sehr langen Rohren ist vorn die Abkühlung der Gase zu groß, daher sind allzu lange Rohre (über 6 m) unvorteilhaft.

Serve-Rohre (Abb. 67) bieten eine bessere Wärmeausnutzung; allerdings ist besserer Brennstoff als bei glatten gewöhnlichen

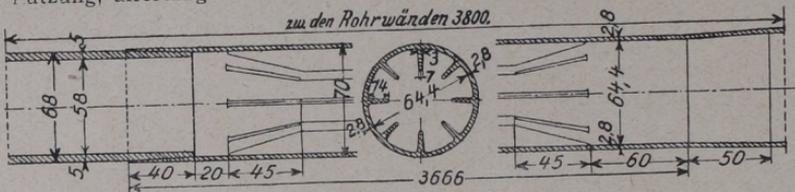


Abb. 67. Serverohr.

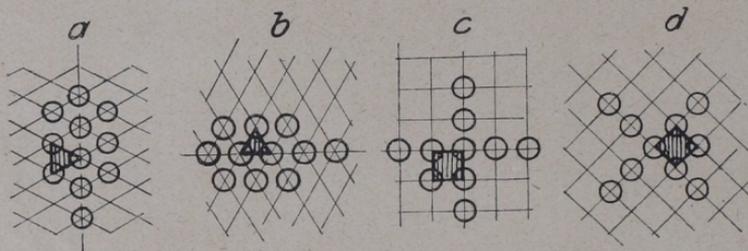


Abb. 68. Siederrohrteilungen.

Heizrohren notwendig. Sie leiden auch nicht so sehr durch Erschütterung als gewöhnliche Rohre, weil sie sehr steif sind. Das gewellte Heizrohr¹⁾ hat geringeres Gewicht und weniger Steifigkeit als das gewöhnliche Rohr. Es besitzt schraubenförmig um die Rohre laufende Wellen, wodurch seine Heizfläche vergrößert wird. Infolge Drehbewegung der Rauchgase findet in ihm eine gute Wärmeausnutzung statt. Beide Bauarten haben den Nachteil, daß sich Flugasche ansetzt; außerdem sind sie schwerer zu reinigen. Die Rauchrohre rechnen zur wasserverdampfenden Heizfläche. Ihr Durchmesser ist bei der deutschen Reichsbahn gewöhnlich $106/124$ mm.

Die Siederrohrteilung tr ist allgemein eine gleichseitige Dreiecksteilung mit senkrecht angeordneten Rohrreihen (Abb. 68 a und Abb. 69); seltener eine gleichseitige Dreiecksteilung mit waagrecht angeordneten Rohrreihen (Abb. 68 b) oder eine quadratische Teilung

¹⁾ In Schweden vielfach eingeführt,

d) Dampidom.

Sein Zweck ist die Erzielung möglichst trockenen Dampfes, sowie die Vergrößerung des Dampfraumes. Man will einen Raum schaffen, wo man, weit vom Wasserspiegel entfernt, den Dampf entnehmen kann. Wenn nicht Belastungsverhältnisse es anders verlangen, ist der Dom möglichst auf dem hinteren Ende des Langkessels anzubringen. Durchmesser des Domes etwa 600 bis 750 (900) mm; Höhe so groß, wie sie der Umgrenzungsraum für die feststehenden Lokomotivteile zuläßt. Dominhalt J ist das 2- bis 4fache des Zylinderinhaltes (Zwillingswirkung) bzw. des Niederdruckzylinderinhaltes (Verbundwirkung). Dominhalt möglichst groß, um möglichst trockenen Dampf zu erhalten. Der Kesselausschnitt für den Dom wird versteift durch einen aufgenieteten Ring vom halben Querschnitt des herausgeschnittenen Stückes oder durch Unternieten eines Blechkranzes von Kesselblechstärke unter dem Fuß des Domes.

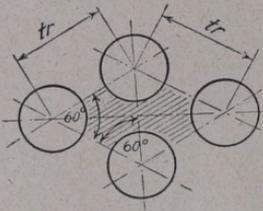


Abb. 69. Siederohranordnung in gleichseitiger Dreiecksteilung mit senkrecht angeordneten Rohrreihen.

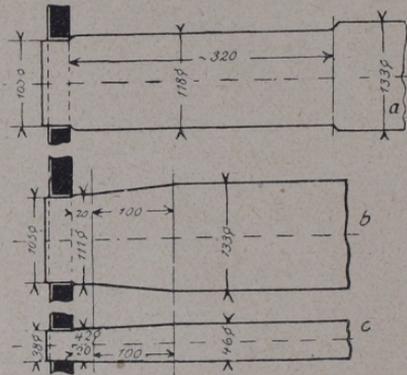


Abb. 70. Rohrbefestigungen.

Außer dem Regler befindet sich im Dom ein Sprühblech oder eine Haube zum Abscheiden des vom Kesseldampf mitgerissenen Wassers; ferner zuweilen ein Dampfreiniger. Früher bestanden die Wasserabscheider nur aus einer gelochten Blechplatte oder aus zwei übereinander gestülpten Zylindern, von denen der äußere oben geschlossen ist. Bei dem Wasserabscheider (Entwässerungskappe) in Abb. 71¹⁾ sammeln sich die durch Umlenkung des Dampfes ausgeschiedenen Wasserteile in Wasserfangrinnen, aus denen sie ungestört durch den Dampfstrom ablaufen können. Die Rinnen können in einfachster Weise angenietet oder angelötet werden. Um den Abfluß zu erleichtern, ist es zweckmäßig, den ganzen Wasserabscheider etwas schräg nach hinten zu stellen, und zwar genügt eine Schrägstellung um etwa 5 bis 10 mm, damit auf wagerechten Strecken das Wasser sicher abfließen kann.

¹⁾ D. R. G.-M. 332 065 der Hanomag.

e) Regler.

Seine Lage ist meistens möglichst hoch im Dom. Schmiervorrichtung oben auf dem Dom. Organe zum Reglerabschluß sind Schieber oder Ventile; beide Arten sind stets entlastet. Vorteil der Ventile gegenüber Schieber ist, daß keine Ölung nötig, daß geringere Arbeit beim Öffnen, daß die Herstellung und Bearbeitung (nur Drehbank) billiger und daß vollständige Entlastung des Öffnungsorgans stattfindet (dadurch leichte Beweglichkeit und Bedienung).

Ventilregler gingen von Amerika aus. Man baut — gegenüber den früheren einfachen Sitzventilen — meist nur Doppelsitzventile z. B. Bauarten „Strnad“, „Zara“, „Schmidt und Wagner“. Schwierig dabei ist, guten Dampfabschluß der Regler zu erhalten und die Dampfentnahme zu regeln, da einem ganz geringen Ventilhube ein großer Öffnungsquerschnitt entspricht (plötzliche

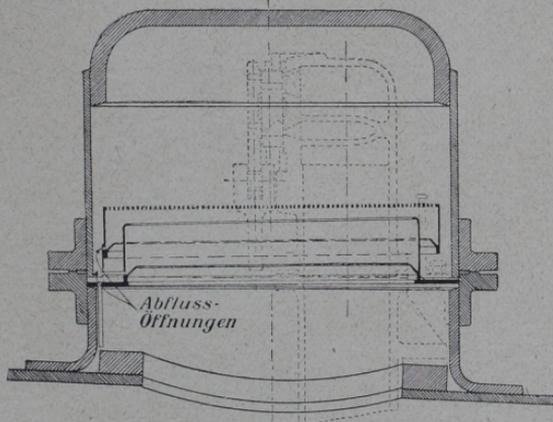


Abb. 71. Wasserabscheider.

Öffnung für Dampfeintritt). Größter Querschnitt¹⁾ etwa 0,04 bis 0,08 des Zylinderquerschnittes. Bei voller Fahrt Dampfgeschwindigkeit im Regler nicht größer als 60 bis 80 m/sek, wonach die Regler-Durchgangsläche und der Rohrleitungsdurchmesser zu bestimmen sind. Hub des Reglerventils 60 bis 80 mm; Durchmesser des Dampfknierohres 80, 100, 120 mm bei Kleinbahnlokomotiven, 100, 120, 140, 150 mm (bis 210 mm in Amerika) bei regelspurigen Lokomotiven.

Ventilregler Bauart „Zara“ (Abb. 72). Findet Verwendung hauptsächlich in Italien, Frankreich, Schweiz, Österreich und Japan. Das Hauptventil a besitzt einen Entlastungskolben, der jedoch einen etwas kleineren Durchmesser hat als seine zylindrische Führung im Kopfe des Reglers. In drei aufeinanderfolgenden, voneinander ab-

¹⁾ Langrod, Glasers Annalen 1906, Januar, S. 3.

gegenzten Abschnitten erfolgt die Entnahme des Dampfes. Zunächst wird das auf dem Hauptventil a sitzende Entlastungsventil b angehoben; der einströmende Dampf bleibt teilweise in der Entlastungskammer c unterhalb des Kolbens und entlastet das Hauptventil a, während der andere Teil nach dem Standrohr d übertritt; hierbei nimmt er durch den Ringspalt zwischen dem Entlastungskolben und seiner Führung, sowie durch die Entwässerungsöffnung der Entlastungskammer seinen Weg zum Standrohr d. Sodann beginnt das Anheben des nun entlasteten Hauptventiles a, wobei infolge der Ventilgestaltung nur eine kleine Öffnung mit veränderlichem Querschnitt freigegeben wird. Dann erst hebt sich das Hauptventil a vollständig.

Ventilregler „Schwedische Bauart“ (Abb. 73). In das Reglergehäuse ist ein Ventilkolben eingesetzt, der oben in einem einsitzigen Hauptventil endigt und unten den eigentlichen, mit Dichtungsring versehenen Kolben trägt. Letzterer ist hohl und oben durch ein

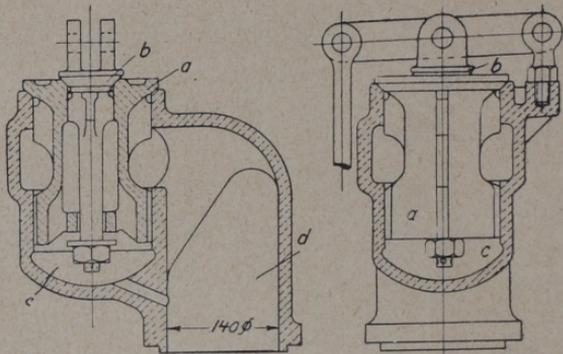


Abb. 72. Ventilregler Bauart „Zara“.

kleines Entlastungsventil geschlossen. Sowohl Ventilkolben als auch Entlastungsventil sind durch Bolzen an einer Stange verbunden. Letztere ist wiederum durch einen Hebel mit der Reglerstange verbunden. Der Bolzen hat einen kleinen Spielraum in der Bohrung des Auges am Ventilhal. Hierdurch wird erreicht, daß beim Öffnen des Reglers das Entlastungsventil zuerst angehoben wird. Damit strömt Dampf durch den Kanal des Ventilkolbens unter den Kolben, so daß über dem Hauptventil und unter dem Kolben der gleiche Druck herrscht. Es ist also der ganze Ventilkolben entlastet. Bei weiterer Betätigung des Reglers kann nunmehr das Hauptventil geöffnet werden. Beim Schließen des Reglers schließt sich zuerst auch wieder das Entlastungsventil, dann erst wird der Ventilkolben niedergedrückt, bis das Hauptventil dicht schließt. Der auf dem Entlastungsventil ruhende äußere Dampfdruck wirkt hierbei ebenfalls entlastend. Der in der Bohrung des Kolbens und unter demselben befindliche Dampf kann dadurch abströmen, daß beim Senken des Ventilkolbens der Dichtungsring hochgehoben wird, wobei eine 2,5 mm breite Öffnung entsteht. Hierdurch kann der Dampf in das Reglergehäuse und weiter nach den Zylindern abströmen.

Ventilregler Bauart „Schmidt und Wagner“, angewandt bei allen Lokomotiven der preußischen Staatseisenbahnen. Man unterscheidet allgemein drei verschiedene Bauarten: eine ältere, die nicht mehr ausgeführt wird, eine neuere verbesserte Ausführungsform (seit Sommer 1915), die heute in den Lokomotiven der preußischen Staatseisenbahnen größtenteils eingebaut wird, und eine neueste aus dem Jahre 1920.

Wird beim Öffnen des Reglers das Entlastungsventil von seinem Sitz im Hauptventil so weit abgehoben, daß die Dampfausströmung aus der Entlastungskammer durch den Ringspalt zwischen dem Konus und seiner zylindrischen Führung größer ist als die Zuströmung durch die Deckelbohrung aus dem Kessel nach dem Entlastungsraum, so entsteht auf der oberen Seite des Entlastungskolbens ein Unterdruck.

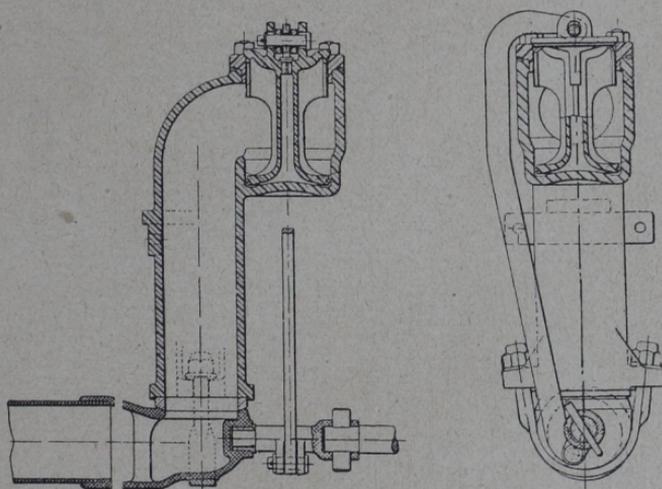


Abb. 73. Ventilregler „Schwedische Bauart“.

Infolgedessen hebt der auf der unteren Seite vorhandene Überdruck das Hauptventil vom Sitz ab und verkleinert dadurch den vom Konus vorher freigelegten Ringspalt für den Ausfluß des Dampfes aus der Entlastungskammer so weit, bis der Frischdampfzufluß in die Entlastungskammer und der Ausfluß einander gleich sind. In dieser Lage des Hauptventils sind dann alle auf dasselbe zur Wirkung kommenden Kräfte ausgeglichen, und es verharrt in dieser Gleichgewichtslage, so lange es nicht durch eine weitere Bewegung des Hilfsventils gestört wird. Wird letzteres mehr geöffnet, so folgt das Hauptventil dieser Bewegung ebenso sicher, als wenn es mechanisch fest mit der Spindel verbunden wäre.

Neuere Ausführungsform (Abb. 74). Unterscheidet sich von der älteren nur durch die Gehäuseform. Nach Abheben des Domdeckels können die arbeitenden Teile des Reglers untersucht werden, ohne ihn vom Dampf-Einstromrohr loszuschrauben.

Die Bewegungsrichtung des Rohrschiebers B ist umgekehrt gegenüber der älteren Bauart; demgemäß ändert sich auch die Dampfzuführung. Die neuere Ausbildung des Reglers bedeutet gegenüber der älteren eine ganz bedeutende Raumersparnis. Der Dom, der durch die ältere Bauart etwas verbaut wurde, ist hier ebenso zugänglich, wie bei jedem Flachschieberregler. Ferner wird bei der neuen Ausbildung die Untersuchung erleichtert und der Rohrschieber

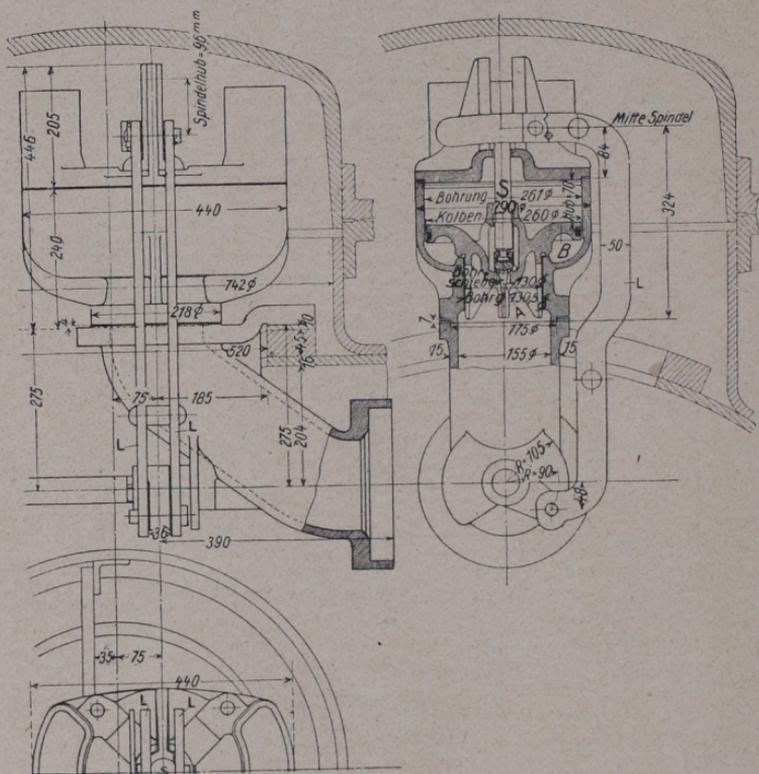


Abb. 74. Ventilregler Bauart „Schmidt und Wagner“.

durch Eigengewicht auf Schließen (früher auf Öffnen) beeinflusst. Die Verbindung von Hilfsventil A und Spindel S geschieht auf die Weise, daß das mit einer T-förmigen Einfräsung versehene Hilfsventil A in die Spindel S eingehakt ist. Dadurch kann sich das Hilfsventil (bei der älteren Anordnung verschraubt) nicht von der Spindel lösen, wodurch sonst der Regler zum Schließen gebracht wurde und sich nicht mehr öffnen konnte. Durch den Laschenbügel L steht das Hilfsventil A mit der Reglerwelle in Verbindung. Um die erforderliche Verstellbarkeit in der Verbindung zwischen Spindel S und Laschenbügel L mit der Reglerwelle zu erreichen, so daß bei geschlossenem

Regler zwischen Reglerhandhebel für den Führer und dem Ausschlagknaggen (wie bei dem älteren Regler) am Gleitbügel ein Spielraum von 5 mm vorhanden ist, hat, zwecks einfacheren Einbaues, Laschenbügel L verschiedene Umstecklöcher für den Bolzen zur Verbindung der Reglerspindel S mit dem Laschenbügel L.

Die Neueste Ausführungsform¹⁾ sitzt in der Überhitzerkammer, und zwar in der Heißdampfkammer. Auf diese Weise sind die Überhitzerrohre ständig mit Dampf gefüllt, so daß beim Öffnen des Reglers sofort jederzeit mit Heißdampf gefahren werden kann und ferner die Hilfspumpen mit Heißdampf betrieben werden können.

3. Rauchkammer.

a) Allgemeines.

Ihr Durchmesser wird (wegen guter Verbindung der Rauchkammer mit dem Langkessel) etwas größer gewählt als der des vordersten Kesselschusses. Ist die Rauchkammer nicht verkleidet, so macht man (wegen besseren Aussehens) ihren äußeren Durchmesser gleich dem der Langkesselverkleidung. Die in den vordersten Kesselschuß eingebaute Rohrwand ist gewöhnlich mit Flansch nach der Rauchkammer zu gerichtet. Bei Heißdampflokomotiven mit Schmidt'schem Überhitzer und bei Lokomotiven englischer Bauart wird die Rohrwand in der Regel vorgesetzt und durch einen Winkelring mit dem Langkessel verbunden. Wenn die Rauchkammer einteilig und ohne eine Innenlasche, so ist die Blechstärke 10 bis 15 mm; das untere Blech ist bei zweiteiliger Rauchkammer 12 bis 18 mm; bei Barrenrahmen hat man Blechstärken bis zu 23 mm.

Zweck der Rauchkammer (Abb. 75, für englische Bauart) ist die Erzeugung des zur Verbrennung nötigen Vakuums, die Zusammenführung der Rauchgase, das Ansammeln der Lösche, die Unterbringung der verschiedenen Rohre (Blasrohr, Ein- und Ausströmrohre, Überhitzer) und des Funkenfängers. Hiernach ist die Größe der Rauchkammer bemessen. Ihre Länge war früher nur 0,6 bis 0,8 m, ist aber heute größer, sogar bis zu 3,3 m. Mit zunehmender Rauchkammergröße wird die Gleichmäßigkeit des Vakuums erhöht und der Funkenflug vermindert. Auch ist die Rauchkammergröße abhängig von der Zylinderlage, besonders bei Vierzylindermaschinen. Vorderer Abschluß der Rauchkammer durch ein Stirnblech, das mittels Winkelring mit dem Mantel verbunden und nach außen umgebördelt ist. Es dient als Auflager für die Rauchkammertür. Am Boden befindet sich meist ein Aschfalltrichter; zum Löschen dient ein besonderes Spritzrohr vorn über der Tür. Letztere muß so groß sein, daß alle Rohre leicht eingebracht werden können.

b) Ein- und Ausströmrohre.

Baustoff der Einströmrohre nur Flußeisen, in Amerika Gußeisen; Kupfer würde zu leicht durch Dampf zusammengedrückt, durch den hoch überhitzten Dampf bei Heißdampflokomotiven zerstört werden. Die Einströmrohre beginnen am Kopf des Reglers, haben etwa 6 mm Wandstärke und eine lichte Weite von 100 bis 160 mm, so daß die Dampfgeschwindigkeit in ihnen höchstens 50 bis 70 m/sek beträgt. Sie teilen sich in der Rauchkammer durch das Kreuzrohr

¹⁾ Seine Bewährung ist noch nicht festgestellt.

(bei Zwillinglokomotiven) oder durch ein gewöhnliches Knierohr (bei Verbundlokomotiven). Bei Heißdampf findet die Dampfentnahme aus dem Überhitzerkasten statt. Bei Zwillinganordnung haben die beiden Einströmröhre in der Rauchkammer etwa 90 bis 150 mm Durchmesser; bei Verbundanordnung haben die Überströmröhre (gleichzeitig Verbinder) eine Weite von etwa 140 bis 170 mm. Möglichst große Krümmungshalbmesser der Röhre sind notwendig, damit

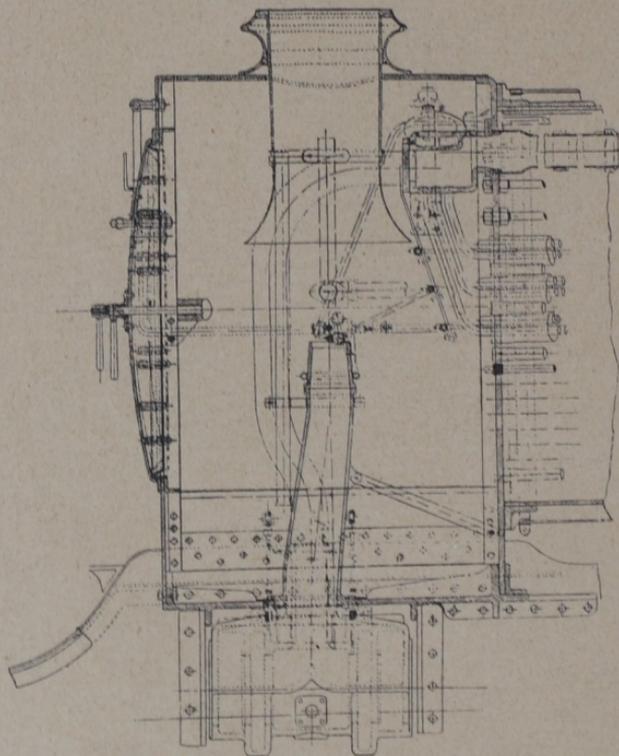


Abb. 75. Rauchkammer einer englischen Lokomotive.

die Rohrverbindungen bei den hohen Wärmegraden dicht halten und kein zu großer Druckverlust auf dem Wege zum Schieberkasten eintritt.

Baustoff der Ausströmröhre ebenfalls Flußeisen. Sie haben bei 4 bis 5 mm Wandstärke eine lichte Weite von etwa 130 bis 200 mm. Knierohr und Kreuzrohr sind gewöhnlich aus Gußeisen. Werden Ausströmröhre als Standrohr ausgebildet (mit elliptischem Querschnitt, um möglichst wenig Heiz- bzw. Rauchrohre zu verdecken), so werden sie aus Gußeisen hergestellt. Bei den durch die Rauchkammer durchgehenden Röhren empfehlen die preussischen Staatsbahnen eine Ab-

dichtung mit Kupferstulpen oder ein Anlöten (nicht Schweißen) von Schutzhülsen.

c) Funkenfänger.

In § 97 der T. V. heißt es: „Wenn die Beschaffenheit des Heizstoffes es erfordert, sind die Lokomotiven mit einer Vorrichtung zu versehen, die den Auswurf glühender Kohle aus dem Schornstein zu verhüten bestimmt ist“. Man beurteilt die Notwendigkeit des Funkenfängers nach der Feuergefährlichkeit für die Nachbarschaft, nach der Art des Brennstoffes und nach der des Betriebes. Der Funkenfänger kann in der Rauchkammer, im Schornstein oder im Kopf oben am Schornstein liegen. Man führt ihn aus als Sieb oder Flechtwerk, man setzt ihn aus Stangen zusammen, aus gelochten Blechplatten, oder man baut ihn als Ablenkvorrichtung (Lenkplatten). Hiernach sind

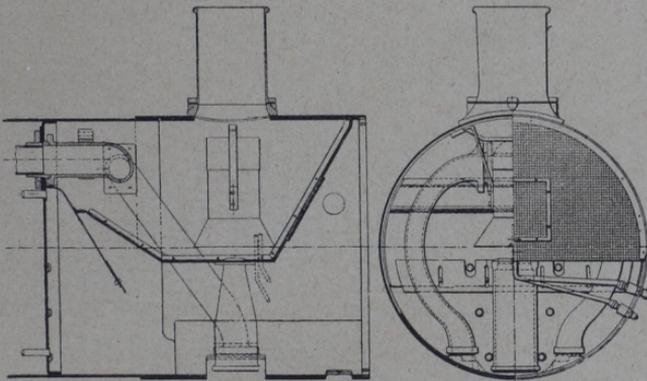


Abb. 76. Amerikanischer Funkenfänger.

etwa folgende Ausführungen bekannt: Adelsberger, Holzapfel, Prüßmann, Krauß, Lehmann, Orenstein & Koppel, Struve, Vulkan, Bauart „Breslau“, Amerikanische Bauarten (Diaphragma oder Ablenkungsplatte) in Abb. 76.

Als Konstruktionsgründe gelten: der Funkenfänger muß wirksam sein (dies hängt ab von der Größe der Bohrung oder der Siebe); der Luftzug darf nicht zu stark beeinträchtigt werden (indem der Durchgangsquerschnitt des Funkenfängers nicht zu klein gemacht wird); leichte Reinigung bei Verstopfung der Löcher muß möglich sein durch Schütteln oder Abnehmen des Funkenfängers; der Funkenfänger muß beim Anheizen teilweise herausnehmbar sein; möglichste Abhängigkeit des Durchgangsquerschnittes von den Füllungen ist notwendig (kleinere Querschnitte bei größeren Füllungen).

Bei der Deutschen Reichsbahn sollen künftig nur noch angewendet werden: verbesserte Korbfunkenfänger Bauart „Holzapfel“ bei tiefliegendem (Abb. 77) und Korbfunkenfänger Bauart „Breslau“ bei hochliegendem Blasrohr (Abb. 78).

Die Bauart des Funkenfängers für Holz einer norwegischen Lokotive¹⁾ (Abb. 79) ist die alte amerikanische²⁾, und ihre Wirksamkeit beruht auf der Fliehkraft. Der Dampfstrahl stößt mit den Abgasen und den Funken gegen einen mit schneckenförmigen Schaufeln versehenen, auf den eigentlichen Schornstein aufgesetzten kegelförmigen Schirm, wird zerteilt und erhält durch die Schaufeln eine schnelle kreisende Bewegung innerhalb der in gleicher Höhe angebrachten trommelartigen Erweiterung des Schornsteines. Die größeren Stücke Holzkohle werden schon beim Anprallen an den Schirm und die Schaufeln zerschlagen, die bleibenden Reste dann durch das Entlanggleiten an den Schornsteinwänden weiter zerkleinert, so daß sie schließlich mit dem Dampfstrom fast staubförmig aus dem Schornstein entweichen. Ähnlich in Bauart und Wirkungsweise ist der in Österreich und Ungarn viel gebräuchliche Funkenfänger, Bauart „Rihosek“.

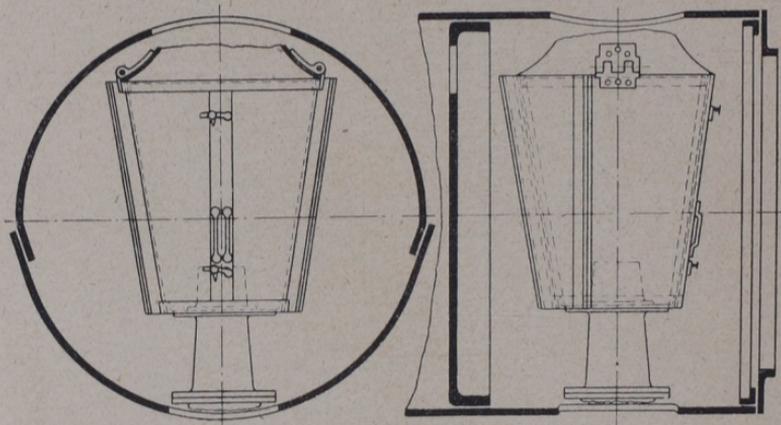


Abb. 77. Funkenfänger Bauart „Holzapfel“.

d) Blasrohr und Schornstein.³⁾

Baustoff des eigentlichen Blasrohrkopfes ist Gußeisen. Das Blasrohr ist die Mündung der Auströmröhre. Die Energie des austretenden Dampfens bewirkt ein Vakuum in der Rauchkammer (50 bis 150 mm WS.) und befördert die Verbrennungsgase mit einer gewissen Geschwindigkeit ($c_s = 40$ bis 60 m/sek) aus dem Schornstein heraus. Form des Blasrohres gewöhnlich kegelförmig mit einer Neigung 1:10. Standort genau in der Achse des Schornsteines. Höhenlage⁴⁾ der Blasrohrmündung gewöhnlich etwas über der obersten Rohr-

¹⁾ Organ, 1919, S. 78.

²⁾ Ähnliche Funkenfänger werden von den Baldwin-Lokomotivwerken, Philadelphia, gebaut (Bauart „Rushton“).

³⁾ Über Blasrohr- und Schornsteinberechnung vgl. Strahl, Organ 1911, S. 321; Z. V. D. I. 1913, S. 1739 und Garbe, II. Auflage, S. 63.

⁴⁾ Vgl. Zus. 26, S. 143.

reihe. Namentlich bei kurzen Schornsteinen befindet sich zum Ausbreiten des Dampfstrahles über der Blasrohröffnung ein meist dreieckiger eiserner Quersteg. Er wird in die Blasrohrmündung eingelassen oder eingeschraubt, um mit nur einer Blasrohrhaube verschiedenen Betriebsverhältnissen (je nach Einsetzen verschieden breiter Querstege) genügen zu können.

Man unterscheidet folgende Bauarten bezüglich der Ausströmöffnung: konstant bleibende Ausströmöffnung (konische oder zylindrische Form, mit oder ohne Steg); veränderliche Einströmöffnung („Froschmaul“, Abb. 80, besonders in Frankreich, Düsenblasrohre, Abb. 81); teilweise Ablenkung des Auspuffdampfes für andere Zwecke (zum Vorwärmen des Speisewassers, für Zugheizung, zwecks Verminderung des Vakuums und des damit verbundenen Funkenfluges); mehrfache Ausströmöffnung; Bauarten mit Einsaugung von Gasen auch von außen. Durch die mittels Handrad und Spindel vom Führer aus verstell-

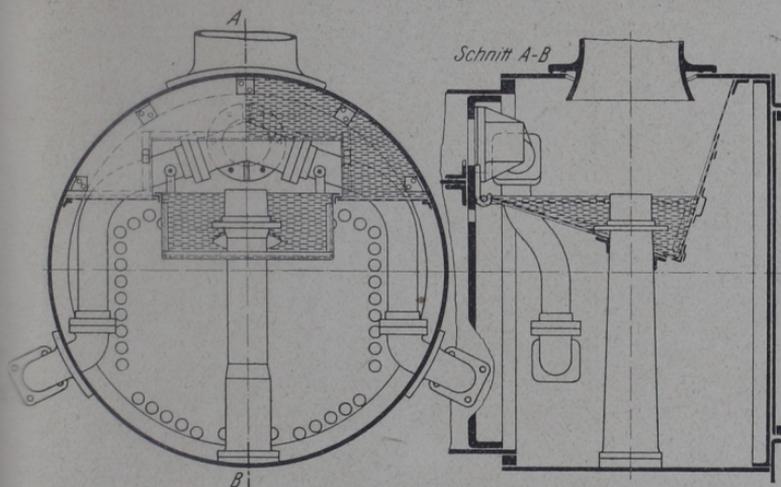


Abb. 78. Funkenfänger Bauart „Breslau“.

baren Düsenblasrohre kann die Feueranfachung nach Bedarf geregelt und, besonders auf starken Steigungen, wo bei verhältnismäßig kleiner Geschwindigkeit große Leistungen verlangt werden, die Kesselleistung etwas erhöht werden.

Die Berechnung von Blasrohrquerschnitten wird angenähert in folgender Weise ausgeführt:

- D = im Kessel erzeugte Dampfmenge in kg/sek,
- R = gesamte Rostfläche in qm ,
- v = spezifisches Volumen in cbm/kg ,
- f_r = Summe aller Siederohr- und Rauchrohrquerschnitte in qm ,
- f_b = lichter Blasrohrquerschnitt an der Austrittsstelle in qm ,
- d_b = lichter Blasrohrdurchmesser an der Austrittsstelle bei kreisförmigem Austrittsquerschnitt in m ,
- cb = Dampfgeschwindigkeit im Endquerschnitt des Blasrohres in m/sek .

I. nach „Meyer“¹⁾ (Erfahrungsformeln)

$$\text{für zylindrischen Schornstein } f_b = \frac{1}{32} \cdot f_r = \frac{0,03125 \cdot R}{R/f_r}$$

$$\text{für konischen Schornstein } f_b = \frac{1}{23} \cdot f_r = \frac{0,04348 \cdot R}{R/f_r}$$

$$R/f_r \cong 6 \text{ bis } 8$$

II. nach „von Borries“²⁾ (Erfahrungsformeln)

$$\text{für Sattdampf } d_b = 0,156 \cdot \sqrt{\frac{f_r \cdot R}{f_r + 0,3 \cdot R}} \text{ bzw. } f_b = 0,0191 \cdot \frac{R}{1 + 0,3 \cdot R/f_r}$$

$$\text{für Heißdampf } d_b = 0,115 \cdot \sqrt{\frac{f_r \cdot R}{f_r + 0,1 \cdot R}} \text{ bzw. } f_b = 0,01037 \cdot \frac{R}{1 + 0,1 \cdot R/f_r}$$

$$R/f_r \cong 6 \text{ bis } 8$$

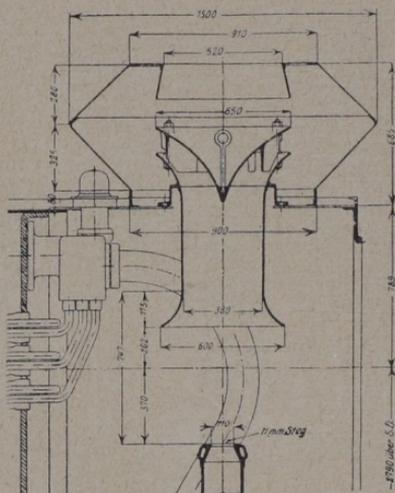


Abb. 79. Funkenfänger für Holzfeuerung.

III. nach „Obergethmann“

$$f_b \cdot c_b = D \cdot v, \quad f_b = \frac{D \cdot v}{c_b}$$

$$c_b = 280 \text{ bis } 320 \text{ m/sek}$$

Spannung des Auspuffdampfes in $f_b \cong 1 \text{ at abs.}$ ³⁾ also $v = 1,722$.

Für 1 kg Dampf in der Sekunde ist $f_b = \frac{1,722}{c_b}$

¹⁾ Meyer 1883, Bd. I, S. 38.

²⁾ E. T. 1912, Teil 1, S. 331.

³⁾ Bei den größten im Betrieb vorkommenden Dauerleistungen der Lokomotive.

Beispiel: Bei $B/R = 500 \text{ kg/st}$ werden auf 1 qm Rostfläche bei einer Verdampfungsziffer von $7,0$ an Dampf $\frac{7 \cdot 500}{60 \cdot 60} = 0,972 \text{ kg/sek}$ erzeugt. Hat dieser Dampf in f_b eine Spannung von 1 at , wofür (bei trocken gesättigtem Dampf) $v = 1,722$, so ist für 1 qm Rostfläche $f_b = \frac{1,722 \cdot 0,972}{c_b} = \frac{1,6738}{c_b}$.

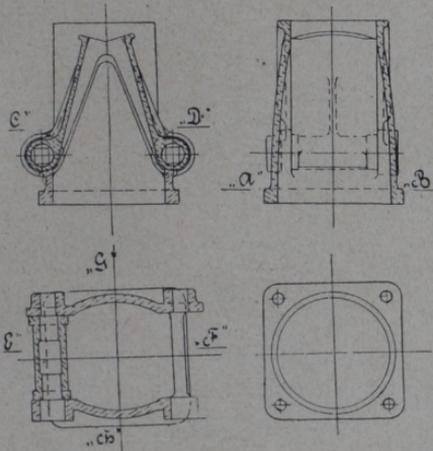


Abb. 80. Froschmaul.

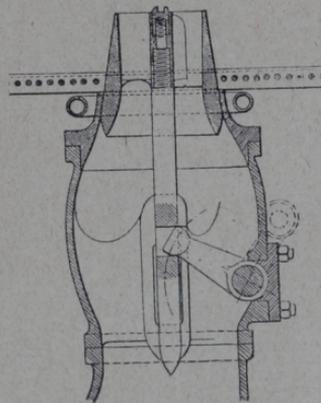


Abb. 81. Düsenblasrohr.

Berechnung von Blasrohrquerschnitten f_b in qcm .

a) für 1 qm Rostfläche R

| R/fr | nach „Meyer“ | | nach „von Borries“ | | nach „Obergethmann“ | |
|--------|--|---|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|
| | konischer Schornstein $f_b \text{ qcm}$ | zylindr. Schornstein $f_b \text{ qcm}$ | Satt--dampf $f_b \text{ qcm}$ | Heiß--dampf $f_b \text{ qcm}$ | $c_b \text{ m/sek}$ | $f_b \text{ qcm}$ |
| 6 | 72,5 | 52,1 | 68,2 | 64,8 | 280 | 59,8 |
| 7 | 62,0 | 44,6 | 61,6 | 61,1 | 300 | 55,8 |
| 8 | 54,4 | 39,1 | 56,2 | 57,7 | 320 | 52,3 |

b) für 1 kg Dampf \mathcal{D} in der Sekunde nach „Obergethmann“

| | | | | | | |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|
| $c_b \text{ m/sek}$ | = | 280 | 290 | 300 | 310 | 320 |
| $f_b \text{ qcm}$ | = | 61,5 | 59,4 | 57,4 | 55,5 | 53,8 |

Bei Anwendung von engeren Querstegen an der Blasrohrmündung wird der berechnete Blasrohrdurchmesser d_b vergrößert auf $d_b' = 1,06 d_b$.

Zylindrische Schornsteine sind meist aus Eisenblech von 4 bis 8 mm, konische aus Gußeisen von 8 bis 12 mm Stärke. Die konische Form ist günstiger als die zylindrische. Schornsteinabmessungen und Höhenlagen sind zunächst nach Abb. 82 zu wählen. Wenn d_s = lichter Schornsteindurchmesser an der Austrittsstelle bei kreisförmigem Austrittsquerschnitt in m, h = Entfernung von Blasrohr- bis Schornstein-Oberkante in m, so ist

$$h = 14d_b \text{ und } d_s = 3,8d_b \text{ bei senkrechtem Standrohr}$$

$$h = 13d_b \text{ und } d_s = 4,2d_b \text{ bei kurzem Kreuzrohr und stark gekrümmtem Ausströmrohr.}$$

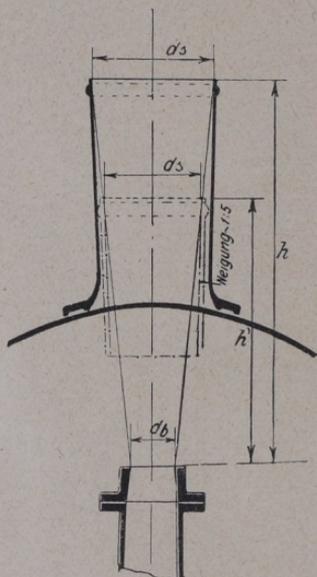
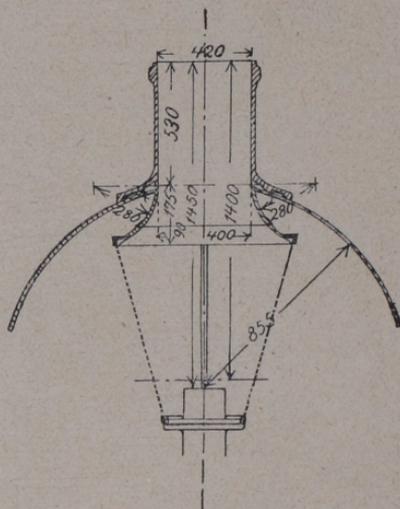


Abb. 82. Schornstein.

Abb. 83. Schornstein- und Blasrohr-Durchmesser der S_{10} .

Muß aus Gründen des Profiles der Schornstein niedriger gemacht werden, so geschieht dies nach Abb. 82 auf folgende Weise: Man bildet einen Kegelstumpf durch entsprechende Verbindung der ursprünglich berechneten Schornstein- und Blasrohr-Oberkanten. Die Höhe h' richtet sich nach dem Profil. Der Konus des Schornstein-Kegelstumpfes muß, um gutes Vakuum zu bekommen, etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{5,6}$ groß sein. Hierdurch erhält man die Umrisse des neuen Schornsteines. Da der Schornstein niedriger geworden ist, so muß auch Blasrohrdurchmesser d_b um etwa 25% auf d_b' nachträglich verkleinert werden, so daß also $d_b' = d_b - \frac{1}{4} \cdot \frac{h-h'}{h}$ wird.

Zur Beschränkung von Funkenauswurf und Rauchbelästigung im Tunnel (in Frankreich üblich) können drehbare Abschlußdeckel oben auf dem Schornstein angebracht werden. Außerdem verringern diese Deckel ein Auskühlen des Kessels bei längerem Stillstand der Lokomotive.

Bei Versuchsarten mit der S_{10}^1 -Lokomotive der preußischen Staatsbahnen wurden die in Abb. 83 angegebenen Blasrohr- und Schornsteinverhältnisse ¹⁾ festgestellt. Das Blasrohr bekam einen lichten Durchmesser von 145 mm unter Anwendung eines Quersteges von 8 mm Breite für oberschlesische oder 13 mm Breite für westfälische Kohle. Bei einer Verjüngung des Schornsteins von 1 : 25 ergab sich bei 530 mm Schornsteinlänge von der engsten Stelle (hier 400 mm Durchm.) bis zur Mündung ein Schornsteindurchmesser im Austrittsquerschnitt von $400 + \frac{530}{25} \cong 421$ mm; ausgeführt 420 mm.

Die Abmessungen der Blasrohre und der kleinsten lichten Schornsteindurchmesser sind für einige Lokomotiven der preuß. Staatsbahnen aus Zusammenstellung 26 ersichtlich. Es sind Erfahrungswerte, die sich im Betrieb ergeben haben.

Zusammenstellung 26.

Blasrohr- und Schornstein-Abmessungen.

| Lokomotiv-Gattung | Blasrohrmündung | | Größte Blasrohr-Stegbreite mm | Kleinst lichter Schornstein-durchm. mm |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|
| | Durchmesser mm | Abstand von Kesselmitte mm | | |
| S_6 | 135 | 0 | 13 | 390 |
| S_7 -Grafenstaden | 150 | 130 nach oben | 0 | 370 |
| S_7 -Hannover | 150 | 240 " unten | 21 | 425 |
| S_9 | 160 | 225 " " | 21 | 455 |
| S_{10} (alt) | 130 | 85 " oben | 13 | 390 |
| S_{10} (neu) | 140 | 100 " unten | 13 | 420 |
| S_{10}^1 (alt) | 140 | 175 " " | 8 | 420 |
| S_{10}^2 | 140 | 100 " oben | 13 | 420 |
| P_8 (alt) | 130 | 85 " " | 13 | 390 |
| P_8 (neu) | 135 | 100 " unten | 13 | 420 |
| G_8 (alt) | 130 | 70 " oben | 13 | 350 |
| G_8 (neu) | 140 | 70 " " | 13 | 390 |
| G_8^1 | 140 (130) ²⁾ | 100 " " | 13 | 410 |
| G_8^2 | (130) | 220 " unten | 13 | 400 |
| G_8^3 | (120) | 220 " " | 13 | 400 |
| G_{10} | 140 | 100 " " | 13 | 420 |
| G_{12} (neu) | (135) | 220 " " | 13 | 400 |
| T_{10} | 130 | 13 " oben | 13 | 350 |
| T_{12} (alt) | 130 (120) | 158 " " | 13 | 380 |
| T_{12} (neu) | (125) | 258 " " | 13 | 380 |
| T_{14} | 140 | 125 " unten | 13 | 400 |
| T_{16} (alt) | 130 | 20 " oben | 18 | 350 |
| T_{16} (neu) | 130 | 60 " " | 13 | 370 |
| T_{16} (verstärkt) | 135 | 125 " " | 13 | 410 |
| T_{15} (alt) | 135 | 55 " unten | 10 | 385 |
| T_{18} (neu) | (130) | 20 " oben | 10 | 385 |

¹⁾ Garbe, II. Aufl., S. 575.

²⁾ Die eingeklammerten Zahlen gelten für Lokomotiven mit Vorwärmern.

Zylindrische Schornsteine sind meist aus Eisenblech von $\frac{1}{4}$ bis 8 mm, konische aus Gußeisen von 8 bis 12 mm Stärke. Die konische Form ist günstiger als die zylindrische. Schornsteinabmessungen und Höhenlagen sind zunächst nach Abb. 82 zu wählen. Wenn d_s = lichter Schornsteindurchmesser an der Austrittsstelle bei kreisförmigem Austrittsquerschnitt in m, h = Entfernung von Blasrohr- bis Schornstein-Oberkante in m, so ist

$$h = 14d_b \text{ und } d_s = 3,8d_b \text{ bei senkrechtem Standrohr}$$

$$h = 13d_b \text{ und } d_s = 4,2d_b \text{ bei kurzem Kreuzrohr und stark gekrümmtem Ausströmrohr.}$$

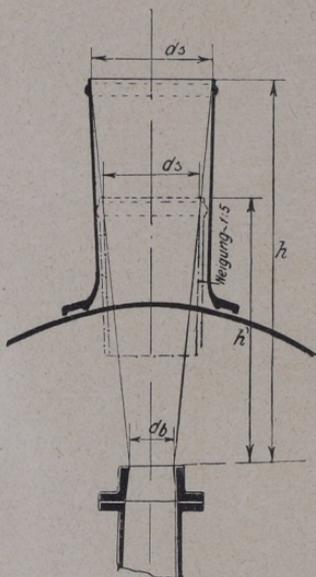
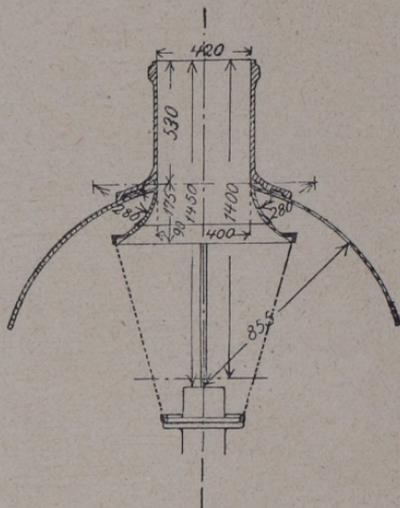


Abb. 82. Schornstein.

Abb. 83. Schornstein- und Blasrohr-Durchmesser der S_{10} .

Muß aus Gründen des Profiles der Schornstein niedriger gemacht werden, so geschieht dies nach Abb. 82 auf folgende Weise: Man bildet einen Kegelstumpf durch entsprechende Verbindung der ursprünglich berechneten Schornstein- und Blasrohr-Oberkanten. Die Höhe h' richtet sich nach dem Profil. Der Konus des Schornstein-Kegelstumpfes muß, um gutes Vakuum zu bekommen, etwa $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{5,6}$ groß sein. Hierdurch erhält man die Umrisse des neuen Schornsteines. Da der Schornstein niedriger geworden ist, so muß auch Blasrohrdurchmesser d_b um etwa 25% auf d_b' nachträglich verkleinert werden, so daß also $d_b' = d_b - \frac{1}{4} \cdot \frac{h-h'}{h}$ wird.

Zur Beschränkung von Funkenauswurf und Rauchbelästigung im Tunnel (in Frankreich üblich) können drehbare Abschlußdeckel oben auf dem Schornstein angebracht werden. Außerdem verringern diese Deckel ein Auskühlen des Kessels bei längerem Stillstand der Lokomotive.

Bei Versuchsarten mit der S₁₀¹-Lokomotive der preußischen Staatsbahnen wurden die in Abb. 83 angegebenen Blasrohr- und Schornsteinverhältnisse ¹⁾ festgestellt. Das Blasrohr bekam einen lichten Durchmesser von 145 mm unter Anwendung eines Quersteges von 8 mm Breite für oberschlesische oder 13 mm Breite für westfälische Kohle. Bei einer Verjüngung des Schornsteins von 1 : 25 ergab sich bei 530 mm Schornsteinlänge von der engsten Stelle (hier 400 mm Durchm.) bis zur Mündung ein Schornsteindurchmesser im Austrittsquerschnitt von $400 + \frac{530}{25} \cong 421$ mm; ausgeführt 420 mm.

Die Abmessungen der Blasrohre und der kleinsten lichten Schornsteindurchmesser sind für einige Lokomotiven der preuß. Staatsbahnen aus Zusammenstellung 26 ersichtlich. Es sind Erfahrungswerte, die sich im Betrieb ergeben haben.

Zusammenstellung 26.

Blasrohr- und Schornstein-Abmessungen.

| Lokomotiv-Gattung | Blasrohrmündung | | Größte Blasrohr-Stegbreite mm | Kleinsten lichten Schornsteindurchm. mm |
|--|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|
| | Durchmesser mm | Abstand von Kesselmitte mm | | |
| S ₆ | 135 | 0 | 13 | 390 |
| S ₇ -Grafenstaden | 150 | 130 nach oben | 0 | 370 |
| S ₇ -Hannover | 150 | 240 " unten | 21 | 425 |
| S ₉ | 160 | 225 " " | 21 | 455 |
| S ₁₀ (alt) | 130 | 85 " oben | 13 | 390 |
| S ₁₀ (neu) | 140 | 100 " unten | 13 | 420 |
| S ₁₀ ¹ (alt) | 140 | 175 " " | 8 | 420 |
| S ₁₀ ² | 140 | 100 " oben | 13 | 420 |
| P ₈ (alt) | 130 | 85 " " | 13 | 390 |
| P ₈ (neu) | 135 | 100 " unten | 13 | 420 |
| G ₈ (alt) | 130 | 70 " oben | 13 | 350 |
| G ₈ (neu) | 140 | 70 " " | 13 | 390 |
| G ₈ ¹ | 140 (130) ²⁾ | 100 " " | 13 | 410 |
| G ₈ ² | (130) | 220 " unten | 13 | 400 |
| G ₈ ³ | (120) | 220 " " | 13 | 400 |
| C ₁₀ | 140 | 100 " " | 13 | 420 |
| C ₁₂ (neu) | (135) | 220 " " | 13 | 400 |
| T ₁₀ | 130 | 13 " oben | 13 | 350 |
| T ₁₂ (alt) | 130 (120) | 158 " " | 13 | 380 |
| T ₁₂ (neu) | (125) | 258 " " | 13 | 380 |
| T ₁₄ | 140 | 125 " unten | 13 | 400 |
| T ₁₆ (alt) | 130 | 20 " oben | 18 | 350 |
| T ₁₆ (neu) | 130 | 60 " " | 13 | 370 |
| T ₁₆ (verstärkt) | 135 | 125 " " | 13 | 410 |
| T ₁₅ (alt) | 135 | 55 " unten | 10 | 385 |
| T ₁₈ (neu) | (130) | 20 " oben | 10 | 385 |

¹⁾ Garbe, II. Aufl., S. 575.

²⁾ Die eingeklammerten Zahlen gelten für Lokomotiven mit Vorwärmern.

4. Ausgeführte Kessel.

a) Heizrohrkessel.

I. Kessel der P_s-Lokomotive der preußischen Staatsbahnen (Abb. 84). Kommt in ähnlicher Ausführung bei den meisten neueren Heißdampflokomotiven der preußischen Staatsbahn vor.

| | |
|---|-----------|
| Dampfüberdruck | 12 kg/qcm |
| Wasserinhalt, bei 150 mm Wasserstand über Feuerbüchse gemessen | 6,50 cbm |
| Dampfraum, bei 150 mm Wasserstand über Feuerbüchse gemessen | 2,65 cbm |
| Verdampfungsoberfläche | 9,50 qm |
| Rostfläche ($R_{gz} = R_w + R_{\ddot{u}} = 2,358 + 0,262$) | 2,62 qm |
| Heizfläche in der Feuerbüchse, feuerberührt | 14,35 qm |
| Heizfläche in den Heiz- und Rauchrohren, feuerberührt | 131,93 qm |
| $H_w =$ | 146,28 qm |
| Heizfläche im Überhitzer ($H_{\ddot{u}}$) | 58,9 qm |
| Anzahl der Rauchrohre von 125/133 mm Durchmesser | 26 Stück |
| Anzahl der Siederohre von 45/50 mm Durchmesser | 123 Stück |
| Heizrohrlänge (gleich Langkessellänge) zwischen den Rohrwänden | 4700 mm |
| Kesseldurchmesser, lichte Weite des Langkessels ¹⁾ | 1600 mm |
| Dom-Durchmesser, lichte Weite | 740 mm |
| Rauchkammerdurchmesser, lichte Weite | 1870 mm |
| Rauchkammerlänge | 1800 mm |
| Verhältniszwerte $\left\{ \begin{array}{l} H_w : R_w \cong \dots \dots \dots 62,0 \\ H_{\ddot{u}} \cong \dots \dots \dots 24,8\% \text{ von } H_w \end{array} \right.$ | |
| Blechstärken : | |
| Langkessel | 16 mm |
| Rauchkammer | 15 mm |
| Rauchkammer-Rohrwand | 26 mm |
| Stehkessel-Decke | 20 mm |
| Stehkessel-Seitenwände | 16 mm |
| Stehkessel-Rückwand | 16 mm |
| Stehkessel-Vorderwand (Stiefelknecht) | 16 mm |
| Feuerbüchse-Mantel | 16 mm |
| Feuerbüchse-Rückwand | 16 mm |
| Feuerbüchse-Rohrwand $\left\{ \begin{array}{l} \text{oberer Teil} \dots \dots \dots 26 \text{ mm} \\ \text{unterer Teil} \dots \dots \dots 16 \text{ mm} \end{array} \right.$ | |

Bevor die Stiefelknechtplatte mit dem Langkessel verbunden ist, wird die schmale Feuerbüchse von vorn eingebracht. Zur Bildung der Schüröffnung (Rechteckform) wird ein schmiedeeiserner Ring zwischen Stehkessel- und Feuerbüchse-Rückwand genietet. Der Langkessel ist zweischüssig, der Stehkesselmantel dreiteilig, 26 Rauchrohre in vier wagerechten Reihen (Schmidt-Großrohrüberhitzer), 123 Siederohre neben und zwischen den Rauchrohren. Der Reglerdom sitzt auf

¹⁾ Hinterer Schuß.

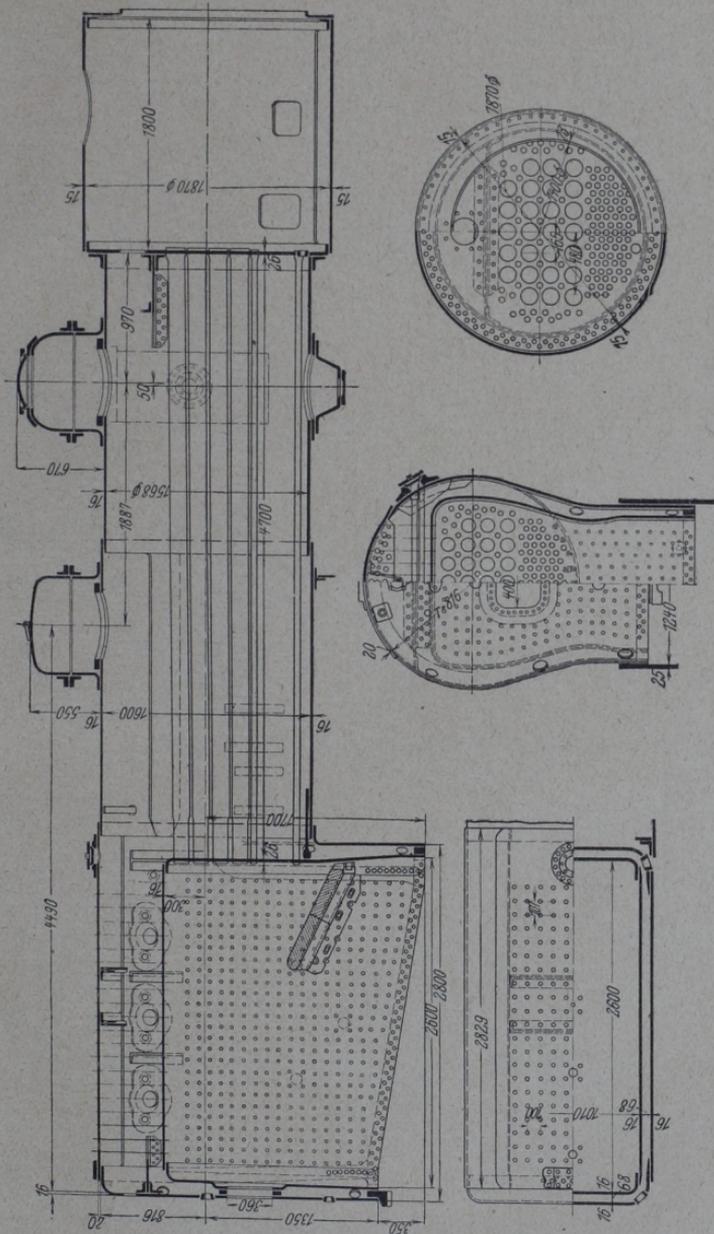


Abb. 84. Kessel der preussischen P₈-Lokomotive.

dem hinteren Kesselschuß, auf dem vorderen der Speisedom von gleichem Durchmesser zur Aufnahme des Schlammabscheiders. Unterhalb des Speisedoms am gleichen Kesselschuß unten entgegengesetzt zum Dom ist ein Schlamm-sammler angeordnet.

Nietungen. Die Rundnähte (Quernähte) der zwei Langkesselschüsse haben zweireihige versetzte Überlappungs-nietung, die Längsnähte Doppellaschennietung. Der Bodenring von 68 mm Breite verbindet durch zwei gegeneinander versetzte Nietreihen Stehkessel und Feuerbüchse. Verbindung der vorderen Rohrwand mit dem Langkessel durch einen Winkelring und durch doppelte Nietreihe an beiden Schenkeln des Winkels.

Verankerungen bzw. Versteifungen. Feuerbüchs-Seiten-, -Vorder- und -Hinterwände sind mit den entsprechenden Wänden des Stehkessels verbunden durch zylindrische, hohle, kupferne Stehbolzen (Seitenstehbolzen) von 26 mm Gewinde mit 10 Gang auf 1", die am äußeren Ende beim Anstauchen geschlossen werden. Feuerbüchsdecke mit Stehkesseldecke verbunden durch flußeiserne Deckenstehbolzen von 26 mm Durchmesser mit Köpfen außen, und mit aufgeschraubten Muttern an der Feuerseite. Statt der vordersten Deckenstehbolzen zehn kurze Bügelanker (Tragbügel).

Zum Verhindern von Anbrüchen in den oberen Gewinden der Deckenstehbolzen in den seitlichen Längsreihen beim Ausdehnen der Decke sind etwa über Feuerbüchsmittle zwei senkrechte Querversteifungen vorgesehen. Versteifung des Stehkesselmantels durch jederseits drei aufgesetzte Verstärkungsbleche, durch sieben wagerechte kräftige Stangen-Queranker und durch Blechanker. Verbindung des Langkessels mit der Feuerbüchs-Rohrwand durch neun Rohrwandanker. Wagerechte Versteifung des oberen Teiles der vorderen Rohrwand gegen den Langkessel, sowie der Stehkesselrückwand oberhalb der Feuerbüchsdecke gegen Stehkesselmantel durch Blechanker.

Reinigungs- und Entleerungsvorrichtungen. Große Luken: jederseits zwei Stück am Stehkesselmantel oberhalb der Feuerbüchsdecke; ein Stück oben am Vorderende von Mitte Stehkesselmantel; jederseits ein Stück für die Ablenkbleche des Speisewasserreinigers etwas oberhalb Mitte Langkessel-Vorderschuß. Kleine Luken: vier Stück an den vier tiefgelegenen Ecken des Stehkesselmantels dicht oberhalb Bodenring; jederseits ein Stück unterhalb der tiefsten Siederohrreihe in der Stiefelknechtlatte in Höhe der Feuerbüchsdecke in der Stehkesselrückwand und etwas unterhalb der Türunterkante in der Stehkesselrückwand, immer an den Umbiegungen der Bleche. Schraubenpfropfen: ein Stück in Rauchkammer-Rohrwand unterhalb der tiefsten Rohrreihe und jederseits drei Stück auf dem unteren Teil des Stehkesselmantels.

II. Hinterkessel der im Jahre 1920 von Borsig gebauten 1E1-Heißd.-Zw.-Tenderlok. für die Halberstadt-Blankenburger Eisenbahngesellschaft (Abb. 85). Er ist außen 2080 mm breit, ragt also über Rahmenbleche und Räder hinaus. Der einteilige Stehkesselmantel wird durch Fortsetzung der oberen Hälfte des Langkessels gebildet. Die Rückwand ist geneigt.

| | |
|---|-------------------|
| Dampfüberdruck | 14 kg/qcm |
| Wasserinhalt des Kessels, bei 150 mm Wasserstand über Feuerbüchse gemessen | 7,69 cbm |
| Dampfraum des Kessels, bei 150 mm Wasserstand über Feuerbüchse gemessen | 3,9 cbm |
| Verdampfungsoberfläche | 10,0 qm |
| Rostfläche ($R_{gz} = R_w + R_{ü} = 3,564 + 0,396$) | 3,96 qm |
| Heizfläche in der Feuerbüchse (feuerberührt) | 13,62 qm |
| " " den Heiz- und Rauchrohren (feuerberührt) | 167,24 qm |
| | $H_w = 180,86$ qm |
| Heizfläche im Überhitzer ($H_{ü}$) | 54,14 qm |
| Verhältniswerte $\left\{ \begin{array}{l} H_w : R_w \cong \dots \dots \dots 50,7 \\ H_{ü} \cong \dots \dots \dots 33,4 \text{ \% von } H_w \end{array} \right.$ | |
| Blechstärken: | |
| Stehkessel-Mantel | 20 mm |
| Stehkessel-Rückwand | 18 mm |
| Stehkessel-Vorderwand (Stiefelknecht) | 18 mm |
| Feuerbüchse-Mantel | 14 mm |
| Feuerbüchse-Rückwand | 14 mm |
| Feuerbüchse-Rohrwand | 25 mm |

Der zugehörige Langkessel mit 3700 mm Rohrlänge zwischen den Rohrwänden ist nur einschüssig und mit 2,0 m innerem Durchmesser außergewöhnlich weit. Das Langkesselblech ist 20 mm, die Rauchkammer-Rohrwand 25 mm stark.

Versteifung der Feuerbüchse durch Deckenstehbolzen. Die ersten drei Reihen sind kurze Bügelanker. Der Stehkesselmantel ist teils durch jederseits aufgesetzte Verstärkungsbleche (e), teils durch Verstärkungswinkel (e₁) versteift; ferner durch sieben wagerecht angeordnete Queranker (b). Die Stehkesselrückwand ist oberhalb der Feuerbüchse gegen den Stehkesselmantel durch Blechanker versteift.

Abb. 86 zeigt das Stehkesselmantelblech in gestrecktem Zustande. In a sitzen die großen Waschlukn (links eine, rechts zwei); in b greifen die Queranker an (sieben Stück); c ist die Reinigungs- und Füllöffnung für den vorderen Teil des Hinterkessels, auf d sitzen die beiden Sicherheitsventile; e sind Verstärkungsbleche und e₁ die Nietlöcher zur Befestigung von Versteifungswinkeln; in f greifen die Deckenanker an; g sind die Stehbolzen- und h die Nietlöcher.

III. Kessel der 1 C 1 - Heißd. - Z w. - S - Lok. für die orientalischen Eisenbahnen (Abb. 87), gebaut von Hanomag¹⁾. Zweischüssiger Rundkessel von 1460 mm lichtigem Durchmesser bei 15 mm Blechstärke, dessen hinterer Schuß gegen den Stehkessel zu um 82 mm im Durchmesser konisch erweitert ist. Unterkante des hinteren Schusses wagerecht. Diese „wagon-top“-Form bringt genügende Überhöhung der runden Stehkesseldecke gegen die flache Feuerbüchse mit sich. Vorn beträgt der Zwischenraum zwischen der Decke des Stehkessels und der Feuerbüchse 508 mm und erhöht sich nach rückwärts, infolge Neigung der Feuerbüchse, auf 543 mm. Hiermit ist auch eine gewünschte Vergrößerung des Dampfraumes verbunden. Die beiden Kesselschüsse sind stumpf gegeneinander gesetzt

¹⁾ Hanomag-Nachrichten, Mai 1917

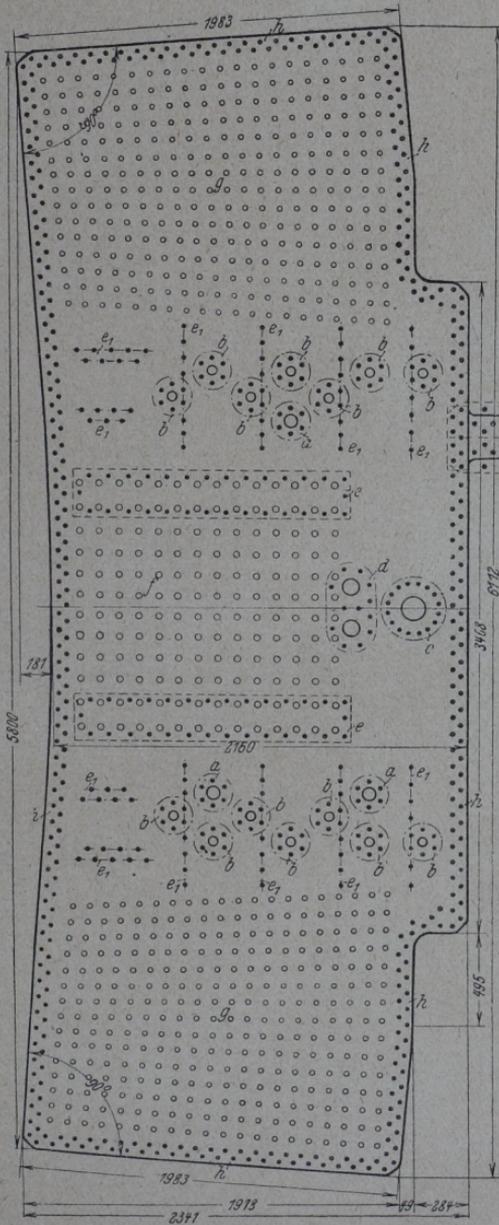


Abb. 86. Abgewickeltes Mantelblech des Stehkessels in Abb. 85.

und mittels innerer Rundlasche bei vierreihiger Vernietung verbunden. Die Längsnähte der Kesselschüsse haben schmalere äußere und breitere Innenlaschen bei ebenfalls vierreihiger Vernietung. Am Rauchkammerende ist die vordere Längsnaht auf etwa 300 mm Länge verschweißt.

Die breite Feuerbüchse liegt über dem Rahmen. Das Feuerloch hat rechteckige Form von 360/400 mm. In der Feuerbüchse ist ein Feuergewölbe von 600 mm Länge, das aus einzelnen Steinen aufgebaut wird und unmittelbar auf den in den Feuerbüchseitenwänden angebrachten Kloben mittels der langen, seitlichen Kämpfersteine aufruhet. Die geräumige Rauchkammer ist an den Rundkessel mittels Schmiedeeisenringes von nur 35 mm Stärke angeschlossen, so daß sie mit dem Kesselverschälungsblech bündig verläuft, was das Aussehen des ganzen Kessels günstig beeinflußt.

Um noch genügende Tiefe der Stiefelknechtplatte zu erzielen, ohne sie hierbei zu stark neigen zu müssen, und mit Rücksicht auf die breite Feuerbüchse, mußte der Kessel möglichst hoch gelegt werden, und zwar liegt die Mitte 2925 mm über S. O. Die Krestiefe beträgt hierbei 614 mm. Der Bodenring hat an allen vier Ecken heruntergezogene äußere, 25 mm starke Lappen. Hierdurch wird die Anfertigung der Feuerbüchse verteuert; es besteht jedoch der Vorteil einer gleichmäßigeren Verteilung der Ecknieten und die Anwendung von Eckschrauben, und das sonst so häufig vorkommende Lecken dieser Ecken wird vermieden.

Rohrlänge zwischen den Rohrwänden 4600 mm. Die in zwei wagenrechten Reihen angeordneten 21 Stück nahtlos gezogenen Rauchrohre von 119/127 mm Durchmesser sind am hinteren Ende auf 500 mm Länge als Wellrohre nach Bauart „Pogany-Lahmann“ ausgebildet. Die Überhitzerrohre von 28/36 mm Durchmesser reichen bis 550 mm vor die Feuerbüchsenwand und sind dort mit aufgeschraubten Stahlgußkappen versehen. Unter und zwischen den Rauchrohren befinden sich 126 flußeiserne Siederohre von 45/50 mm Durchmesser, die am Feuerbüchsende kupferne, 105 mm lange, 4½ mm starke Vorschuhe besitzen.

Verankerung der Hinterkesselbleche durch kupferne Stehbolzen und flußeiserne Deckenstehbolzen. Die beiden vordersten Reihen der letzteren sind an schmiedeeisernen Bügeln aufgehängt. Um beiderseits für die beiden äußeren, seitlichen Reihen der Deckenstehbolzen genügende Gewindefleischstärke in dem gewölbten Stehkesselmantel zu erzielen, wurden äußere Beilaglaschen von 13 mm Stärke vorgesehen. Die übrige Verankerung ist gleichfalls die sonst übliche.

In den Grundzügen fast übereinstimmend mit diesem Kessel ist der in Abb. 88, ebenfalls von Hanomag gebaute, der 1 C 1 - Heißd.-Zw.-S-Lok. für die oldenburgische Staatsbahn.

IV. Englischer Kessel der 1917 gebauten 2 B - Heißd.-S-Lok. für die Hochland-Bahn (Abb. 89). Kennzeichnend ist die tiefe Feuerbüchse mit Belpairedecke und das Feuergewölbe. Die beiden ersten Deckenankerreihen sind beweglich an einen Träger aufgehängt. Die Versteifung der über den runden Kesselschuß ragenden Ecken erfolgt durch je einen Längsanker. Die Feuerbüchse besteht aus Kupfer. Der geneigte Kipp-

und mittels innerer Rundlasche bei vierreihiger Vernietung verbunden. Die Längsnähte der Kesselschüsse haben schmalere äußere und breitere Innenlaschen bei ebenfalls vierreihiger Vernietung. Am Rauchkammerende ist die vordere Längsnaht auf etwa 300 mm Länge verschweißt.

Die breite Feuerbüchse liegt über dem Rahmen. Das Feuerloch hat rechteckige Form von 360/400 mm. In der Feuerbüchse ist ein Feuergewölbe von 600 mm Länge, das aus einzelnen Steinen aufgebaut wird und unmittelbar auf den in den Feuerbüchsenwänden angebrachten Kloben mittels der langen, seitlichen Kämpfersteine aufliegt. Die geräumige Rauchkammer ist an den Rundkessel mittels Schmiedeeisenringes von nur 35 mm Stärke angeschlossen, so daß sie mit dem Kesselverschälungsblech bündig verläuft, was das Aussehen des ganzen Kessels günstig beeinflußt.

Um noch genügende Tiefe der Stiefelknechtplatte zu erzielen, ohne sie hierbei zu stark neigen zu müssen, und mit Rücksicht auf die breite Feuerbüchse, mußte der Kessel möglichst hoch gelegt werden, und zwar liegt die Mitte 2925 mm über S. O. Die Krestiefe beträgt hierbei 614 mm. Der Bodenring hat an allen vier Ecken heruntergezogene äußere, 25 mm starke Lappen. Hierdurch wird die Antertigung der Feuerbüchse verteuert; es besteht jedoch der Vorteil einer gleichmäßigeren Verteilung der Ecknieten und die Anwendung von Eckschrauben, und das sonst so häufig vorkommende Lecken dieser Ecken wird vermieden.

Rohrlänge zwischen den Rohrwänden 4600 mm. Die in zwei wagenrechten Reihen angeordneten 21 Stück nahtlos gezogenen Rauchrohre von 119/127 mm Durchmesser sind am hinteren Ende auf 500 mm Länge als Wellrohre nach Bauart „Pogany-Lahmann“ ausgebildet. Die Überhitzerrohre von 28/36 mm Durchmesser reichen bis 550 mm vor die Feuerbüchsenrohrwand und sind dort mit aufgeschraubten Stahlgußkappen versehen. Unter und zwischen den Rauchrohren befinden sich 126 flußeiserne Siederohre von 45/50 mm Durchmesser, die am Feuerbüchsende kupferne, 105 mm lange, 4 $\frac{1}{2}$ mm starke Vorschuhe besitzen.

Verankerung der Hinterkesselbleche durch kupferne Stehbolzen und flußeiserne Deckenstehbolzen. Die beiden vordersten Reihen der letzteren sind an schmiedeeisernen Bügeln aufgehängt. Um beiderseits für die beiden äußeren, seitlichen Reihen der Deckenstehbolzen genügende Gewindefleischstärke in dem gewölbten Stehkesselmantel zu erzielen, wurden äußere Beilaglaschen von 13 mm Stärke vorgesehen. Die übrige Verankerung ist gleichfalls die sonst übliche.

In den Grundzügen fast übereinstimmend mit diesem Kessel ist der in Abb. 88, ebenfalls von Hanomag gebaute, der 1 C 1 - Heißd.-Zw.-S.-Lok. für die oldenburgische Staatsbahn.

IV. Englischer Kessel der 1917 gebauten 2 B - Heißd.-S.-Lok. für die Hochland-Bahn (Abb. 89). Kennzeichnend ist die tiefe Feuerbüchse mit Belpairedecke und das Feuergewölbe. Die beiden ersten Deckenankerreihen sind beweglich an einen Träger aufgehängt. Die Versteifung der über den runden Kesselschuß ragenden Ecken erfolgt durch je einen Längsanker. Die Feuerbüchse besteht aus Kupfer. Der geneigte Kipp-

rost von 2,1 qm Fläche ist 1867 mm lang. Die vorderste Roststabelle ist kippbar. Eine einteilige Stiefelknechtplatte verbindet Stehkessel mit Langkessel. Letzterer besteht aus zwei teleskopartig ineinander geschobenen Schüssen, von denen der hintere 1465 mm, der vordere 1437 mm Durchmesser außen mißt. Im Langkessel liegen 118 Stück nahtlos gezogene flußeiserne Siederohre von 51 mm und 21 Rauchrohre von 127 mm äußerem Durchmesser. Längsversteifungen des Kessels bilden mehrere im Dampfraum liegende, mit Spannschrauben versehene Längsanker. Die vordere Rohrwand ist, wie in England allgemein üblich, mittels Winkelring mit dem ersten Langkesselschuß verbunden. In der erweiterten Rauchkammer ist der Sammelkasten nebst Dampfdüsen eines Robinonüberhitzers untergebracht. Abschluß nach unten durch eine gußeiserne Rahmenquerverbindung zwischen den außen liegenden Zylindern. Bei Innenzylindern bildet das Zylindergußstück selbst den Rauchkammerboden. Die wasserberührten Heizflächen sind:

| | |
|--|-----------|
| in den Siederohren | 65,31 qm |
| in den Rauchrohren | 29,08 qm |
| in der Feuerbüchse | 11,52 qm |
| gesamte wasserberührte wasserverdampfende Heizfläche | 105,91 qm |
| Überhitzerheizfläche | 16,72 qm |

b) Wasserrohrkessel.

I. Stroomann-Kessel der Gs¹-Lokomotive der preußischen Staatsbahnen, gebaut von Orenstein & Koppel (Abb. 90). Es ist ein Lokomotiv-Wasserrohrkessel mit Wellrohrfeuerbüchse (ähnlich „Lenz“ und „Vanderbilt“); die kupferne Feuerbüchse mit den zahlreichen Stehbolzen, sowie die Rohrwand mit den leicht undicht werdenden Siederohren fällt also fort.

Der hintere Teil besteht aus einem Zylinderkessel von 1950 mm Durchmesser und 21 mm Blechstärke mit zwei gewölbten Böden, in denen ein gewelltes Flammrohr von 1200 mm lichter Weite eingebaut ist. Die Verbindung des Flammrohres mit den beiden Böden geschieht durch besondere Übergangsstücke, die rückwärts durch Niete beiderseits verbunden, jedoch vorn teilweise aufgeschweißt sind. Versteifung der beiden gewölbten Böden durch zwei durchgehende Längsanker, vorn außerdem durch zwölf besondere Stehbolzen zwischen Flammrohrboden und Kesselwand. Die äußere größte Länge des Kessels beträgt etwa 4600 mm. Der Rost hat 3 qm Fläche.

Der anschließende Wasserrohrkessel besitzt eine vordere geneigte, vollkommen geschweißte 22 mm starke Wasserkammer; sie ist durch zahlreiche Stehbolzen versteift. Die rückwärtige Wand wird durch den Zylinderkessel selbst gebildet, dessen Wand ebenfalls geneigt ist. Die dadurch bedingte, bei Wasserrohren erforderliche Neigung ergibt zusammen mit dem durch Ablenkungsplatten hervorgerufenen Richtungswechsel der Feuergase das Aufsteigen des Dampfes und erzielt somit auch den notwendigen Wasserrücklauf. In den unteren, durch Schamottesteine vor der Stichflamme geschützten Rohren erfolgt die Zuströmung des Wassers. Die im Mittel etwa 3350 mm Länge erreichenden 111 Stück flußeisernen Wasserrohre haben 82,5/89 mm Durchmesser. Die vordere Wasserkammer hat unten ein Mannloch und trägt außen die ent-

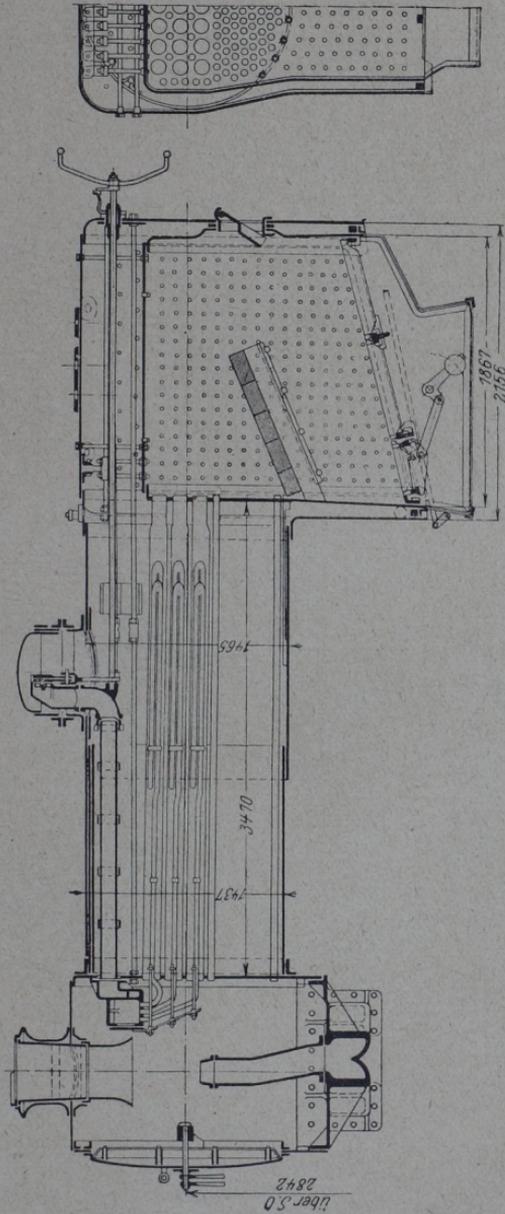


Abb. 89. Englischer Kessel der 2B-Heißdampf-Zwilling-S-Lokomotive für die Hochland-Bahn.

Abb. 91 zeigt die Ausführung des Stroomankessels von Orenstein & Koppel bei der G_s-Bauart.

II. Brotan-Kessel, entworfen von dem Werkstättenvorsteher der österreichischen Staatsbahnen Brotan. Der alte

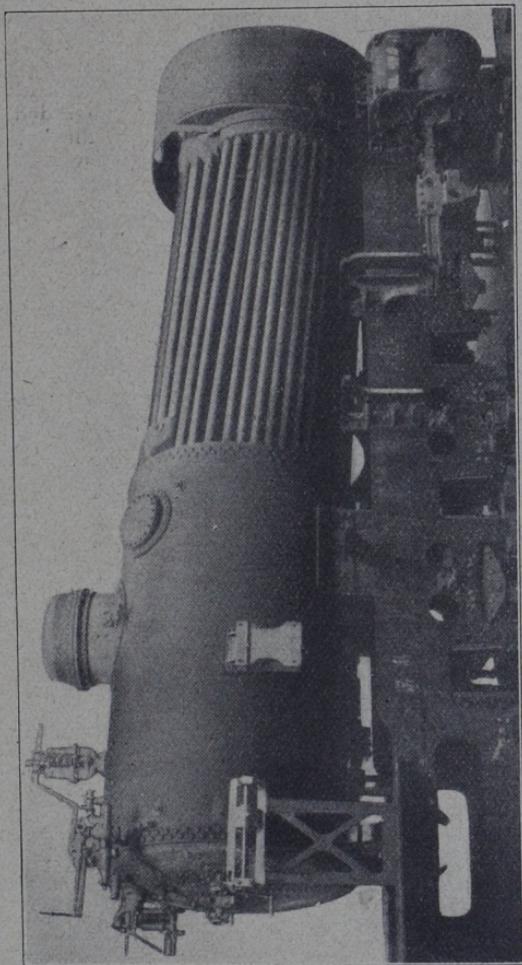


Abb. 91. Stroomankessel der preußischen G_s-Lokomotive.

Brotankessel bestand aus einem walzenförmigen Ober- und Unterkessel, die durch Rohrstützen miteinander verbunden waren. Der Unterkessel ist ein gewöhnlicher Heizröhrenkessel, während der Oberkessel als Dampfsammler dient, der sich über die ganze Länge des Langkessels und der Feuerbüchse erstreckt. Die Stehkesselwände bilden dicht nebeneinanderstehende nahtlose Mannesmann-

Stahlrohre, die unten in ein hohles Stahlguß-Grundrohr und oben, gewölbeartig zusammenschließend, in den unteren Teil des Dampfsammlers eingewalzt sind. Bei der neueren Bauart des Brotankessels wird der Oberkessel ersetzt durch einen Zylinderkessel mit großem Durchmesser und rückwärts anschließendem konischen Kesselschuß. An den von Heizrohren durchzogenen Zylinderkessel schließt rückwärts die Wasserrohrfeuerbüchse an (Abb. 93).

Vorteile dieses Hinterkessels gegenüber anderen üblichen sind in der Hauptsache folgende: die Stehbolzen, Deckenschrauben, Nietung, Verankerung und Versteifung fallen gegenüber den gewöhnlichen Lokomotivfeuerbüchsen fort, und damit auch die bei letzteren entstehenden Formänderungen, Schäden und letzten Endes die Explosionsgefahren. Die Wasserröhren beim Brotankessel lassen sich leicht auswaschen; insbesondere wird eine gründlichere Reinigung bei kesselsteinbildendem Wasser durch leichtere Zugäng-

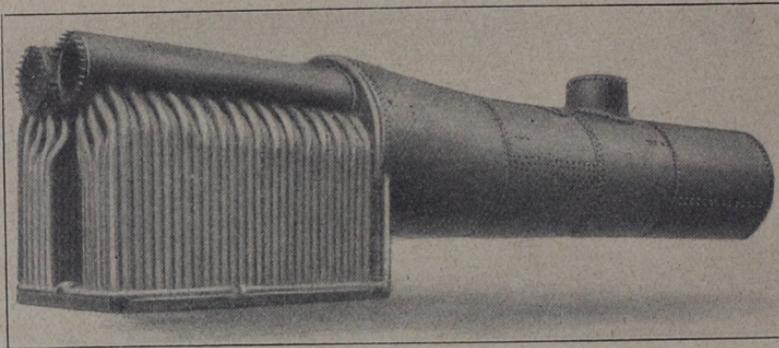


Abb. 92. Brotankessel der ungarischen 1C+C-Heißdampf-Malletlokomotive.

lichkeit der inneren Rohrwandungen mit Reinigungswerkzeugen ermöglicht. Ferner wird die direkte Heizfläche der Feuerbüchse um etwa 50 % vergrößert und die Ausnutzung der Heizgase bei gleicher Rostfläche gesteigert.

Abb. 92 zeigt den Brotankessel für die 1C+C-Vierzyl.-Heißd.-Gebirgslokomotive der ungarischen Staatsbahnen. Der im Langkessel und den Wasserröhren der Feuerbüchse entwickelte Dampf wird in zwei besondere, über der Feuerbüchse gelagerte kreisrunde Dampfsammler geleitet.

Die Heizfläche des hier dargestellten Kessels von 15 at ist größer als die anderer europäischer Lokomotiven. Die Mitte des aus drei Schüssen bestehenden Kessels liegt 3,12 m über S.O. Der mittlere kleinste zylindrische Kesselschuß hat bei 19 mm Blechstärke einen inneren Durchmesser von 1,75 m, der dahinter anschließende kegelige einen größten Durchmesser von 2 m bei 20 mm Blechstärke. Die Quernähte des Langkessels haben zweiteilige Überlappungsnietung, seine Längsnähte sechsfache Nietung mit ungleicher Breite der doppelten Laschen. Die kupferne Feuerbüchsenrohrwand ist

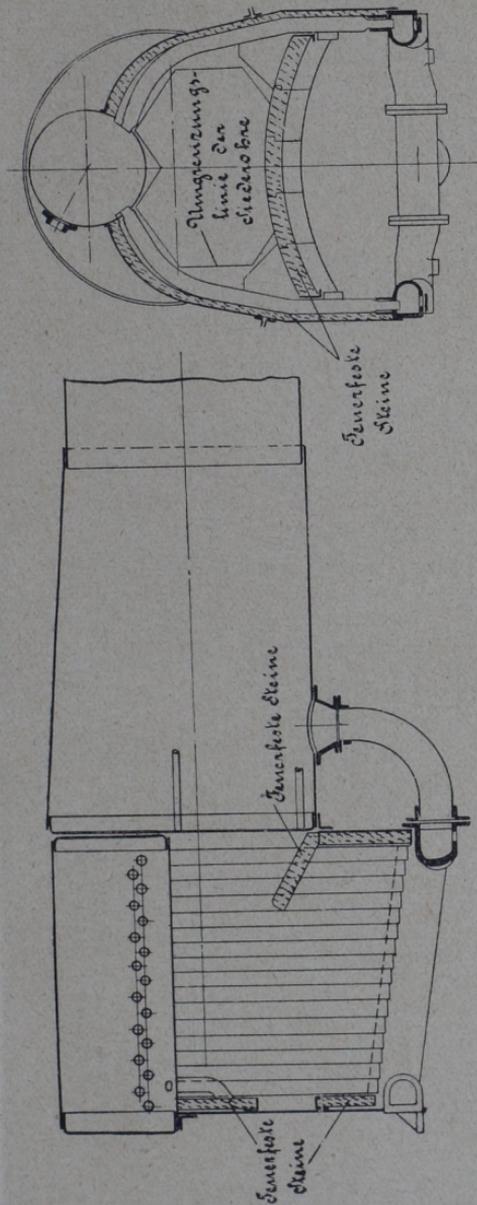


Abb. 93. Brotankessel.

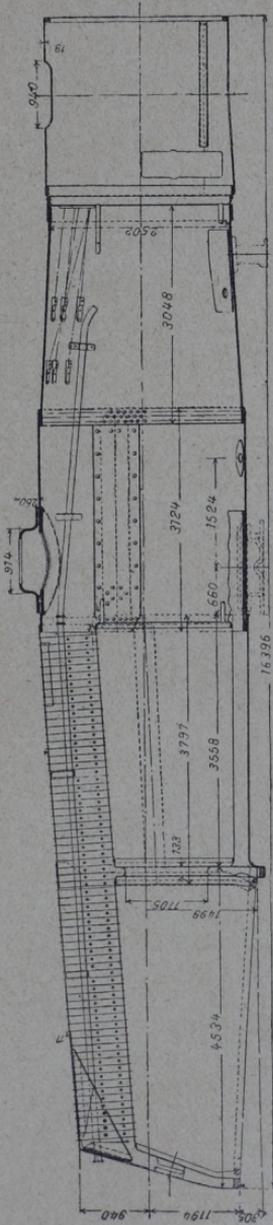


Abb. 94. Amerikanischer Kessel der 1D+D-Heißdampf-Vierling-G-Lokomotive für die Pennsylvania-Bahn.

30 mm, die vordere eiserne Rohrwand 28 mm stark. Die etwa 2,89 m lange Rauchkammer ist aus zwei Mantelblechen zusammengesetzt.

Die Feuerbüchse ist zwischen den Schutzblechen 3,1 m lang und 2,02 m breit. Die Seitenwände der Feuerbüchse bilden je 29 Stück 5 mm starke nahtlose Wasserrohre aus Flußeisen von 85/95 mm Durchmesser; sie enden in zwei getrennten Vorköpfen von je 600 mm Weite, die rückwärts durch einen Stutzen verbunden sind. Um besser dicht zu halten, sind die Vorköpfe auf etwa $\frac{1}{2}$ m Länge in den Langkessel vorgeschoben und in ihm durch starke Winkel gestützt. Außerdem sind noch zwei wagerechte Siederohre von 100/110 mm Durchmesser zwischen den zwei Vorköpfen eingebaut, zwecks Erzielung eines besseren Abschlusses der Feuergase nach oben. Die Rückwände der Feuerbüchse bilden an jeder Seite sechs Wasserrohre; vorn an der Stiefelknechtplatte besteht der Abschluß aus einer feuerfesten Masse. Ein Kipprost ist in der Feuerbüchse eingebaut.

Der Großrohrüberhitzer nach Schmidt hat 36 Überhitzerrohre von 125/135 mm Durchmesser, die in vier Reihen zu je neun Stück untergebracht sind. Die Überhitzerheizfläche ist fast 80 qm. Außerdem sind 180 Siederohre von 47/52 mm Durchmesser vorhanden. Zwischen der vorderen und hinteren Kesselwand beträgt die Länge dieser Siederohre 5,6 m.

c) Amerikanische Kessel.

Große Kessel aus zwei bis drei Schüssen infolge der verlangten großen Leistungen. Ursprünglich breite Feuerbüchsen, wodurch die Rostfläche beliebig breit gemacht werden konnte. Man führt Rostflächen aus von 5,5 bis 6,5 qm bei Fettkohle¹⁾ bzw. bis 11,3 qm bei Magerkohle für starke Mallet-Lokomotiven. Doch werden solche großen Rostflächen in letzter Zeit nur noch ausnahmsweise gebaut. Meist findet man bei P- und G-Lokomotiven einen Rost von R = 5 bis 6 qm Fläche. Bereits von 4 bis 5 qm an bei Überschreiten von 1,6 m Rostbreite ist Beschicken des Rostes von Hand schwierig; deshalb selbsttätige Rostbeschickung.

Meist runde gewöhnliche Feuerbüchse; seltener ist die eckige Belvaire-Feuerbüchse (heute noch bei der Pennsylvania-Bahn). Um großen Feuerbüchseninhalt zu gewinnen, wird eine Verbrennungskammer angewendet; es ist dies eine Verlängerung der Feuerbüchse nach vorn in den hintersten Kesselschuß, wodurch auch die Entfernung zwischen den Rohrwänden verkürzt wird. Heizfläche der Feuerbüchse und Verbrennungskammer etwa gleich vierfacher Rostfläche. Besonderer Wert wird gelegt auf freien Wasserumlauf; daher breite Bodenringe (vorn 125 mm, hinten und seitlich 100 bis 125 mm).

Statt Rauchverbrennungseinrichtungen werden in der Regel sehr tiefe Feuergewölbe eingebaut. Diese werden getragen von Wasserrohren, die von dem unteren Teil der Feuerbüchsen-Rohrwand bis zum oberen Teil der Hinterwand gehen. Luken zum Reinigen dieser Wasserrohre sind ihren Öffnungen gegenüber im Stehkesselmantel angebracht.

¹⁾ Verbrennung auf 1 qm Rost etwa 580 kg/qm stündlich bei Fettkohle.

Die innere Feuerbüchse wird aus Flußeisen genietet, neuerdings auch geschweißt. Die Kessel-Rückwand ist stets nach vorn geflanscht. Verankerung meist nur durch Stehbolzen, vielfach Versteifung der Feuerbüchsen-Hinterwand und -Rückwand durch Blechanker oder durch an den Kesselschüssen angreifende bewegliche Rundanker. Der Dom ist häufig aus einem Stück gepreßt.

Abb. 94¹⁾ zeigt den ungewöhnlich großen Kessel (mit Belpaire-Stehkessel) der 1 D + D - Heißdampf-Vierling-G-Lokomotive der Pennsylvania-Bahn. Der Langkessel hat zwei Schüsse aus 33,5 mm starken Blechen. Der erste Schuß ist kegelförmig, der andere walzenförmig und hat im oberen Teil die zum Anschluß des Belpaire-Stehkessels nötige Anflanschung. Die Verbrennungskammer ist 3550 mm tief und besteht aus vier Teilen: einem unteren 19 mm starken mit Flansch zum Anschluß an den Grundring, zwei ebenso starken Seitenblechen und der 11 mm starken Belpaire-Decke. Da die Feuerbüchse mit der Verbrennungskammer 7849 mm lang ist, mußte zwischen beide ein besonderes Dehnglied eingeschaltet werden.

| | |
|--|---------------|
| Dampfüberdruck | 14,4 kg/qcm |
| Kesseldurchmesser (außen vorn an d. Rauchk.) | 2435 mm |
| Feuerbüchsen-Länge | 4267 mm |
| Feuerbüchsen-Weite | 2438 mm |
| Länge v. Feuerbüchse mit Verbrennungskammer | 7849 mm |
| Heizrohranzahl | 137 bzw. 284 |
| Heizrohrlänge | 5791 mm |
| Heizrohrdurchmesser (außen) | 57 bzw. 83 mm |
| Heizfläche der Feuerbüchse | 49,33 qm |
| Heizfläche der Heizrohre | 568,99 qm |
| Heizfläche des Überhitzers | 291,33 qm |
| Rostfläche | 10,4 qm |

Jacobs-Shupert-Hinterkessel. Man wollte die der gewöhnlichen Feuerkiste anhaftenden Mängel vermeiden, die im wesentlichen in der Art der Versteifung der flachen Wände durch Stehbolzen begründet liegen, die Haltbarkeit erhöhen, die Unterhaltungskosten herabsetzen und den Wirkungsgrad der Feuerung verbessern. Der Jacobs-Shupert-Hinterkessel (Abb. 95) läßt die Grundform des alten Lokomotivkessels unverändert. In manchen Fällen können daher vorhandene Lokomotivkessel mit dieser Feuerbüchse ausgerüstet werden, ohne daß besonders umfangreiche Veränderungsarbeiten an den übrigen Teilen der Lokomotive erforderlich sind.

Die innere Feuerbüchse (Abb. 96) besteht aus einer Anzahl U-förmig gebogener Stahlringe A, die bei fast allen Entwürfen für amerikanische Lokomotiven 244,5 mm breit sind und eine Blechstärke von 11,1 mm besitzen. Der Querschnitt der Ringe hat annähernd die Form einer halben Ellipse. Senkrecht zur großen Achse schließen sich Flansche an, die der Wasserseite des Kessels zugewendet sind. Die Anzahl der Ringe A wird durch die gewünschte Länge der Rostfläche bestimmt. Aus ähnlich geformten, mit Flanschen versehenen Ringen B, deren Querschnitt sich nach der Außenseite des Kessels hin wölbt, besteht der äußere Feuerbüchsenmantel. Die Ringe sind 12,7 mm stark. An Stelle der seitlichen Stehbolzen und Deckenanker sind zwischen die Flanschen der inneren und der entsprechenden äußeren Ringe 9,5 mm

¹⁾ Organ 1920, 15. September, Tafel 26.

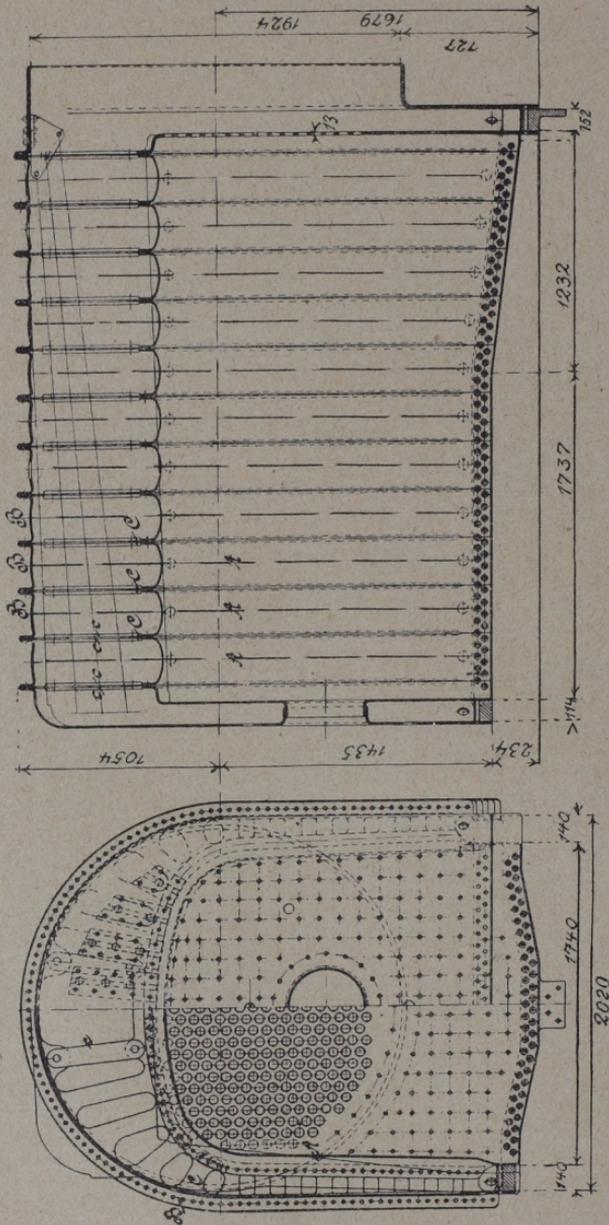


Abb. 95. Jacobs-Shupert-Hinterkessel.

starke Stehbleche C genietet. Letztere sind bogenförmig und haben zahlreiche Aussparungen, damit die Wasserbewegung in waagrechter Richtung möglichst wenig behindert wird. Über der Feuerbüchsedecke ist ein geräumiger Ausschnitt angebracht, in den ein Mann vom Langkessel aus hineinkriechen und die einzelnen Ringe, soweit sie die Decke der Feuerbüchse bilden, besichtigen und reinigen kann. Durch den Ausschnitt werden die Stehbleche beträchtlich geschwächt. Damit genügende Festigkeit gewahrt bleibt, sind an diesen Stellen abnehmbare Flacheisenanker (c in Abb. 95) eingezogen. Über dem Bodenring sind bogenförmige Ausschnitte, die einen freien Wasserdurchfluß gewähren. Alle Niete, welche die Stehbleche C mit den Ringen des Hinterkessels verbinden, liegen im Wasserraum des Kessels.

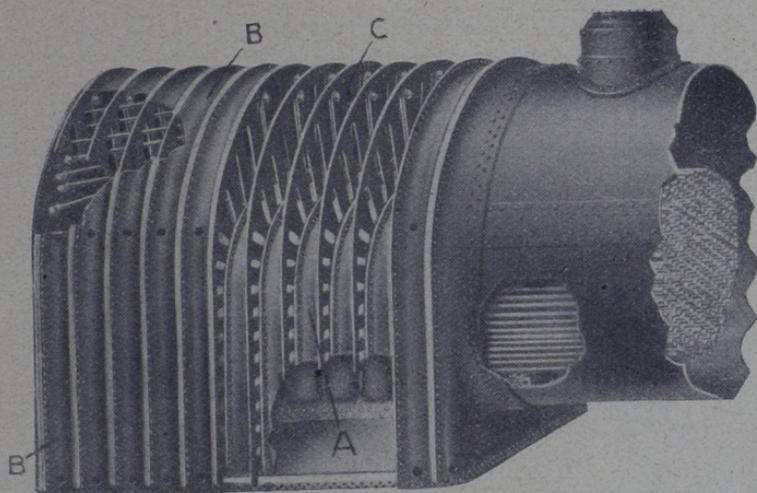


Abb. 96. Jacobs-Shupert-Hinterkessel.

Die Verbindung zwischen den U-förmig gebogenen Ringen A der Feuerbüchse und dem Bodenring geschieht auf folgende Weise: die Flansche der Ringe werden in geringer Entfernung über dem Bodenring abgeschnitten, die Ringe selbst an diesen Stellen flach geschmiedet, unterhalb des Stehbleches stumpf gegeneinander gestoßen und durch Schweißung miteinander verbunden. Die Nietteilung des Bodenringes ist so gewählt, daß durch jede Schweißfuge ein Niet hindurchgeht und letzterer auch von der Schweißfuge der äußeren Ringe aufgenommen wird. Jeder Außenring besitzt auf jeder Seite zwei Reinigungsöffnungen. Die eine Öffnung befindet sich in geringer Entfernung über dem Bodenring, die andere etwa in Höhe der Feuerkistendecke.

Die 14,3 mm starke Rückwand des Kesselmantels und die Stiefelknechtplatte sind mit Flanschen zum Anschluß an den ersten und letzten Ring des äußeren Feuerkistenmantels versehen und weisen im übrigen die üblichen Formen auf. Ihre Versteifung erfolgt durch

Stehbolzen. Im oberen Teil der Kesselrückwand sind Kloben angenietet, an denen Zuganker aus Rundeisen befestigt werden. Die Kloben zur Aufnahme des anderen Endes werden am Rundkessel befestigt. Rückwand und Stiefelknechtplatte besitzen in der Rundung der unteren Ecken Reinigungsöffnungen. Mehrere solcher Öffnungen sind außerdem noch über die Rückwand verteilt. Feuerbüchsrück- und Rohrwand bestehen aus besonderen Platten, die oben und an den Seiten gekümpelt und mit Flanschen zum Anschluß an die zunächst liegenden Stehbleche versehen sind. Ihre Stärken betragen 9,5 und 12,7 mm.

5. Besondere Feuerungsarten.

a) Rauchverzehrende Feuerungen (Rauchverbrenner).

Ihr Zweck soll einmal sein möglichste Beseitigung der Rauchbildung und damit die Vermeidung von Beschwerden über Rauchbelästigung, außerdem die bessere Ausnutzung der Kohle und deren bessere wirtschaftliche Verwendung. Zur Vermeidung der Rauchbildung muß stets für genügende und richtige Luftzufuhr gesorgt werden. Ferner ist Bedingung, daß die zugeführten Luftmengen mit den Verbrennungsgasen an solchen Stellen der Feuerung gemischt werden, wo die Temperaturen zur Entzündung des Gemisches ausreichen.

Je höher das Vakuum der Feuerkiste, das bei Lokomotiven dauernd schwankt, um so größer sind die Geschwindigkeiten der Gase in dem Feuerungsraum und den anschließenden Siederohren, um so schneller geht die Entgasung der Kohle vor sich, und darum muß um soviel mehr Luft zur vollständigen Verbrennung in derselben Zeit bei höherem Vakuum in die Feuerkiste eingeführt werden als bei geringerem. Die durch die Roste angesaugte Luftmenge reicht nicht allein aus zur rauchfreien Verbrennung; ein Teil der Verbrennungsluft muß deshalb in die Feuerkiste als Oberluft eingeleitet werden. Wird die eingeführte Oberluftmenge abhängig gemacht von der Höhe des in der Feuerkiste herrschenden Vakuums, so ist sie dadurch gleichzeitig der Kohlenmenge angepaßt. Denn das Vakuum in der Feuerkiste hängt ab von der Auspuffstärke, und der Auspuff seinerseits wiederum von der zeitweiligen Lokomotivbeanspruchung.

Beim Halten der Lokomotive, d. h. bei geschlossenem Regler, fällt die Anfachung des Feuers durch den Abdampf fort, und es ist dann für eine rauchfreie Verbrennung erforderlich, daß durch ein selbsttätiges schwaches Anstellen des Hilfsbläasers ein geringes Vakuum in der Feuerkiste erhalten bleibt, während zugleich eine geringe Menge Oberluft genügt. Wird aber bei längerem Aufenthalt auf Haltestellen nachgefeuert oder geschürt, so ist es erforderlich, die Wirkung des Hilfsbläasers zu verstärken und zu gleicher Zeit größere Mengen Oberluft einzuführen.

Rauchverbrenner Bauart „M a r c o t t y“ mit Kipptür (Abb. 97 u. 98). Die Kipptür a hat seitliche Luftkanäle b für die Oberluft, die unten durch Drosselklappen c verschlossen sind. Die Klappen sind so ausbalanciert, daß sie sich durch das Vakuum heben und so den Luftzutritt regeln. Zunahme der Verschlackung bedingt erhöhte Luftzuführung infolge des entstehenden höheren Vakuums. Zur Vorwärmung der Luft und zur Verhütung, daß Kohlenstücke beim Be-

schicken des Rostes in die Luftkanäle fallen, sind die Eintrittsöffnungen nach dem Feuerraum durch Rippen *d* (Lamellen) abgeschlossen. Der Dampfschleier wird durch zwei Düsen *e* gebildet, von denen jede fünf bis sechs Bohrungen enthält. Er muß geneigt sein, um ein zu weites Hochreißen der Dampfstrahlen zu verhindern. Letztere haben den Zweck, die durch die Kanäle eingeführte Oberluft mit den Rauchgasen zu vermischen und eine Abkühlung der Rohrwand zu verhüten. Die Düsen *e* werden mit Hilfe der daran befindlichen Spindeln in hohle Stehbolzen eingeführt, können also herausgenommen werden.

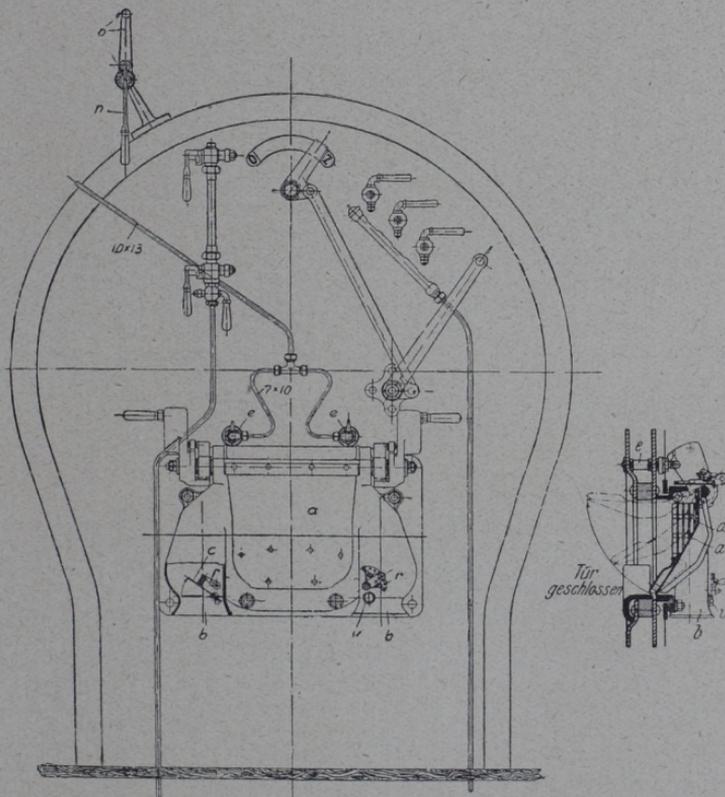


Abb. 97. Rauchverbrenner Bauart „Marcotty“ (Türansicht).

Zur Regelung der Zugverhältnisse dient das selbsttätige Absperr- und Bläserventil *F*, das am Dom angebracht oder mit diesem durch ein Rohr verbunden ist. Das Ventil steht mit seinem größeren Kolben durch eine Rohrleitung *l* mit dem Schieberkasten des Hochdruckzylinders in Verbindung, so daß es während der Fahrt der Lokomotive den Hilfsbläser geschlossen hält. Wird dagegen der Regler geschlossen, so öffnet sich der Umsteuerkolben, weil kein Gegendruck

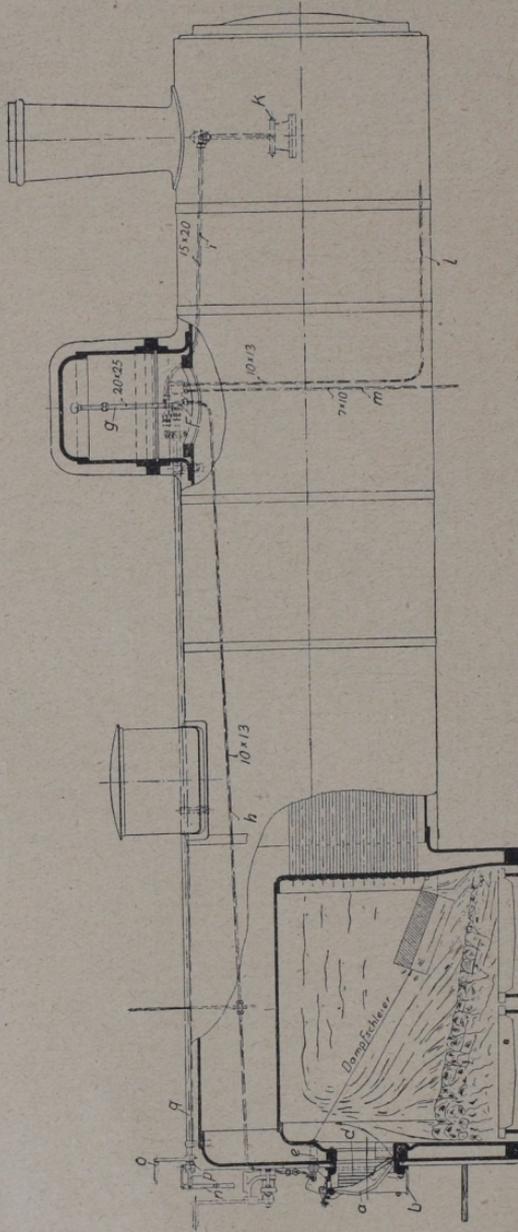


Abb. 98. Rauchverbrenner Bauart „Marcotty“, mit Kipptür (Längsschnitt).

vom Schieberkasten her vorhanden ist, und der Dampf gelangt nach Anheben des Rückschlagventils durch den Umlaufkanal zum Bläser. Leitung m dient zur Entlüftung, Leitung h führt zu den Düsen.

Andere Rauchverbrenner-Bauarten sind die von „Marek“ (Österr. Staatsbahn), „Staby“ (gebaut von Körting) und „Langer-Marcotty“. Bei der preußischen Staatsbahn wird nur die Bauart „Marcotty mit Kipptür“ angewendet.

Auf die Dauer haben die Rauchverbrenner nicht das gehalten, was man erwartet hat. Es wurde deshalb bei den preußischen Staatsbahnen nur die Kipptür mit der Oberluftzuführung beibehalten.

b) Feuerungen mit selbsttätiger Beschickung.

Man unterscheidet selbsttätige Beschickung mit flüssigem und mit festem Brennstoff.

1. Feuerung mit flüssigem Brennstoff¹⁾ (Ölfeuerung).

Kommt als reine Ölfeuerung oder als Zusatzfeuerung zur Anwendung. Hierfür werden sehr hochwertige Brennstoffe von 8000 bis 11000 WE benutzt. Ölfeuerung ist besonders in den Ländern zu finden, wo Heizöl in natürlichem Zustande vorkommt, wie z. B. in Galizien, Süd-Rußland, Rumänien, Japan, Indien und Amerika. Sonst ist diese Feuerungsart auch in solchen Gebieten in Gebrauch, wo Strecken liegen mit vielen und langen Tunnels (Arlbergbahn). Flüssige Heizstoffe neben Kohlenfeuerung dienen als Zusatzfeuerung, um eine ganz besonders hohe Kesselleistung auf schwierigen Streckenverhältnissen vorübergehend zu erreichen (engl. Große Ostbahn, französische Ostbahn); ferner, um Rauchbelästigung oder Gefährdung der Umgegend durch Funkenflug zu vermeiden.

Als flüssige Heizstoffe werden Teeröl oder die Rückstände der Erdölerzeugung verwendet, die etwa 40% des Rohöles betragen. Infolge Verschiedenheit der Zerstäuber und Zusammensetzung der Ölrückstände sind die Zahlenangaben über die Verdampfungsfähigkeit der flüssigen Heizstoffe verschieden. Für die Ölrückstände bei den rumänischen Staatsbahnen ist der Heizwert z. B. etwa 10500 WE. Verglichen mit Cardiff-Kohle wurde dort gefunden, daß die Wärmewirkung von 1t Rückständen etwa der von 1,33t Kohle entspricht. Aus englischen²⁾ Versuchen ergaben sich folgende Verdampfungsziffern, bezogen auf 100° C: für schweres pennsylvanisches Rohöl 21,48, für leichtes kaukasisches Rohöl 22,79, für schweres kaukasisches Rohöl 20,85, für Erdölrückstände 20,53. Die Nutzleistung flüssigen Heizstoffes sinkt durch den Dampf, der erforderlich ist, um das Öl zu zerstäuben und dünnflüssig zu machen.

Lokomotiv-Ölfeuerungseinrichtungen bestehen aus den Ölbehältern, den Verteilungsleitungen, den Reglungsorganen und den Zerstäubern (Brennern). Nach Anordnung der Brenner bezüglich ihrer Lage zum Hinterkessel unterscheidet man folgende vier Bauarten: Brenner in der Feuertüröffnung (am meisten verbreitet, Bauart „Dragu“), Brenner in der Feuertürwand (in besonderen, meist unter-

¹⁾ Vgl. Sußmann: „Ölfeuerung für Lokomotiven“, Springer, Berlin 1912.

²⁾ Engineering 1897, S. 745.

halb vom Feuerloch eingesetzten Hülsen, Bauart „S u ß m a n n“), Brenner unterhalb der Stehkesselrückwand (Amerika) und Brenner unterhalb der Rohrwand. Bei gemischter Heizung legt man die Brenner gewöhnlich unter oder neben die Feuertür; bei reiner Ölheizung meist in eine Platte, die gleichzeitig statt einer Türöffnung den Hinterkessel fest verschließt. Die Neigung des Brenners ist hauptsächlich abhängig von der Form der Feuerbüchse, von der des zerstäubten

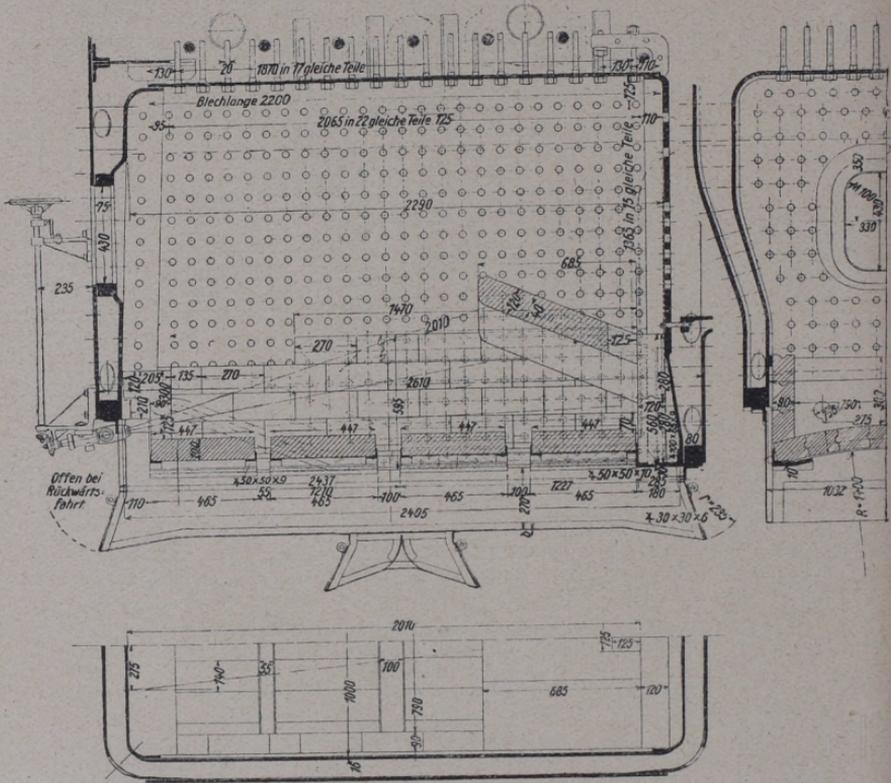


Abb. 99. Entwurf einer Feuerbüchse für Ölfeuerung.

Strahles, sowie von der Anzahl und Stärke der Brenner. Die Zerstäubung des Brennstoffes wird dadurch erreicht, daß man den im Zufluß zusammenhängenden Ölteilchen gleichzeitig hohe Geschwindigkeit, sowie voneinander abweichende verschiedene Richtungen erteilt.

Nach Sußmann arbeiten die Brenner nach drei Verfahren, die wiederum miteinander vereinigt werden können. Er bezeichnet diese drei Gattungen als Druck-, Turbinen- und Dampfbrenner. Bei den Druckbrennern wird der Brennstoff selbst unter Druck gesetzt und in den Verbrennungsraum geschleudert. Die Turbinenbrenner werden

kaum praktisch angewendet. Die Dampfbrenner arbeiten mit Dampf oder Luft als Zerstäubungsmittel; sie sind am meisten verbreitet. Es gibt fünf Grundbauarten von Dampfbrennern¹⁾: Topfbrenner, Saugbrenner, Kammerbrenner, Injektorbrenner und Wurfbrenner. Am häufigsten kommt der Injektorbrenner vor. Von diesen fünf Grundformen ergibt jede entsprechend ihrer Mündungsformen wiederum vier Abarten. Man unterscheidet folgende Mündungsformen: Runde Bohrungen, flache Schlitze, Kreisinge in wagerechter und in senkrechter Lage. Übereinstimmend hiermit ist die Gestalt der Brennerflamme rund, flach, fächerförmig oder ringförmig-konzentrisch.

In dem Entwurf (Abb. 99) für eine 1D1-Stadtbahnlokomotive sind die beiden etwas geneigten Ölbrenner in Entfernung von je

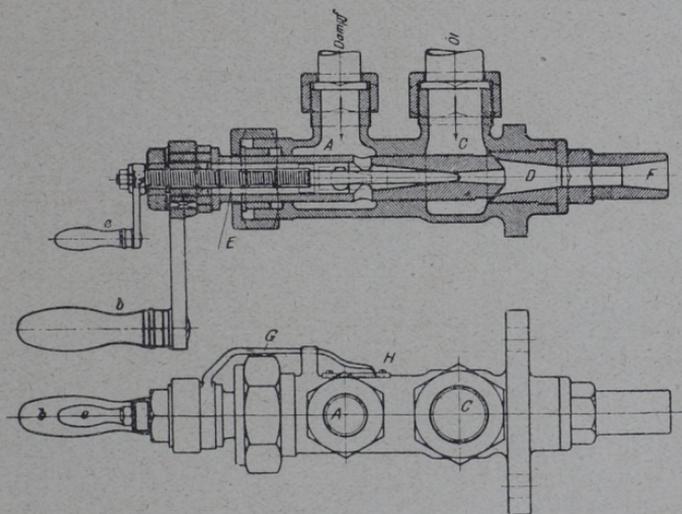


Abb. 100. Brenner Bauart „Dragu“.

275 mm von Kessel-Längsmittle unterhalb der Rückwand des Stehkessels angeordnet. Mittels senkrechter Spindel wird der Ölzufluß vom Führerstand aus geregelt. Die Feuerkiste ist ringsum mit Schamottesteinen ausgemauert.

Erwähnenswert sind folgende mit Dampf als Zerstäubungsmittel arbeitende Lokomotivbrennerbauarten: 1. Regelung und Abstellung der Öl- und Dampfzuführung vor dem Brenner; Bauart „Holden“, englische Große Ostbahn und Arlbergbahn; 2. Regelung und Abstellung der Öl- und Dampfzuführung innerhalb des Brenners; Bauarten „Urquhart“ in Rußland, „Dragu“ und „Cosmovici“ in Rumänien, „Sußmann“ auf Versuchslokomotiven der preußischen Staatsbahnen, sowie die Bauarten „Sheedy“, „Booth“, „von Böden-Ingles“ an amerikanischen Lokomotiven.

¹⁾ Report of the U. S. Naval „Liquid Fuel“, Board usw., G. M. Melville, Washington, 1904.

Brenner Bauart „Dragu“ (Abb. 100). Der Austrittsquerchnitt der Öldüse und der der Dampfduße sind innerhalb des Brenners regelbar. Flüssiger Heizstoff wird zugleich mit Dampf eingeblasen. Bei C tritt das Öl, bei A der Dampf ein und gelangt durch Löcher in das Innere der Dampfduße, wo seine Menge durch eine Spindel E am Handgriff e geregelt wird. Mittels Handgriffes b läßt sich der Ölzutritt von C nach dem Mischraum D durch Verstellung der Dampfduße (durch Vorwärts- oder Zurückschrauben eines nadelförmigen Stiftes beim Drehen des Handgriffes b) mehr oder weniger versperren. Hat der Dampf die engste Stelle an der Spitze des nadelförmigen Stiftes durchlaufen, so dehnt er sich aus; gleichzeitig nimmt der Dampfdruck ab und die Geschwindigkeit zu, und der Dampf mischt sich im Mischraum D mit dem von C angesaugten Heizstoff. Hierauf tritt das Dampf- und Ölgemisch bei F in die Feuer-

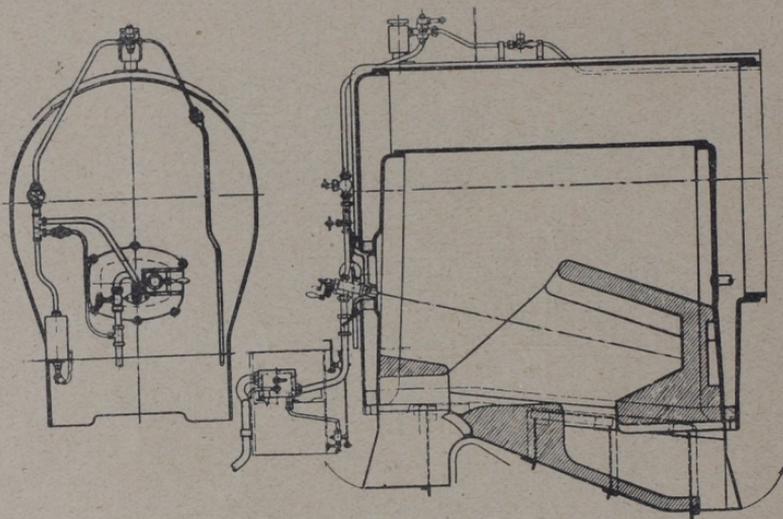


Abb. 101. Feuerbüchse mit Dragu-Brenner.

büchse über. Durch Zeiger G wird an der Teilung H die Düsenstellung außen kenntlich gemacht.

Abb. 101 zeigt die Ausstattung des Hinterkessels einer rumänischen 1C-Lokomotive für Ölfeuerung unter Anwendung des Dragubrenners¹⁾. Der Brenner sitzt in der Feuertüröffnung. Als Aschkasten ist der der früheren Kohlenfeuerung beibehalten worden; er wurde derart versteift, daß er das Gewicht einer starken Schamotteausmauerung tragen konnte. Die Aschkastklappen sind wie früher geblieben. Zur Verhütung des unmittelbaren Zuflusses kalter Luft an die Flamme und besonders an die stark erhitzten Wände der Feuerbüchse, bilden die Schamottesteine von der vorderen und hinteren Aschklappe aus einen besonderen

¹⁾ Glasers Annalen 1910, 1. Juli, S. 13.

Kanal zur Vorwärmung der Verbrennungsluft. Die Schamotteausmauerung dient als Wärmespeicher und als Ersatz für die sonst auf dem Rost befindliche glühende Kohlenmenge, damit beim Abstellen der Brenner das schnelle Sinken des Kesseldruckes vermieden wird. Ferner bewirkt die Schamotteausmauerung eine innige Mischung der Heizgase mit der Luft.

Brenner Bauart „Holden“¹⁾. Rohrförmiger Brenner (Vereinigung von Injektor- und Wurfbrenner), dessen Anordnung (hier zwei Stück) an einer Lokomotive der englischen Großen Ostbahn Abb. 102 zeigt. Durch Rohr a wird das Öl eingespritzt und durch Rohr b vorgewärmt. Rohr c dient zum Lufteinblasen, d zur Düsenreinigung und e für den Zufluß des Öls. Die Mündung jedes der beiden Brenner hat eine derartige Form, daß sich zwei Flammenstrahlenbündel bilden; das eine von ihnen hat eine Richtung geradeaus, das andere hat eine schräge Richtung und überschneidet sich mit dem schrägen Flammenbündel des anderen Brenners.

Brenner Bauart Sußmann (Abb. 103). Einfacher Flachschießbrenner mit breiten, rechteckigen Kanälen ohne bewegliche Teile, der sich in kurzer Zeit zwecks Reinigung durch einen anderen, vorrätig zu haltenden Brenner ersetzen läßt. Von den beiden Kanälen im Gehäuse des Brenners ist der obere a für Öl, der untere b für Dampf bestimmt. Als Brennermündung ist eine Platte c auf dem Brennerkörper d aufgeschliffen und aufgeschraubt. Durch Formgebung der Platte c läßt sich erreichen, daß je nach Brennerlage in der Feuerkiste das Flammengemisch in gewünschter Richtung (nach oben, nach unten oder seitlich) austritt. Der Brenner wurde versuchsweise mit gutem Erfolg an Schnellzuglokomotiven der preußischen Staatsbahnen für Zusatzfeuerung und reine Öfeuerung angebracht (Abb. 105).²⁾ Von zwei Flachschießbrennern ist immer je einer in besonderen, unterhalb vom Feuerloch zu beiden Seiten eingeschraubten Düsen in der Feuertürwand angeordnet. Die Flamme kann schräg in Richtung des Rostes unter das Feuergewölbe schlagen; jedoch findet ein seitliches Berühren der Flamme mit der Feuer-

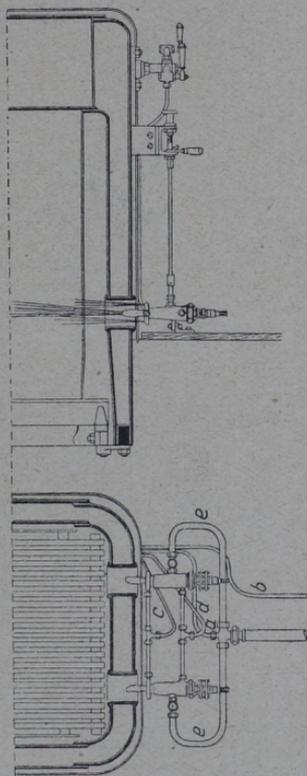


Abb. 102. Brenner Bauart „Holden“.

¹⁾ Organ 1912, S. 221, Abb. 4.

²⁾ Glasers Annalen 1910, 1. Juli, S. 14.

büchswand (vgl. Grundriß) nicht statt. Das Feuergewölbe ist an seinem unteren Ende mit erweiterten Durchbrechungen versehen, um die Flamme größtenteils zur Rohrwand gelangen zu lassen.

Amerikanischer Flachsitzbrenner von „Sheedy“, wie er für reine Ölföderung bei der Süd-Pacificbahn benutzt wird, in Abb. 104 a. Bei a tritt das Öl ein, bei b die Luft und bei c der Dampf. Vorn an der Spitze der Dampföse befindet sich ein feiner Schlitz d, durch den der Dampf austritt. Bei e verläßt das Gemisch den Brenner. Bei den Brennern (Abb. 105 b) „von Boden-Ingles“ tropft das Öl zunächst auf eine Platte und wird von dort aus durch einen Dampfstrahl mitgerissen.

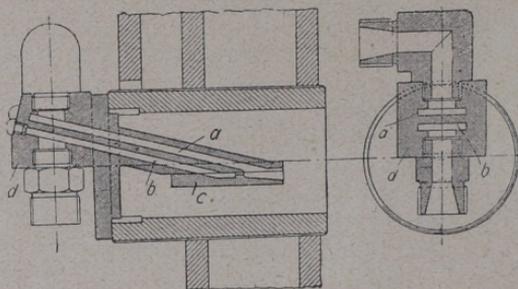


Abb. 103. Brenner Bauart „Sußmann“.

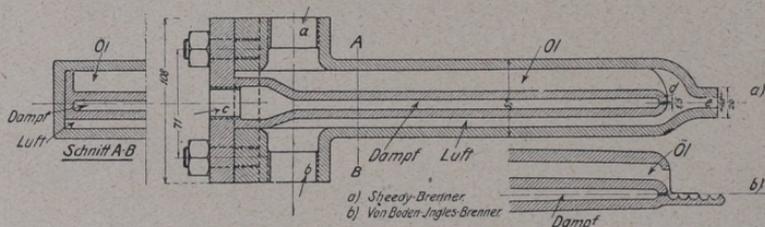


Abb. 104. Amerikanische Brenner.

Nach Sußmann weist die Zusatzölföderung u. a. folgende Vorteile¹⁾ für Lokomotiven auf:

1. Die Kesselleistung kann durch Teeröl-Zusatzföderung dauernd um 15 bis 20% erhöht werden, und zwar bis an die Grenze der Zylinderleistung und ohne Mehrbeanspruchung des Heizers;
2. dadurch ist eine höhere Belastung der Lokomotiven zulässig, die bei den meisten Lokomotivbauarten bis an die Grenze der Maschinen- bzw. Schleppleistung gesteigert werden kann;
3. Störungen infolge Dampf- und Wassermangel, infolge schlechter Kohle, Verschlacken der Roste, Verlegung der Rohre werden verhindert, sofern die Zusatzföderung in gut arbeitendem Zustande erhalten wird;

¹⁾ Glasers Annalen 1911, 1. April, S. 130.

4. infolge Verringerung der Schlackenbildung und des Verlegens der Rohre und der Rauchkammer durch Zunder und Flugasche fallen Zwischenreinigungen fort; es sind kürzere Wendezeiten möglich, somit höhere kilometrische Leistungen, bessere Ausnutzung der Lokomotiven (besonders Güterzuglokomotiven) und Durchfahren längerer Strecken ohne Lokomotivwechsel (Schnellzuglokomotiven);
5. Qualm wird eingeschränkt und kann auf Bahnhöfen und bei Durchfahrt von Tunnels durch geeignete Behandlung des Feuers ganz vermieden werden;

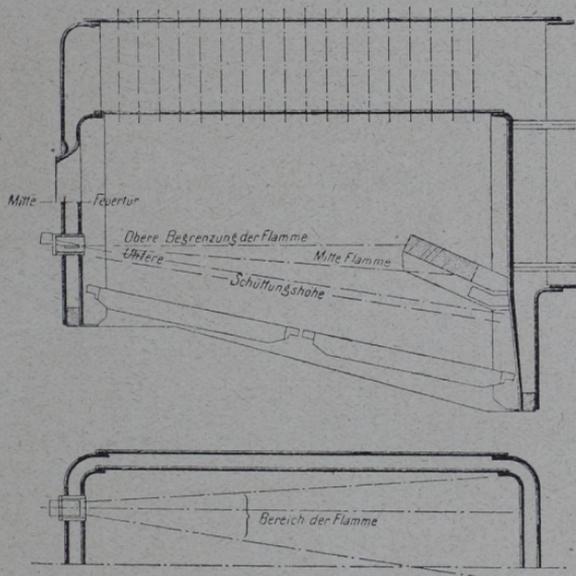


Abb. 105. Feuerbüchse mit Submann-Brenner.

6. Beschädigungen der Feuerkiste und der Feuerlochungrenzung durch hohes Feuer werden vermieden, eine größere Schonung der ganzen Feuerkiste ist zu erwarten, der Rost bleibt gut erhalten;
7. der Einbau der Zusatzfeuerung läßt sich im allgemeinen einfach und mit verhältnismäßig niedrigen Kosten durchführen;
8. die gesamten Brennstoffkosten stellen sich im Durchschnitt nicht wesentlich höher als bei reiner Kohlenfeuerung, ausgenommen für die unmittelbare Nachbarschaft der Kohlenbezirke.

II. Feuerung mit festem Brennstoff (mechanische Rostbeschicker).

Fast nur bei amerikanischen Lokomotiven mit großen Rostflächen in Gebrauch. Unter anderem sind Bauarten von Victor, Hayden, Strouse, Crosby, Kincaid, Hanna, Crawford, Barnum, Elvin und Street bekannt geworden.

Auf Rostflächen von 6 bis 8,5 qm, wie sie auf amerikanischen Bahnen wiederholt vorkommen, werden bei einer stündlichen Verbrennung von 350 kg/qm an Kohlen 2,1 bis 3,0 t stündlich verfeuert. Da von einem Heizer etwa 10 kg Kohle mit einem Schaufelwurf in die Feuerbüchse geworfen werden können, so bedarf es seinerseits rund 200 bis 300 Würfe stündlich; d. h. bei einer Rostbeschickung von jedesmal fünf Schaufelwürfen hintereinander müßte bei den großen amerikanischen Rosten alle 1 bis 1½ Minuten von dem einen Heizer mit der Schaufel bekohlt werden (bei uns nur in Abständen von etwa 4 Minuten), um die 2,1 bis 3,0 t in der einen Stunde zu verfeuern.

Bei selbsttätiger Beschickung verbrauchen die Lokomotiven 10 bis 40 % mehr Kohlen als bei Bedienung der Feuerung von Hand.

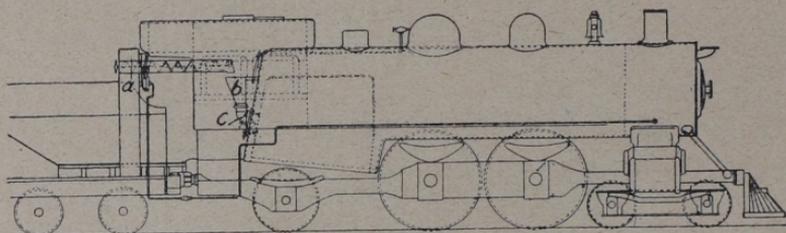


Abb. 106. Rostbeschicker Bauart „Hayden“.

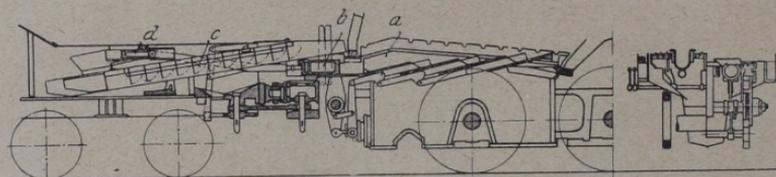


Abb. 107. Rostbeschicker Bauart „Crawford“.

doch wird dieser Mehrverbrauch durch höhere Leistung wieder ausgeglichen; namentlich ist die beförderte Zuglast größer. Der Mehrverbrauch hängt zum Teil auch damit zusammen, daß bei der handbedienten Feuerung die Leistungsfähigkeit des Heizers erschöpft war, während die Lokomotive sehr wohl eine größere Kohlenmenge zu verzehren imstande wäre, die ihr aber nur auf mechanischem Wege zugeführt werden kann.

Nach einem Anfang 1920 erschienenen Bericht sind in den Vereinigten Staaten 3717 Lokomotiven mit mechanischen Rostbeschickern ausgestattet. Fünf verschiedene Bauarten werden angewendet, von denen allerdings eine noch nicht über den Versuchsbetrieb hinaus gediehen ist. Die übrigen Lokomotiven mit selbsttätiger Beschickung des Rostes verteilen sich mit 1522, 1294, 731 und 169 Stück auf die vier anderen Bauarten. Nahezu die Hälfte der selbsttätig beschickten Lokomotiven sind 1D1-gekuppelt, 854 sind

Malletmaschinen. Die meisten von ihnen sind schwere Güterzug- und Gebirgslokomotiven; nur 58 Personenzuglokomotiven mit drei Triebachsen befinden sich unter den mit Rostbeschickern ausgerüsteten amerikanischen Lokomotiven.

Bauart „Hayden“ (Abb. 106). In einem mechanisch angetriebenen Becherwerk a wird die von Hand zerkleinerte Kohle vom Tender aus ununterbrochen durch eine endlose Förderkette zu einer etwa 80 kg Kohle fassenden Tasche b an der Hinterwand der Lokomotiv-Feuerbüchse geleitet. Diese Tasche ist notwendig als Zwischenglied zwischen der von der Förderschnecke ununterbrochen zugeführten und der von dem Verteilungsschieber zwischen Tasche b und Trichter c in Pausen in die Feuerbüchse eingebrachten Kohle. Der

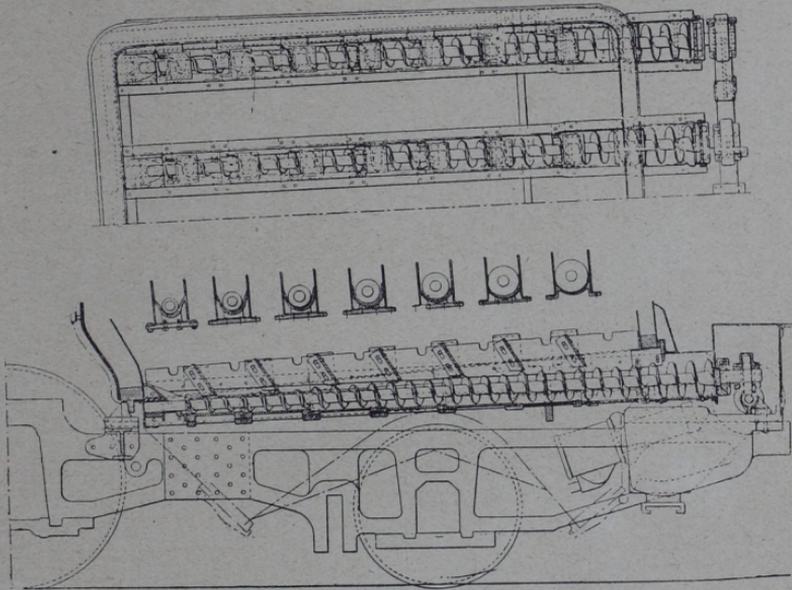


Abb. 108. Rostbeschicker Bauart „Barnum“.

etwa 5 kg Kohle fassende Verteilungsschieber ist eigentlich der bewegliche Boden der Tasche. Durch Drehung wird er abwechselnd gefüllt und gibt seinen Inhalt an den Trichter c in regelmäßigen Pausen ab. Dieser Trichter durchbricht die Feuertür schräg und läßt die Kohle auf eine wagerechte Platte innerhalb der Feuerbüchse in Höhe der Türunterkante gelangen. Unmittelbar dahinter liegen 5 strahlenförmig angeordnete Dampfdufen mit selbsttätiger Steuerung. Mittels der Düfen wird der vor ihnen liegende Brennstoff in die Feuerbüchse geblasen.

Bauart „Crawford“ (Abb. 107). Unterschubfeuerung (Kohle wird von unten an die Brennschicht nachgedrückt) bestehend aus zwei Trögen a unterhalb des Bodenringes, deren Seitenwände den als Schüttelrost ausgebildeten Rost etwas überragen

und die nach vorn zu abgeflacht sind. Die Kohlen werden in diese Tröge durch einen unter dem Bodenring vor- und rückwärtsgehenden Zubringerkolben *b* hineingedrückt und sodann vermittels dreier kleiner Kolben im unteren Teil der Tröge über deren ganze Länge verteilt. Durch Stangen sind die kleinen Kolben gelenkartig untereinander verbunden. Sie werden durch eine Querwelle bewegt, die durch einen Dampfzylinder links seitlich von der Lokomotive in schwingende Bewegung gebracht wird. Die Kohle wird dem Zubringerkolben *b* durch die Förderrinne *c* zugeführt. Zur vorherigen Zerkleinerung der Kohlenstücke dient ein Kohlenbrecher *d* unterhalb der Kohleneinfallöffnung auf dem Tender. Der Kolben

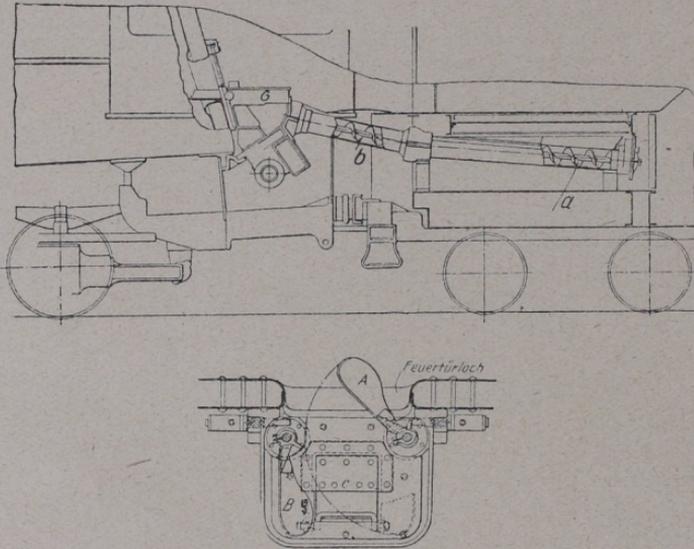


Abb. 109. Rostbeschicker Bauart „Elvin“.

dieses Kohlenbrechers wird gleichfalls von der Querwelle durch Hebel angetrieben. Nach ihrer Zerkleinerung fällt die Kohle in die Rinne *c*; über ihr wird ein Rahmen mit herunterhängenden Fingern bewegt. Letztere gleiten bei ihrem Rückwärtsgang über die Kohle hinweg, fassen jedoch beim Vorwärtsgang in die Kohle und befördern sie schubweise nach der Feueröffnung zu. Aus der Rinne gelangt die Kohle aus zwei Öffnungen vor die beiden Zubringerkolben *b* und kommt von dort aus auf die bekannte Art unter den Rost.

Bauart „Barnum“ (Abb. 108). Unterschubfeuerung mit vier Förderschnecken in der Längsrichtung der Feuerbüchse. Die Förderschnecken werden von einer Querwelle aus angetrieben, die ihrerseits wieder ihren Antrieb von zwei an der Rahmenseite untergebrachten Dampfmaschinen beiderseits erhält. Zwischen den vier Trögen der Förderschnecke liegen fünf Felder des Kipprostes. Jedes

Feld wird zur Hälfte von einer gemeinsamen Zugstange aus durch einen Aufsteckhebel bewegt. Die schrägen Abstreifbleche können in Schraubenschlitten leicht verstellt werden; ebenso die Förderrinnen, um die jeweilige günstigste Lage für jede Kohlengattung erproben zu können. Die Zerkleinerung der Kohle besorgt eine Brechmaschine am Tender, die von einer Dampfmaschine angetrieben wird. Letztere treibt auch einen Gurtförderer, der die Kohle zu den vier Trögen der Förderschnecke bringt.

Bauart „Elvin“¹⁾ (Abb. 109). Durch einen Gitterrost im Boden des Tenders fällt die Kohle auf eine Förderschnecke a, die nach vorn etwas ansteigt. Eine zweite Förderschnecke b, die mit ersterer durch ein Kugelgelenk verbunden ist, stellt die Verbindung zwischen Lokomotive und Tender her. Durch ein Gelenk am anderen Ende wird Förderschnecke b an das Gehäuse G der Beschickungsvorrichtung auf der Lokomotive angeschlossen. In diesem Gehäuse, das unterhalb der Feuertür der Lokomotive

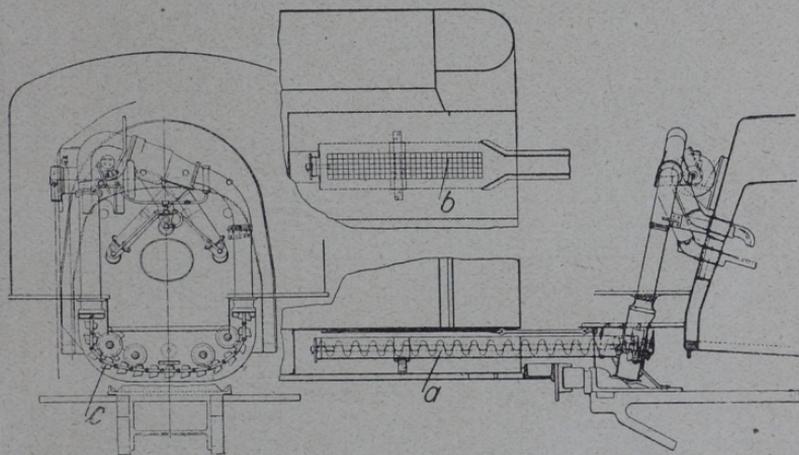


Abb. 110. Rostbeschicker Bauart „Street“.

sitzt, ist die eigentliche Rostbeschickungsvorrichtung eingeschlossen. Eine kleine Dampfmaschine dient zu ihrem Antrieb. Durch einen Schlitten werden die mit den Förderschnecken vom Tender her unter dem Führerstand herangeschafften Kohlen auf eine unten im Feuerloch liegende Schürplatte gehoben. Die Kohle kommt nunmehr auf zwei um senkrechte Zapfen sich drehende, an jeder Seite der Tür sitzende flügelartige Schaufeln (Löffel) A und B, mittels derer — bei ihrer Schwingung nach innen — die Kohlenstücke (von beiden Löffeln abwechselnd) auf den Rost gestreut werden. Durch Geschwindigkeitsregelung der Schaufeln läßt sich die Leistung des Rostbeschickers ändern. Gewöhnlich werden in einer Minute 34 Schaufeln mit Kohle auf den Rost geworfen. Antrieb der Förder-

¹⁾ Railway Age 1919, Januar, S. 200; Organ 1919, Tafel 42.

schnecke am hinteren Ende durch Gelenkwellen und Vorgelege vom Hauptgetriebe aus,

Bauart „Street“¹⁾ (Abb. 110 u. 111). Die Hauptbestandteile des Rostbeschickers sind: eine in einem Stahltrög des Tenders laufende,

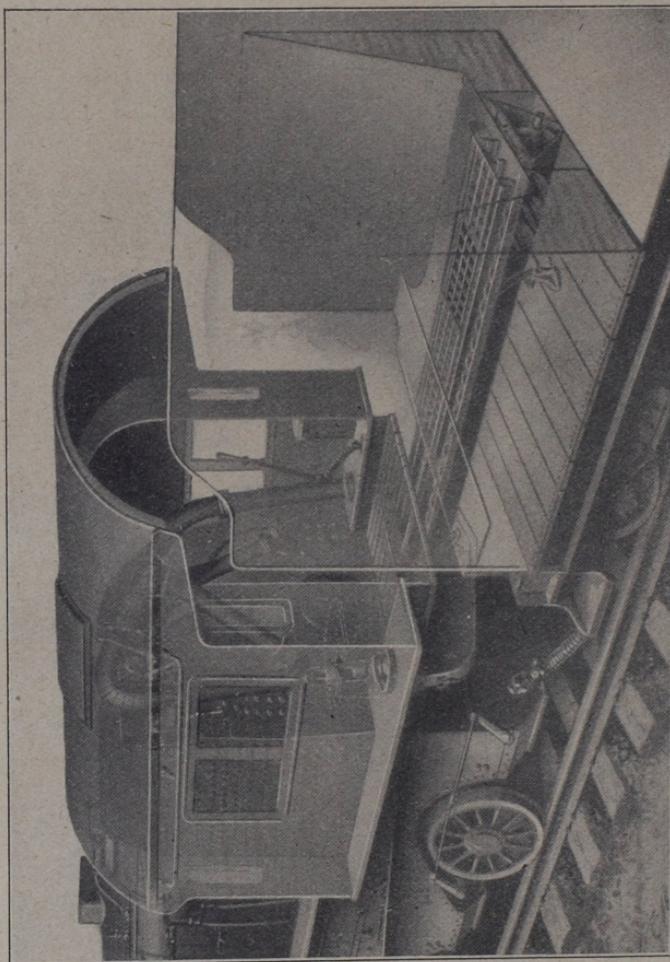


Abb. 111. Rostbeschicker Bauart „Street“ auf einer amerikanischen Lokomotive.

als Stahlschraube ausgebildete Förderschnecke a, welche die durch das ständig hin- und herbewegte Sieb b vom Tender hindurchfallenden Kohlen zur Lokomotive schafft; ferner eine vollständig umkleidete

¹⁾ Railway Age Gazette 1912, September, S. 469.

Becherkette c, welche die Kohle in die Höhe hebt, eine Regelvorrichtung zur Bestimmung der zu verfeuernden Kohlenmenge und eine Verteilungsvorrichtung zum guten Verteilen des Brennstoffes auf dem Rost. Eine Dampfmaschine zum Antrieb der ganzen Vorrichtung sitzt auf der Hinterkessel-Rückwand.

Zu Ergebnissen aus Versuchsfahrten¹⁾ wurden in Amerika 1D1-Heißdampf-Zwilling-Güterzuglokomotiven benutzt, die einen Wagenzug von 42 bis 64 Wagen mit einer Geschwindigkeit von 25 bis 48 km/st zu ziehen hatten. Ein Teil der Versuchslokomotiven wurde mit dem Rostbeschicker „Street“ versehen, ein anderer Teil wurde bei den Probefahrten von Hand bedient. Man erhielt dabei folgende Ergebnisse:

| | Beschickung | |
|---|-------------|----------|
| | nach Street | von Hand |
| Durchschnittlicher Dampfüberdruck . . . at | 11,79 | 12,07 |
| Kohlenverbrauch kg/tkm | 0,0199 | 0,0171 |
| Kohle für die Einheit d. Rostfläche kg/qm-st | 196,9 | 167,9 |
| Verdampfungsziiffer, berechnet für gesättigten Dampf von 1 at | 7,6 | 9,49 |
| Verdampftes Wasser, berechnet für gesättigten Dampf von 1 at für 1 qm Heizfläche kg/qm-st | 23,29 | 24,87 |

III. Feuerung mit Staubkohle

Die hierzu benutzte Kohle darf höchstens 30 % Asche enthalten. Ist sie getrocknet, sodann zu Staub zermahlen (höchstens 10 % Feuchtigkeit), so kann sie, wenn die Wärme geringer als 65° C, in geschlossenen Vorratsbehältern aufgehoben werden. Bis 5 t/min können in den vollständig geschlossenen Kohlenbehälter auf dem Tender aus den etwa 5 m über S. O. befindlichen Vorratsbehältern durch ein Füllrohr (ohne Berührung mit der Außenluft) eingelassen werden.

Der Vorgang bei der Lokomotivbeschickung (Abb. 112) ist folgender. Förderschnecke B auf dem Tenderboden schafft den Kohlenstaub zur Mischdüse C. Das Staub- und Luftgemisch geht durch Rohr D zum Brenner E unten an der Feuerkiste. Bis zu fünf Brenner in einer Reihe sind bisher an einer Lokomotive angeordnet worden, von denen 250 bis 1500 kg/st Kohlenstaub verarbeitet werden kann. Frische Luft wird nach Bedarf zugelassen, indem Klappe H durch Hebel I vom Führerstand aus eingestellt wird. Die Flamme zwischen den beiden Feuerbrücken J und K hat eine Temperatur von 1400 bis 1600°. Durch mehrere Seitenöffnungen L tritt außerdem Frischluft ein, wodurch eine vollständige Verbrennung erzielt wird. Der Verbrennungsvorgang läßt sich durch Schauloch M in der Feuer-

¹⁾ Organ 1914, 15. Januar, S. 35.

tür übersehen. In ihrem untersten Teil ist die Feuerbüchse zum Schutz der Bleche vorn und hinten vollständig mit feuerfesten Steinen ausgekleidet. Die am Feuerschirm K und an den Steinwänden in den Aschkasten herunterlaufende flüssige Schlacke erstarrt daselbst und bildet eine feste, leicht entfernbare Masse. Antrieb der Gebläse und der Förderschnecke durch Dampfturbinen, deren Abdampf in den Hilfsbläser geleitet wird.

6. Verbesserung des Speisewassers.

Reines und weiches zur Lokomotivkesselspeisung bestimmtes Wasser soll höchstens 6 bis 7 deutsche Härtegrade besitzen. Um dies zu erreichen, sind Vorrichtungen zur Abscheidung des Kesselsteines nach Erwärmung des Wassers an den Lokomotiven anzubringen, d. s.

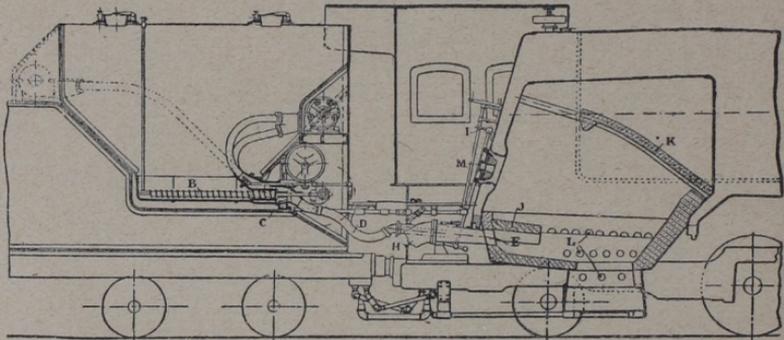


Abb. 112. Feuerung mit Staubkohle.

„Speisewasserreiniger“ oder „Schlammabscheider“. Ferner wird das Speisewasser verbessert, indem man ihm durch Vorwärmung im „Speisewasservorwärmer“ eine möglichst hohe Temperatur gibt. Vorteile hierdurch sind in der Hauptsache Schonung des Kessels, Verbesserung des Kessel-Wirkungsgrades, Einschränkung der zeitraubenden Kesselauswaschungen.

a) Speisewasserreiniger (Schlammabscheider).

Vor seinem Eintritt in den Kessel wird das Speisewasser durch Frischdampf auf mindestens 150 bis 160° in einem besonderen Behälter erwärmt, so daß an geeigneten Flächen die Kesselsteinbildner abgeschieden werden können, so weit sie sich durch Erwärmung in den unlöslichen Zustand überführen lassen. Besonders wird also durch solche Vorrichtungen im Wasser löslicher doppelkohlenaurer Kalk in den unlöslichen einfachkohlenaurer Kalk umgewandelt und dessen Ausscheidung bewirkt. Die Abscheidebehälter sind entweder außerhalb des Kessels oder innerhalb desselben im Dampfraum des Kessels angeordnet.

Bewährte Speiswasserreiniger sind u. a. die Bauarten: Gölsdorf, Metzeltin, Retjö, Knorr, Eisenbahn-Zentralamt, Jung, Schmidt & Wagner.

Schlammabscheider Bauart „Metzeltin“ (Abb. 113), gebaut von Hanomag. Im vorderen Teil des Kessels ist eine Zwischenwand a gezogen, in welche die Siederohre nur leicht eingewalzt sind. Wand b oberhalb der Rohre trägt nach hinten zu ein Winkeleisen c, dessen nach unten gerichteter Flansch unterhalb von b einen Luftsack bildet. Das Wasser wird bei d unterhalb eines Ablenkbleches e nach unten zu in die vordere Kammer eingeleitet, erwärmt sich beim Hochsteigen an den Siederohren, wobei die Ausscheidung der Kesselsteinbildner vor sich geht, und gelangt schließlich über den Überlauf in der Zwischenwand a in den Kessel. Der

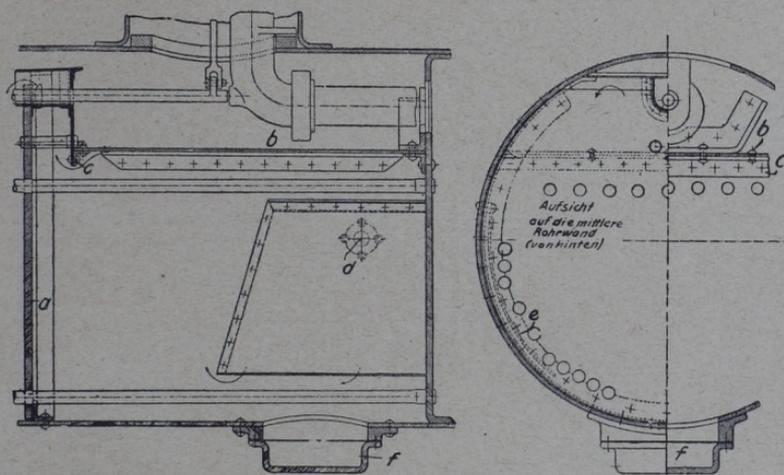


Abb. 113. Schlammabscheider Bauart „Metzeltin“.

Luftsack unter dem Blech b soll den unnötigen Niederschlag des Kesseldampfes über der Kammer vermindern. Für die Aufnahme des sich bildenden Schlammes ist ein Schlammesammler f unten am Langkessel vorgesehen.

Speiswasserreiniger der ungarischen Staatsbahn Bauart „Pecz Retjö“ (Abb. 114). Er sitzt oben auf dem Kessel unmittelbar hinter dem Dampfdom. Der Reiniger besteht in der Hauptsache aus dem Reinigungskessel a, der durch Stützen b mit dem Dampfraum des Lokomotivkessels verbunden ist. Um die kesselsteinbildenden Salze durch Erhitzen des Speisewassers zu fällen, muß letzteres im Kreislauf geführt werden, was auf folgende Weise erreicht wird.

Die an dem Deckel f befestigten Zellen c bilden mit den Rohr-Zwischenstücken e, welche abwechselnd die Zellen c oben und unten verbinden, einen Weg für den Kreislauf des Speisewassers. Außer den Zellen c sitzt am Deckel f auch der Ab-

laßbahn g für den Schlammfänger d. Die Zellen c sind durch längliche Schlitz mit Schlammfänger d verbunden, so daß sich die bei Erhitzung aus dem durch die Zellen fließenden Wasser ausgefällt

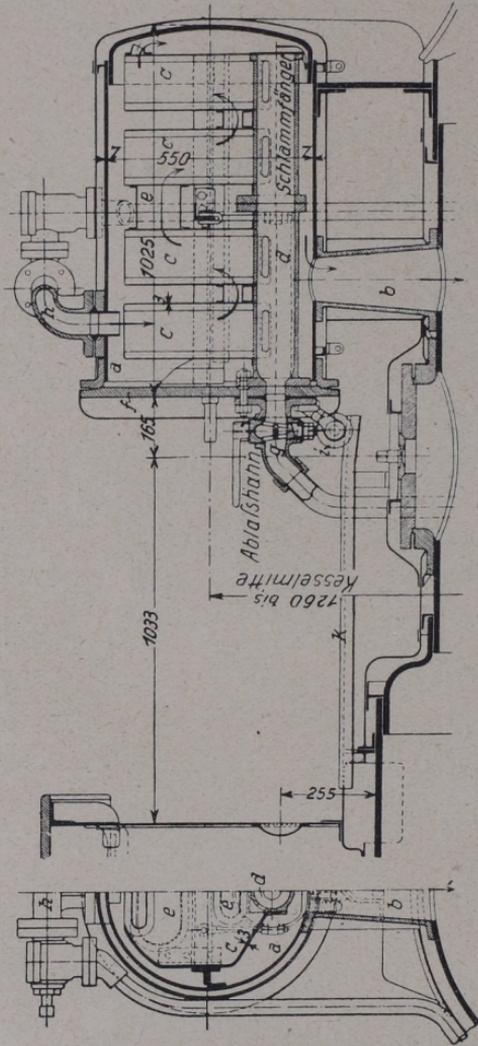


Abb. 114. Speiswasserreiner Bauart „Pez-Reijer“.

Schlammteile hier ablagern können. Durch zeitweises Öffnen des Ablahnhannes g werden die Ablagerungen aus dem Schlammfänger entfernt.

Das durch Speisekopf h über der ersten Zelle von oben einmündende Wasser muß den mittels der Pfeile angegebenen Weg durch die Zellen und Rohrstücke nehmen und wird dabei von dem Kessel-dampf stark erwärmt, der durch Stutzen b in den Reinigungskessel a strömt. Bei der letzten Zelle c fließt das Wasser oben durch einen Überlauf in den Reinigungskessel a und von dort durch den Verbindungsstutzen b in den Lokomotivkessel. Die auf der Schiene k laufende Rolle i dient zum leichteren Herausziehen des Deckels f

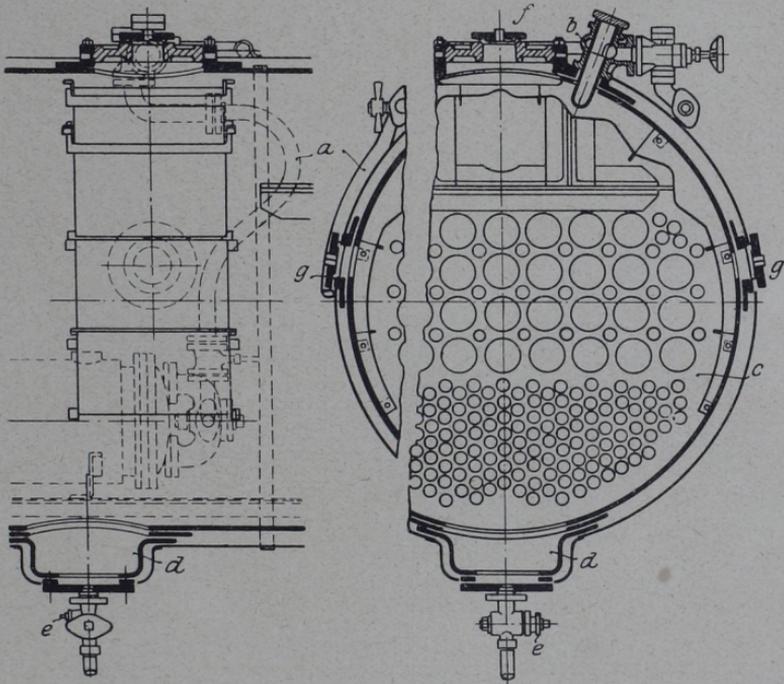


Abb. 115. Schlammabscheider Bauart „Eisenbahn-Zentralamt“.

mit den Zellen c zwecks Reinigung von Kesselstein. Neuerdings werden fast 2 m lange Speisewasserreiniger derselben Bauart oben auf den Lokomotiven der ungarischen Staatsbahn angebracht.

Schlammabscheider Bauart „Eisenbahn - Zentralamt“ (Abb. 115). Die Einrichtung ist im vorderen Teil des Langkessels untergebracht. Die von den Strahlpumpen bzw. der Vorwärmpumpe kommenden Druckleitungen a sind je mit einem Kessel-speiseventil üblicher Bauart versehen und münden in ein Gehäuse, dessen Einsatz als Streudüse b gestaltet und somit geeignet ist, das unter Druck eintretende Speisewasser in möglichst feiner Verteilung in

den Dampfraum des Kessels zu bringen. Unterhalb der Streudüsen b ist das Rohrbündel des Kessels mit einem seitlich geschlossenen Blechmantel c umgeben, um das aus den Streudüsen kommende Speisewasser vom Regler abzuhalten, um es auf dem oberen gewellten Teil des Mantelbleches in ausgiebige Berührung mit dem Dampf zu bringen und um den im Wasserraum des Kessels noch schlammartig abgeschiedenen Kesselstein in den unteren Teil des Langkessels zu führen. An dieser unteren Ablagerstelle des Schlammes hat der Langkessel einen Schlamm sack d, auf dessen Deckel ein Hahn e befestigt ist, der ein häufiges Ausblasen des Schlammtopfes ermöglicht. Die beiden Gehäuse der Streudüsen b sind über dem Scheitel des Langkessels durch eine Leitung mit Absperrventil verbunden, so daß bei Benutzung irgend einer Speisevorrichtung das Speisewasser in beide Streudüsen geleitet werden kann. Andererseits ermöglicht diese Einrichtung gegebenenfalls eine einseitige Außerbetriebsetzung der Speisevorrichtungen. Auf dem Scheitel des Langkessels ist zwischen den beiden Streudüsen ein Mannloch f vorgesehen, mittels dessen die im Kessel gelegenen Teile des Schlammabscheiders für die Besichtigung zugänglich zu machen sind. Die Beseitigung des abgeschiedenen Kesselsteines geschieht unter Benutzung der auf dem Mannlochdeckel gelegenen großen Waschlucke und der beiderseits am Langkessel etwa in Höhe der Kesselmitte vorgesehenen beiden Waschlucken g. Nach Beseitigung des Kesselsteines ist ein gründliches Abspülen der gesamten Einrichtungen vorzunehmen. Erfahrungsgemäß belegen sich die unteren Teile der Streudüsen auf der Außenseite stark mit Kesselstein, so daß es geboten ist, bei jedem Auswaschen auch die Streudüsen zu säubern.

Schlammabscheider Bauart „Schmidt & Wagner“ (Abb. 116). Das von der Speisepumpe und dem Injektor geförderte Wasser wird im Innern des Domes aus der wagerecht gelagerten Speiseleitung 1 durch das im Dampfraum senkrecht angeordnete Rohr 2 gegen die Domdecke zu geleitet. Die Ausmündung des Rohres 2 wird durch das federbelastete Ventil 3 geschlossen, dessen Dichtungsfläche so angeordnet ist, daß der mit annähernd 3 at Überdruck austretende kegelartige Wassermantel in den punktiert gezeichneten Strahlen gegen den Prallkörper 4 auf den Mannlochdeckel treffen muß. Zum Tragen des Gewichtes des Speiserohres und der Gradiervorrichtungen sind im Domunterteil¹⁾ die beiden durch den Dom hindurchgehenden U-Träger 5 und die beiden quer zu ihnen liegenden, mit ihnen vernieteten Winkelbleche 6 auf den an der Domwand angenieteten Auflagerkloben 7 abnehmbar gelagert. Dieses so hergestellte kreuzförmige Lager ist durch eine aus drei Teilen 8, 9 und 10 bestehende Platte abgedeckt, die mit Kaminen 10 für den Dampfdurchlaß versehen, und deren Durchmesser so gewählt ist, daß für den Wasserdurchlaß noch ein genügend breiter Ringspalt zwischen ihrem Rande und der inneren Domwand verbleibt. Weiter oberhalb²⁾ ist eine zweite Platte 11 angeordnet, die in der Domfuge und auf dem Speiserohr 1 gelagert ist. Auch diese Platte 11 ist wieder mit Dampfkaminen 10 und mit Wasserdurchlässen 12 versehen und trägt außerdem die Stahlbürsten 13.

¹⁾ Vgl. untere Plattenschicht bei „a“ in Abb. 116.

²⁾ Vgl. obere Plattenschicht bei „b“ in Abb. 116.

Bei den Speisungen fällt das an den Prallkörper 4 in Nebelform aufgeschossene und dann fast gleichmäßig über den ganzen Dampfquerschnitt verteilte Wasser nacheinander auf die Stahldrahtbürsten 13 und auf die obere Platte 11. Auf dieser bis an die Wasserdurchlaßöffnungen entlangfließend, fällt es auf die untere Plattenschicht und muß hier an deren äußeren Rand entlangfließen, um dort in die Winkelräume hinabzufallen, welche die Domwand mit dem Kesselmantel bildet. Auf diesen Winkelräumen fällt das Wasser endlich in die Kesselmanteltaschen, die es gegen den Kesselboden zu leiten.

Alle Teile sind so eingerichtet und bemessen, daß sie ohne Lösen einer Schraube durch das Mannloch ein- und ausgebracht werden können. Für die Entfernung der Gase aus dem Dom, welches auch für die Erzielung eines guten Wirkungsgrades des Reinigers unbedingt erforderlich ist, wird ein Rohr im Dominnern angeordnet, das im oberen Drittel ausmündet und dazu bestimmt ist, der Speise- und der Luftpumpe das Treibmittel zuzuführen, nachdem es zuvor in einem Überhitzerelement getrocknet wurde.

b) Vorwärmer.

I. Vorteile des Vorwärmers.

Die Wärmewirtschaftlichkeit ist eine bessere. Denn man gewinnt einen Teil der sonst im Abdampf oder in den Abgasen ungenutzt verlorengehenden Wärme zum Vorwärmen des Speisewassers. Man spart also die Menge Kohle, die nötig wäre, das Speisewasser auf 190° zu erwärmen. Versuche haben beim Vorwärmereinbau 13—15% Ersparnis an Kohle ergeben.

Die Unterhaltungskosten der Lokomotiven nehmen ab, da der Kessel infolge geringerer Temperaturunterschiede mehr geschont wird. Denn bei Anwendung von Vorwärmern brauchen weniger Wärmeeinheiten durch die Heizflächen hindurch übertragen zu werden. Dampf von der üblichen Kesselspannung von 13 at abs hat eine Temperatur von etwa 190°. Die Temperatur des Wassers im Wasserkasten steigt selten über 10 bis 15° C; im Winter sinkt sie sogar fast bis auf den Gefrierpunkt, und es besteht infolgedessen die Gefahr, daß die Speiseleitung zwischen Lokomotive und Tender einfriert. Allerdings wird mit solchen niedrigen Wassertemperaturen meist nicht gespeist, da das Wasser bereits in der Dampfstrahlpumpe, der üblichen Speisevorrichtung für Lokomotiven, um etwa 40 bis 50° erwärmt wird. Aber Temperaturschwankungen zwischen 50 und 190° sind immerhin noch im Kessel zu treffen, wodurch sich der Kesselbaustoff ungleich ausdehnt, die Rohre und Kesselschüsse infolgedessen undicht werden und zu lecken beginnen. Bei Vorwärmung des Speisewassers auf 100 bis 130° herrscht nur ein Unterschied von etwa 60 bis 90° — im Vergleich zu 140° vorher — zwischen den heißesten und kältesten Stellen des Kessels, so daß die Gefahr des Kesselundichtwerdens bedeutend gesunken ist. Auch durch die später erwähnte geringere Rostanstrengung bei Anwendung von Vorwärmern wird der Kessel geschont.

Bei Vorwärmung des Wassers scheiden sich die mineralischen Lösungstoffe bereits vor seinem Eintritt in den Kessel teilweise als Schlamm im Vorwärmer aus, so daß die Absonderungen (in der

Hauptsache Kesselstein) weniger schädlich wirken. Rostbildung oder Anfressungen im Kessel treten in bedeutend geringerem Maße auf. Infolgedessen ist der Kesselwirkungsgrad gut, und da das Reinigen des Kessels kürzere Zeit in Anspruch nimmt, so ist die Lokomotive mit kürzeren Unterbrechungen dienstbereit.

Infolge der verringerten Blasrohrwirkung ziehen bei Abdampfvorwärmern die Heizgase gleichmäßiger durch die Siederohre, wodurch die Heizfläche besser ausgenutzt wird. Hierdurch verursacht, tritt eine Abnahme des Unterdruckes in der Feuerbüchse und der Rostbeanspruchung ein. Da aber die Leistung trotz der verminderten Rostbeanspruchung bei Vorwärmung dieselbe bleibt, ist dies ein Vorteil in bezug auf eine vollständigere Verbrennung des Brennstoffes.

Betriebstechnische Vorteile liegen auch in der geringeren Inanspruchnahme des Heizers; denn er braucht, um eine gleiche Lokomotivleistung zu erzielen, den Rost nicht so oft zu beschicken, da ja bei Vorhandensein von Vorwärmern die gleiche Lokomotivleistung mit einer geringeren Kohlenmenge erzielt wird. Ferner fällt bei den neueren Vorwärmern die Bedienung der Dampfstrahlpumpe fort, weil zur Wasserförderung in den Kessel ohne Unterbrechung arbeitende Speisewasserpumpen benutzt werden.

Selbst in vorhandenen Lokomotiven kann der Vorwärmer auf ziemlich einfache Art mit verhältnismäßig geringen Kosten eingebaut werden; vor allem beim Einbau in Satteldampflokomotiven kann er vermöge seiner Leistungserhöhung bis zu einem gewissen Grade den Überhitzer ersetzen. Die Anwendung der Überhitzung und Vorwärmung im Eisenbahnbetrieb ist natürlich am wirtschaftlichsten. Während eine Heißdampflokomotive mit einfacher Dehnung ohne Speisewasservorwärmung höchstens 17 % an Kohle erspart, beträgt die Brennstoffersparnis bei Anwendung eines Vorwärmers bei Heißdampflokomotiven etwa 26 %.

II. Grundsätze der Vorwärmer-Bauweise.

Man unterscheidet Abdampf- und Rauchgasvorwärmer. Erstere müssen den ihnen zugeführten Abdampf vollständig niederschlagen und die dabei frei werdende Wärme möglichst ohne Verlust an das Speisewasser abgeben. Für dauernd gleichmäßige Speisung des Kessels durch den Vorwärmer ist zu sorgen. Gleichmäßige Temperatur im Vorwärmer ist erwünscht. Der Schlamm muß sich an einer toten Stelle absetzen können, damit er nicht mit in den Kessel gerissen wird. Da die Heizfläche des Vorwärmers nur ein geringer Teil von der Kesselheizfläche ist, so wird der Wirkungsgrad der Vorwärmerheizfläche bei Schlammbelag schnell abnehmen, und es ist deshalb beim Bau des Vorwärmers für seine gute Reinigung (Ausspülen) zu sorgen.

Auf leichten Einbau und gute Auswechselbarkeit von Vorwärmerteilen ist zu achten, falls eine eingehende Reinigung des Vorwärmers nötig und seine Abnahme notwendig; man vermeidet dadurch das Ausdembetriebziehen der teureren Lokomotive, während die Beschaffung eines neuen Vorwärmers oder eines Teiles desselben bedeutend geringere Kosten hervorruft. Vorzuziehen sind von diesem Standpunkt aus Vorwärmerbauarten, in denen das Wasser durch wäge-

rechte Rohre fließt, im Gegensatz zu Bauarten mit geneigten Rohr- anordnungen; ferner sind weite Rohre besser als enge, um schnelle Verstopfung zu vermeiden und bessere Reinigung zu erzielen. Wenn auch Kalk zunächst als Schlamm ausfällt, so könnte er doch nach und nach festere Formen annehmen oder sonst Störungen verursachen, falls die Rohre nicht ab und zu gereinigt werden. Allerdings sind außer weitrohrigen auch sehr engrohrige Bauarten verschiedentlich erfolgreich verwendet worden.

III. Allgemeine Anordnung und Einbau von Vorwärmern.

Bei den meisten Vorwärmern wird mit Dampf- oder Tauch- Kolbenpumpen gespeist. Überschreitet die Temperatur des Speise- wassers bei seinem Eintritt in den Wasserspeiseapparat 40° C nicht oder befindet sich der Vorwärmer zwischen Wasserspeisevorrichtung und Kesselspeisekopf, so kann mit Strahlpumpen gespeist werden. Bei Ansaugtemperaturen von mehr als 40° C versagen die gewöhn- lichen Strahlpumpen, es werden dann Dampfmaschinen zur Speisung gebraucht. Sie benötigen 1 kg Dampf (bei den üblichen Kessel- drücken) zur Förderung von 100 bis 150 kg Wasser, während die Strahlpumpe, bei gleichem Dampfverbrauch, nur etwa 15 kg zu fördern vermag. Außerdem läßt sich der Abdampf der Dampfmaschine noch für die Vorwärmung brauchbar machen.

Weitere Vorteile der Dampfmaschinen sind, daß ihre Fördermenge in großen Grenzen verändert werden kann. Die Wasserspeisung geschieht mit ihr ständig, und das heiße Wasser vermindert bei seinem Eintritt in den Lokomotivkessel die Temperatur und Spannung in ihm beinahe gar nicht. Die Maschinen sind bei den einzelnen Vor- wärmerbauarten vor oder hinter denselben angeordnet. Falls die Pumpe das kalte Wasser durch den Vorwärmer drückt, läßt sich jede übliche Bauart als Speisepumpe verwenden. Am liebsten legt man den Vorwärmer zwischen Kessel und Pumpe, d. h. in die Druck- leitung, um den vollen Nutzen der Vorwärmung zu bekommen. Ver- legung des Vorwärmers in die Saugleitung würde die Vorwärmung auf einen verhältnismäßig niedrigen Temperaturgrad beschränken, da die Saugwirkung der Pumpe gesichert werden muß. Das Einfrieren der Saugleitung, wenn die Lokomotive bei Frostwetter außerhalb des Lokomotivschuppens aufgestellt werden muß, ist zu vermeiden. Des- halb sind die Rohre der Vorwärmeranlage möglichst nahe an den Kessel zu legen.

Der Einbau des Vorwärmers hängt ab von räumlichen Ver- hältnissen und von den für die einzelnen, Bahnen gültigen Betriebs- regeln.¹⁾ Die Speisepumpe steht in Deutschland meistens auf der linken Kesselseite, da Bedienung derselben dem Heizer übertragen und dieser seinen Stand auf der linken Lokomotivseite hat; auch ist dies durch die übliche Rechtslage der Bremsluftpumpe begründet (umgekehrt z. B. in Baden). Bei den preußischen Staatseisenbahnen geschieht der Einbau des Vorwärmers auf folgende Arten:

¹⁾ Die Vereinigten Staaten von Amerika legen z. B. den Vor- wärmer auch unter den Tender in dessen Längsachse.

Vorwärmer liegend quer zur Lokomotivachse, zwischen den Rahmenblechen;

Vorwärmer liegend oben auf dem Kessel, zwischen Dom und Sandkasten;

Vorwärmer liegend auf dem Trittbrett vorn vor der Rauchkammer;

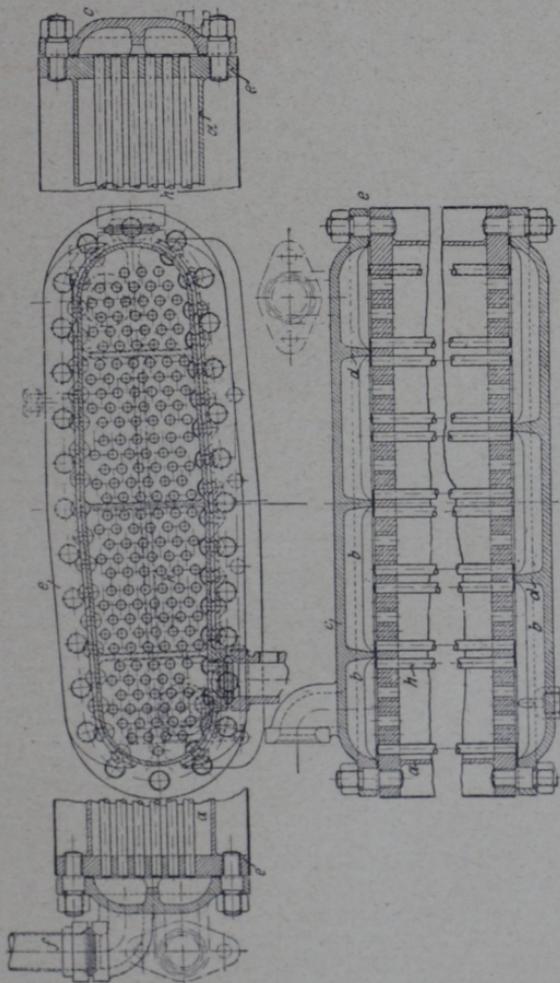


Abb. 117. Vorwärmer Bauart „Schichau“.

Vorwärmer liegend seitlich auf dem Umlaufblech (gebräuchlichste Anordnung).

Bei der neuen österreichischen 1E-Heißd. Zw. G-Lok. ist der Vorwärmer stehend zwischen den Rahmenblechen angeordnet.

IV. Deutsche Vorwärmerbauarten.

Sie beruhen fast alle auf der Oberflächenkondensation des Abdampfes, wobei nur die Dampfwärme zurückgewonnen wird. Vorwärmungen durch den Abdampf wurden bereits im Jahre 1852 bei den hannoverschen Staatseisenbahnen angewendet. Bei der Kondensationsanlage von Kirchweger erwärmte ein Teil des Abdampfes das Wasser in Tender bis zur Siedehitze, wodurch Kohle- und Wasserersparnis eintrat. Hierbei ergab sich aus verschiedenen Versuchen eine Kohlenersparnis von 19 bis 31%. Mit einer anderen, einfacheren, der Rohrbeck'schen Einrichtung wurden Versuche zur Erwärmung des Tenderwassers gemacht, bei der gleichfalls der Auspuffdampf benutzt wurde.

Trotz der augenscheinlichen Vorteile wurde damals die Speisewasservorwärmung bei Lokomotiven nicht eingeführt, da durch die Dampfstrahlpumpe eine einfache, ebenfalls vorwärmende Einrichtung gegeben war, welche die umständlichen, damals üblichen

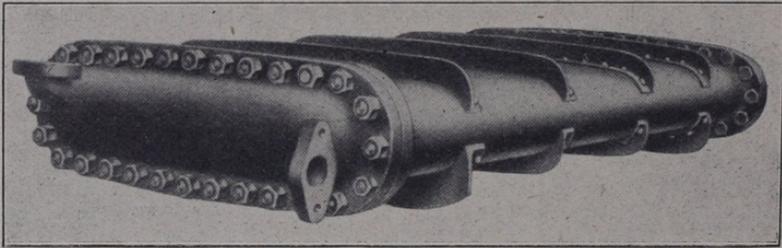


Abb. 118. Vorwärmer Bauart „Schichau“.

langhübrigen Pumpen ersetzt. So geriet die Vorwärmung nach und nach in Vergessenheit, bis der alte Gedanke in den letzten 10 Jahren wieder aufgenommen wurde, um die großen Anforderungen zu bewältigen, die an die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven gestellt wurden.

Seit 1912 sind u. a. die bekanntesten Abdampf-Vorwärmerbauarten in Deutschland: Atlaswerke (Bremen), Schichau (Elbing), Vulkan (Stettin) und Knorr (Berlin-Lichtenberg). Alle von ihnen enthalten ein Röhrensystem aus Messing-, Kupfer- oder Eisenröhren, das vom Kesselspeisewasser in mehrfachen Durchgängen durchzogen und außen durch den Abdampf erhitzt wird.

Abdampfvorwärmer Bauart „Schichau“; Zweikammer-Vorwärmer (Abb. 117 u. 118). Rohre h sind aus Messing, Rohrwände e aus Flußeisen. An letztere ist Mantel a unmittelbar angeschweißt. Kaltes Speisewasser wird an der linken Vorwärmerseite mittels einer Wasserpumpe durch Rohr f eingeführt, durchzieht die Rohre mehrmals in Schlangenwindungen, genötigt durch die Rippen d in den Deckeln c der Wasserkammern, und tritt am vorderen Ende der linken Wasserkammer aus dem Vorwärmer. Abb. 119 zeigt die Einrichtung von Pumpe und Vorwärmer an der verstärkten

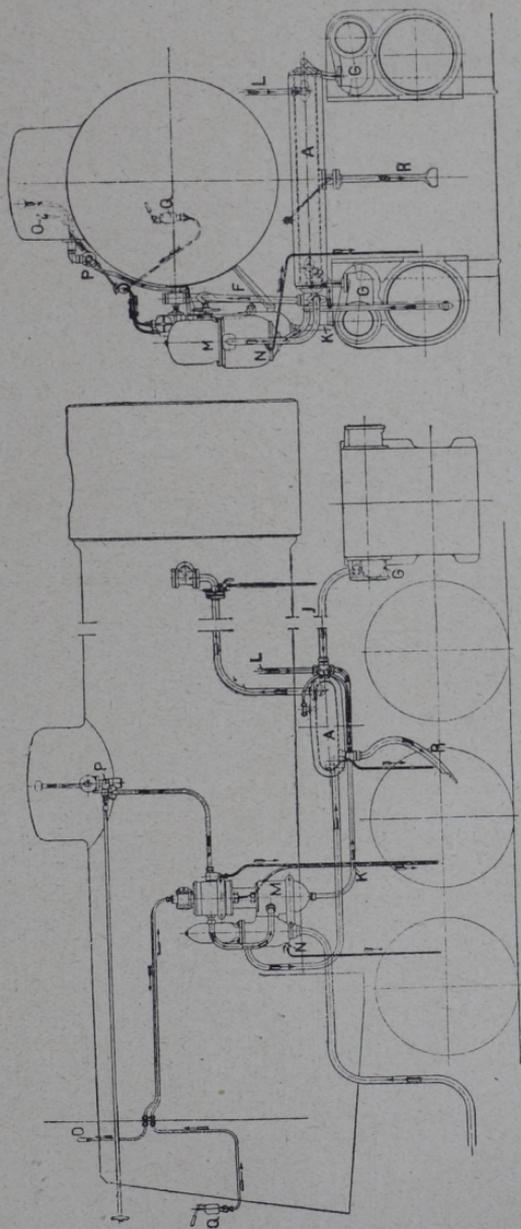


Abb. 119. Schichau-Vorwärmer an der preussischen G₃-Lokomotive.

D-Heißdampf-Güterzuglokomotive. Vorwärmer A liegt unter dem Langkessel. Der Lokomotivzylinder-Abdampf wird bei G entnommen und geht durch Rohr J in den Vorwärmer A. Das Speisewasser gelangt mittels der Knorr-Pumpe M, zu deren Antrieb Dampf bei P entnommen wird, in Pfeilrichtung in den Vorwärmer A. Bei Q wird die Dampfpumpe in Tätigkeit gesetzt. Rohr F leitet das vorgewärmte Speisewasser zum Speisekopf am Kessel N; K und R sind Schlabberrohre zum Abfluß des Niederschlagwassers.

Abdampfvorwärmer Bauart „Vulkan“; Einkammer-Vorwärmer (Abb. 120 u. 121). Er besitzt nach der U-Form gruppenartig, verschiedenen Halbmessern entsprechend gebogene Rohre. Die Anlage arbeitet nach dem Gegenstromprinzip, da sich die Richtung des Abdampfes im Vorwärmer durch Trennungswände im Mantel mehrmals ändert. Während aber der Gegenstrom bei Rauchgasvorwärmern von großem Vorteil ist, werden hier bedeutendere Vorteile bei Führung des Abdampfes im Gegenstrom nicht erzielt, da selbst bei Heißdampflokomotiven nur Abdampftemperaturen von kaum mehr als 150° C vorkommen. Auch ist das Ineinanderliegen der Rohre nicht vorteilhaft; die einzelnen Rohre z. B. bei Undichtigkeit auszuwechseln, bereitet

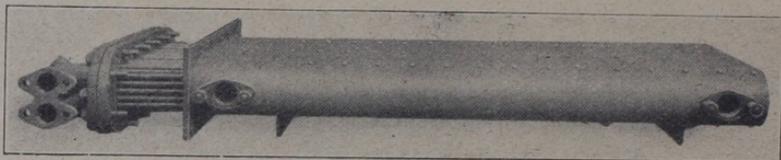


Abb. 120. Vorwärmer Bauart „Vulkan“.

Schwierigkeiten, und es lassen sich nur schwer alle die verschiedenen gekrümmten Ersatzrohre vorrätig halten.

Abdampfvorwärmer Bauart „Knorr“; Ein- oder Zweikammer-Vorwärmer (Abb. 122 bis 124). Er besitzt ein ausziehbares Röhrenbündel zur Untersuchung und Prüfung der Rohre. Letztere sind gruppenweise hintereinander- oder parallel- und hintereinandergeschaltet.

Man baut den Vorwärmer mit verschiedenen großen Heizflächen in zwei Ausführungsformen: mit gebogenen Rohren und einer Wasserkammer (Abb. 122 u. 123) oder mit geraden Rohren und zwei Wasserkammern (Abb. 124). Als Regelgrößen werden gebaut: Vorwärmer mit gebogenen Rohren von 13,6 und mit geraden Rohren von 13,4 qm Heizfläche für Vollbahn-, von 9,2, rd. 4,5 und 2,5 qm Heizfläche für Neben- und Kleinbahnlokomotiven. Auch bei dem Vorwärmer mit U-förmig gebogenen Rohren sind die einzelnen Rohrelemente unter sich auswechselbar, da die U-förmigen Biegungen nach gleichem Krümmungshalbmesser hergestellt sind. Auch können sich bei dem Vorwärmer mit gebogenen Rohren alle Rohre ungehindert für sich ausdehnen, da sie mit beiden Enden in ein und derselben Rohrwand eingewalzt und in der Nähe der U-förmigen Biegung in einer Stützplatte frei gelagert sind. Der Vorwärmer mit geraden Rohren hat dem-

gegenüber den Vorzug, daß seine Rohre leichter von etwaigen Kesselsteinablagerungen gereinigt werden können. Bei beiden Bauarten kommen nur nahtlos gezogene Messingrohre zur Verwendung, da eiserne Rohre, auch verzinkt, nur geringe Lebensdauer besitzen. Die

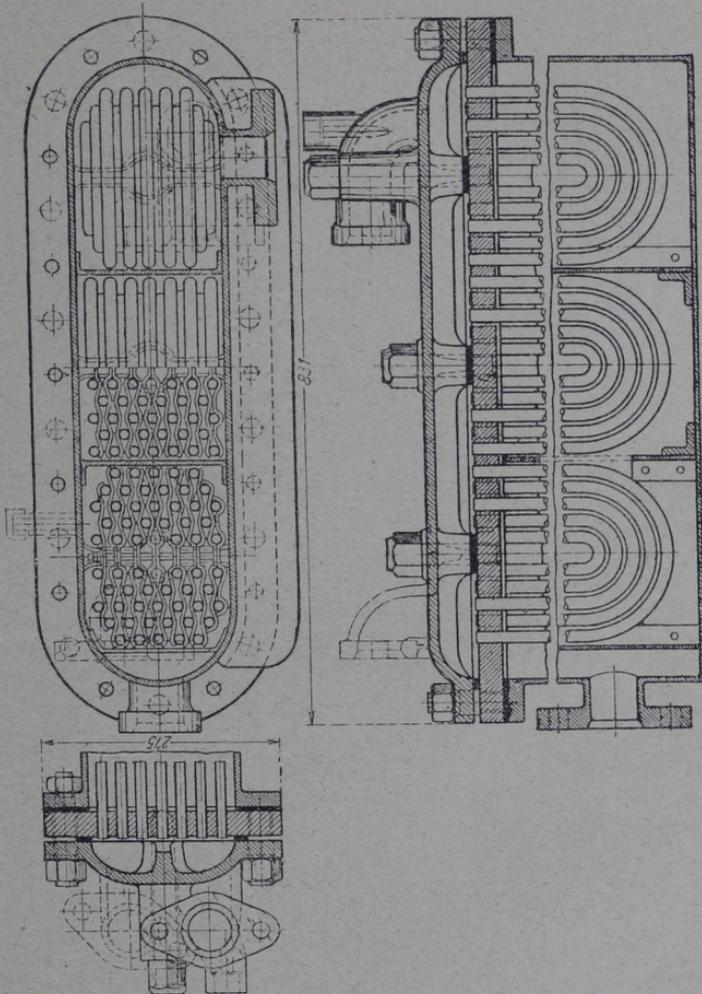


Abb. 121. Vorwärmer Bauart „Vulkan“.

lichte Weite der gebogenen Rohre beträgt 13 mm, die der geraden 19 mm, die Wandstärke in beiden Fällen 1,5 mm.

Ein Vorwärmer-Umschalthahn am Wasserkammerdeckel dient dazu, die Kolbenpumpe als Kesselspeisevorrichtung auch dann betriebs-

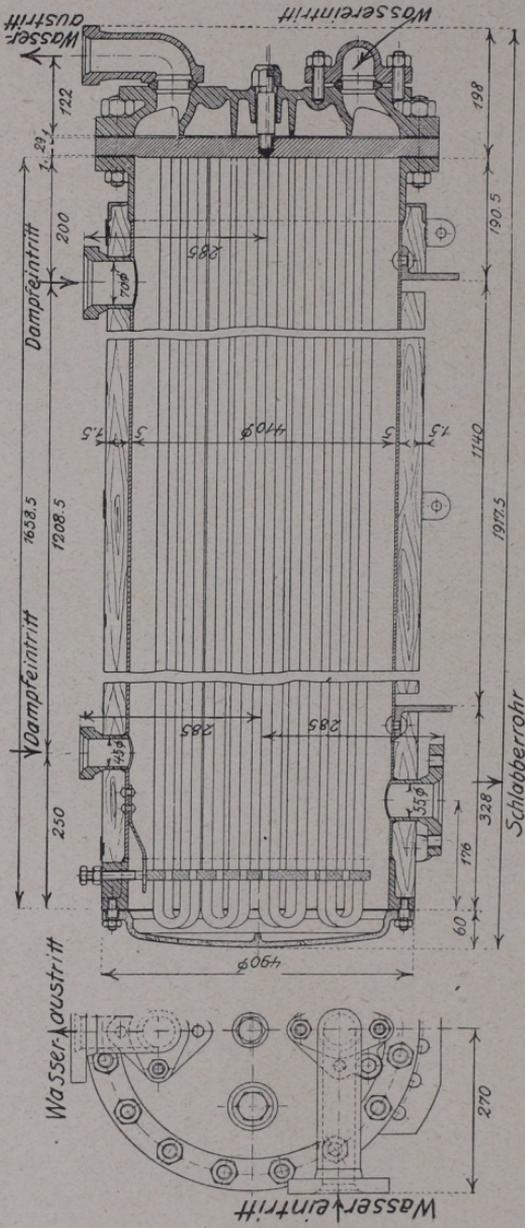


Abb. 122. Einkammer-Vorwärmer Bauart "Knorr".

fähig zu erhalten, wenn der Vorwärmer schadhaft geworden ist und daher ausgeschaltet werden muß. Ferner wird der Hahn dazu benutzt, eine gleichmäßigere Verteilung der Kesselsteinablagerung im Vorwärmer-Rohrbündel zu ermöglichen und damit die Schädlichkeit der Ausscheidungen selbst zu vermindern. In Verbindung mit einem Sicherheitsspeisekopf kann der Umschalthahn auch zum Auswaschen des Vorwärmers und auf diese Weise zur Reinigung des Rohrbündels

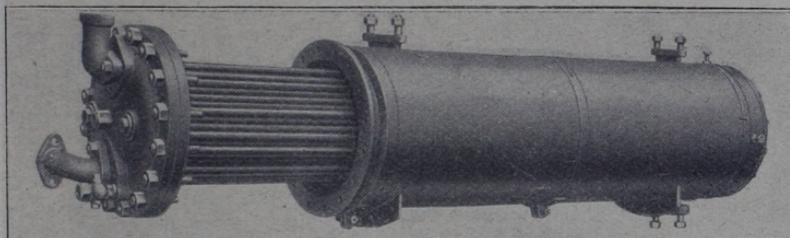


Abb. 123. Einkammer-Vorwärmer Bauart „Knorr“ (Röhrensystem teilweise herausgezogen).

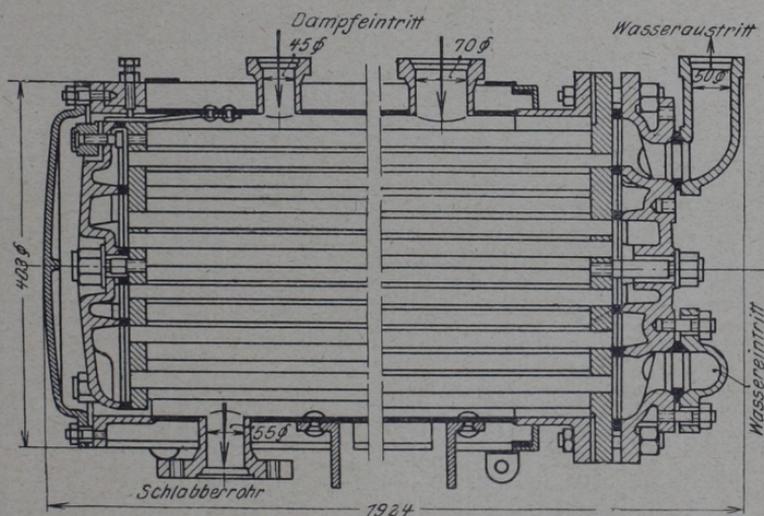


Abb. 124. Zweikammer-Vorwärmer Bauart „Knorr“.

von den ausgefällten Kesselsteinbildnern benutzt werden. Es ist ein Vierweghahn mit zwei geraden und zwei gekrümmten Stutzen zum unmittelbaren Anschluß an den Wasserkammerdeckel des Vorwärmers, oder der Hahn hat vier gerade Anschlußstutzen und einen besonderen Fuß zum Einbau in die Druckleitung an beliebiger Stelle der Lokomotive.

Abdampfvorwärmer Bauart „Württemberg“; Zweikammer-Vorwärmer (Abb. 125). Mit geraden weiten Flußeiseneröhren aus-

Dampfverteilungsrohr a sechs Wasserrohrbündel b im Kreise gelagert. Diese Bündel aus Messing verbinden sechs zu einem Kopfstück c vereinigte runde Wasserkammern der einen Seite durch Hin- und Rückleitungen in ununterbrochenem Strome wechselseitig mit sechs voneinander getrennten runden Kammern d der anderen Seite, die so im Gehäuse gelagert sind, daß sich jedes Rohrbündel für sich frei ausdehnen kann. Das Speisewasser verteilt sich aus der unteren Mittelkammer in zwei Strömen nach rechts und links und gelangt in je sechsfacher Hin- und Rückleitung sehr weitgehend unterteilt zur oberen Mittelkammer. Der Vorwärmer zeichnet sich durch einfache, als Drehkörper ausgebildete Bauteile aus. Die Rohrbündel sind leicht zur Reinigung herauszuziehen. Rippen im mittleren Dampfverteilungsrohr a sollen eine Entölung des Dampfes herbeiführen. Der Vorwärmer ist mit einem Umschalter ausgerüstet, wodurch die Speisevorrichtung die Vorwärmerrohre kräftig ausspült.

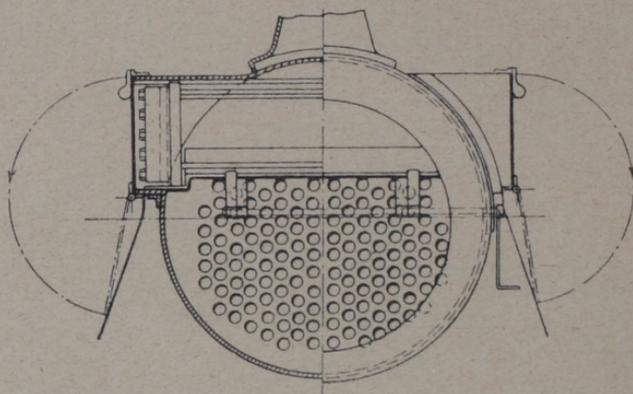


Abb. 128. Abgasvorwärmer Bauart „Werle“ der Lokomotivfabrik Jung.

Abgasvorwärmer Bauart „Werle“ (Lokomotivfabrik Jung) (Abb. 128). In der Rauchkammer sind quer zur Kesselachse sechs Wasserrohrbündel aus Messing so gelagert, daß die Zugänglichkeit der Siederohre gewahrt bleibt. Diese Bündel verbinden in zwei Gruppen vier voneinander getrennte Wasserkammern der einen Seite in sechsfacher Hin- und Rückleitung wechselseitig mit vier Kammern der anderen Seite. Die einzelnen Rohrbündel können sich unabhängig voneinander frei ausdehnen. Das Speisewasser tritt oben vorn ein und durchströmt weitgehend unterteilt und auf verhältnismäßig langem Wege den Vorwärmer. Die Heizgase werden durch Ablenkleche gezwungen, die Rohre von allen Seiten zu bespülen. Eine besondere Klappe gibt beim Anheizen einen unmittelbaren Weg ins Freie. Drehklappen am Außenkasten und Deckel an den Wasserkammern ermöglichen eine leichte Reinigung und Auswechslung der Rohre. Der freie Durchgangsquerschnitt zwischen den Vorwärmerrohren entspricht der Summe der freien Heizrohrquerschnitte, so daß die Feueranfandung nicht beeinträchtigt wird. Er übt im Gegenteil eine ausgleichende Wirkung auf die Zugstärke in den oberen und

unteren Siederrohrreihen aus. Infolge der Zerteilung der Heizgase wirkt der Vorwärmer gleichzeitig als Funkentlänger. Zusammen mit einem Abdampfvorwärmer kann er das Speisewasser auf 130 bis 140° C bringen. Ein Umschalter zum Ausspülen des Vorwärmers ist vorgesehen.

V. Ausländische Vorwärmerbauarten.

a) Englische Bauarten.

Bauart „Threvithick“, Direktor der Ägyptischen Staatsbahnen. Viele Versuche mit seinen Vorwärmern¹⁾ liegen vor. Auf Grund derselben wurde eine Vereinigung von Abdampf- und Abgasvorwärmung angebracht an einer 2B-P.L. für die Ägyptischen Staatsbahnen (Abb. 129c). Die Lokomotive hatte 4 Vorwärmer: einen senkrecht stehenden (Abb. 129a) in der Saugleitung der Speisepumpe (Pumpen-Abdampfvorwärmer), zwei wagerecht liegende (Abb. 129b) seitlich neben der Rauchkammer beiderseits zwischen Außen- und Innenrahmen (Maschinen-Abdampfvorwärmer) und einen (vgl. Abb. 129c) in der Rauchkammer (Abgasvorwärmer).

Das Speisewasser wird zunächst durch den Abdampfvorwärmer geleitet, woselbst der Pumpenabdampf niedergeschlagen wird. Das hier um etwa 8° C angewärmte Wasser wird sodann durch eine Speisepumpe angesaugt, durch Abdampfvorwärmer II auf der rechten Lokomotivseite gedrückt, und von dort weiter, quer hinweg über die Innenzylinder, durch Abdampfvorwärmer III auf der linken Lokomotivseite. Durch eine Lenkplatte in II wird das Speisewasser einmal hin- und hergeführt, während es III nur einmal durchfließt. In II hat das Wasser eine weitere Temperaturerhöhung erhalten; III verläßt es mit etwa 100° C bei 105° Abdampf Temperatur. Von III aus wird das Wasser noch in den durch die Heizgase beheizten Abgasvorwärmer IV geleitet, der sich als Ringraum mit 3 Reihen Heizrohren dem Rauchkammermantel anpaßt, und gelangt, auf rund 135° erwärmt, in den Lokomotivkessel. Eine Kohlenersparnis von 20,6 % für 1 km und eine Wasserersparnis für 1 cbm verdampftes Wasser von 19,7 % ergaben sich bei Versuchsfahrten.

Bauart „Weir“ (Abb. 130); der Dampfraum des Abdampfvorwärmers wird gebildet von einem Zylinder a mit Stützen b und c für den Eintritt des Maschinen- und des Pumpenabdampfes, sowie mit einer Nocke d für den Abfluß des Niederschlagwassers. Die beiden Rohrplatten e sind durch Schrauben an dem zylindrischen Vorwärmermantel befestigt. Die außen vom Dampf, innen vom Wasser bespülten Kupferrohre werden in die Rohrwände e eingewalzt. Die beiden Deckel f sind innen mit Rippen versehen, durch die das Wasser gezwungen wird, zweimal den Vorwärmer zu durchfließen. Der Wasserraum des Vorwärmers steht unter Kesseldruck. Speisung durch Dampfpumpen eigener Bauart. Die Speisewassertemperatur beträgt etwa 100° C; die Kohlenersparnis infolge Vorwärmung ist mit 12 bis 14% angegeben. Versuchsweise bei preußischen D-Güterzuglokomotiven angebracht.

Bauart „Drummond“; Abdampfvorwärmer unterhalb des Tenders. Vorwärmung des Wassers durch Überleiten eines Teiles

¹⁾ Vgl. Sauer, Z. V. D. I. 1007, S. 11 und Schneider, Z. V. D. I. 1913, S. 738 usw.

des Abdampfes aus den Zylindern in den Tender-Wasserkasten auf etwa 82° . Obgleich ein Teil der dem Vorwärmer zugeführten Wärme wieder an die Außenluft abgegeben wird, steht der Vorwärmer in Gebrauch bei englischen Tenderlokomotiven.

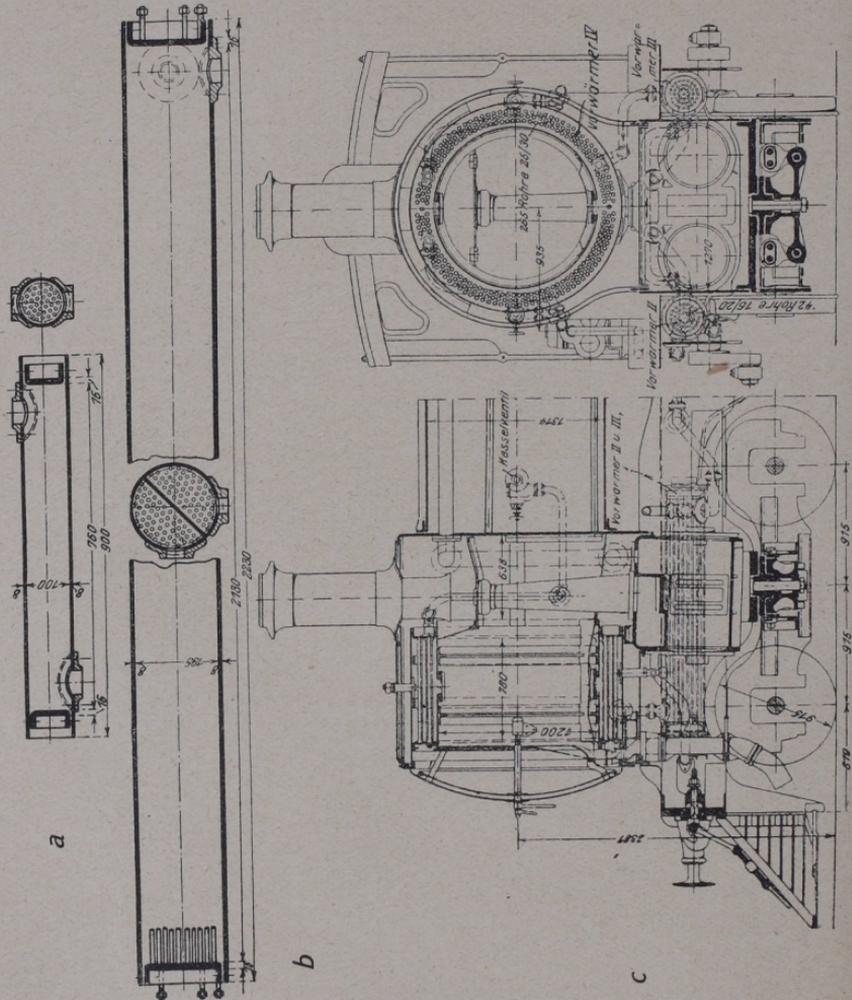


Abb. 129. Vereinigter Abdampf- und Abgasvorwärmer Bauart „Threwithick“.

β) Französische Bauart.

Bauart „Caille-Potonié“; Abdampfvorwärmer u. a. an französischen, rumänischen und amerikanischen Lokomotiven. Es ist ein kastenförmiger länglicher Vorwärmer mit einem Röhrenbündel aus Kupferröhren von 18/20 mm Durchmesser. Die

Rohre werden außen vom Wasser, innen vom Dampf bespült. Das Wasser wird durch den Vorwärmer hindurchgesaugt; er steht also nur unter schwachem Überdruck (rd. 0,5 at). Speisung mit Dampf-pumpe eigener Bauart (früher einfache, später Doppelpumpe), die für die Förderung heißen Wassers in den Lokomotivkessel besonders

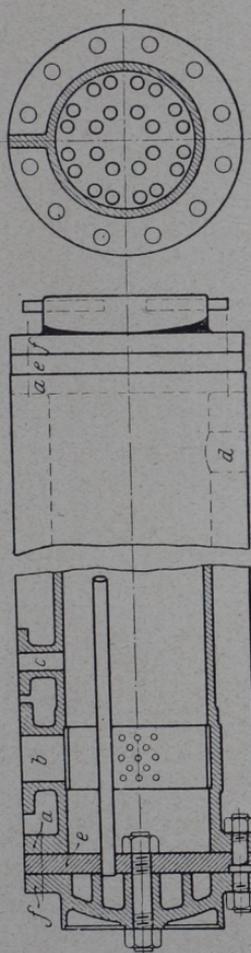


Abb. 130. Vorwärmer Bauart „Weir“.

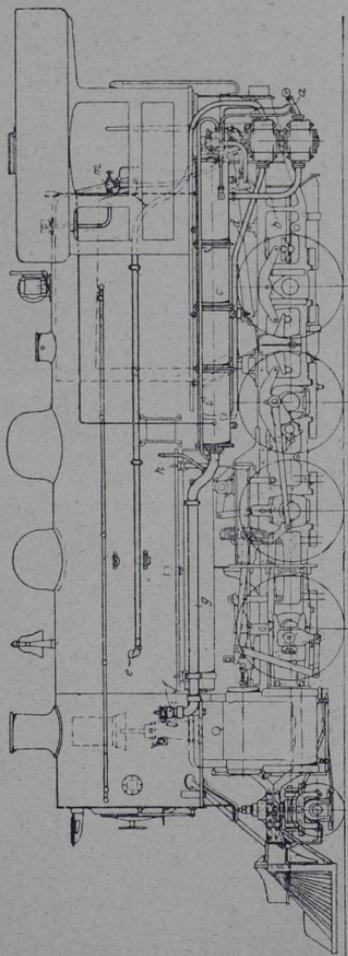


Abb. 131. Vorwärmer Bauart „Caille-Potonie“.

durchgebildet ist. Da heißes Wasser schwer anzusaugen ist, müssen Pumpe und Vorwärmer tiefer als der Tender-Wasserbehälter liegen; infolgedessen fließt das angewärmte Wasser der Pumpe unmittelbar zu.

Abb. 131 zeigt einen Caille-Potonie-Vorwärmer *c* von 30 qm Heizfläche mit Doppelpumpe an einer amerikanischen

1D-Lokomotive. Der Pumpe auf der rechten Lokomotivseite hinten unterhalb des Führerhauses wird mittels Absperrventil m der Betriebsdampf vom Kessel zugeführt. Ein Teil des Maschinenabdampfes (dem Blasrohr entnommen) gelangt, unter Einschaltung des Druckreglers f durch Leitung g in den Vorwärmer. In diese Leitung g münden auch ein die Abdampfleitungen h bzw. i der Westinghouse-Brems- bzw. Dampfspeisepumpe. Das kalte Speisewasser tritt vom Tender her durch Leitung a in die Niederdruckstufe der Pumpe und gelangt mit geringem Überdruck durch Leitung b in den Vorwärmer c. Es verläßt ihn durch Rohr d, um in der Hochdruckstufe der Pumpe auf den Kesseldruck gebracht zu werden. Bei e gelangt das Wasser in den Kessel. Leitungen k und l führen den überschüssigen Abdampf bzw. das Niederschlagwasser aus dem Vorwärmer ab. Bei Versuchsfahrten auf französischen und rumänischen Bahnen ergaben sich Kohlenersparnisse von 16 bis 17 %.

γ) Amerikanische Bauarten.

Bauart „Baldwin - Lokomotivwerke“¹⁾; Abgasvorwärmer, besonders für große Mallet-Lokomotiven. Vorwärmer steht unter vollem Kesseldruck. Speisevorrichtung (Dampfstrahlpumpe) zwischen Wasserbehälter und Vorwärmer. Der runde Vorwärmer liegt wagerecht im Kessel unmittelbar hinter der Rauchkammer. Durch zwei Rohrwände wird er vorn und hinten begrenzt, in denen die manchmal 2,75 m langen wagerechten Rohre aus Eisen von 57 mm Durchmesser eingewalzt sind. Der Vorwärmer ist ganz mit Wasser gefüllt; der Dampf bestreicht die Röhren innen. Das von den Strahlpumpen kommende Wasser tritt unten in den Vorwärmer ein und verläßt ihn oben, um durch eine kurze Rohrleitung in den Kessel zu fließen. Ein in der Achse des Vorwärmers liegendes weites Rauchrohr nimmt das Hoch- und Niederdruckzylinder verbindende Dampfrohr auf. Durch die durchziehenden Rauchgase wird der Zwischendampf getrocknet. Im Vorwärmer wird das Speisewasser auf 120° C vorgewärmt; mit etwa 240° C verlassen die Rauchgase den Schornstein. Vorwärmerheizfläche bei einer von den Baldwinwerken ausgeführten 1D + D1-Malletlokomotive 157 qm.

Bauart „Gaines“; Vereinigung von Abdampf- und Abgasvorwärmung. Zu jeder Lokomotive gehören zwei Abdampfvorwärmer nach Abb. 132 a (je einer außerhalb auf der linken bzw. rechten Lokomotivseite liegend) und ein Abgasvorwärmer nach Abb. 132 b aus zwei gebogenen Röhrenbündeln (je eines innerhalb der Rauchkammer links bzw. rechts stehend). Die Speisevorrichtung (Dampfpumpe) liegt zwischen Wasserkasten und Vorwärmer. Vom Tender tritt das Wasser in die Saugleitung der Pumpe auf der linken Maschinenseite und wird von dort in den linken Abdampfvorwärmer gedrückt, tritt sodann in einen gleichen Abdampfvorwärmer auf der rechten Maschinenseite, gelangt durch eine Leitung daselbst in den Abgasvorwärmer in der Rauchkammer und von dort zum Speisekopf im Lokomotivkessel. Der Abdampfvorwärmer (Abb. 132 a) besteht im wesentlichen aus einem 9¹/₂ mm starken Blechmantel mit aufgenieteten Flanschen, aus

¹⁾ Vgl. Schneider, Z. V. D. I. 1913, S. 736, Abb. 8.

den zwei Rohrwänden und aus Stahlgußvorlagen an der Ein- und Austrittsseite. Der Vorwärmer steht unter vollem Kesseldruck. Lenkbleche *a* in den Kammern der Vorlagen führen den Dampf, so daß er dreimal eine Gruppe gerader eiserner Röhren von 32 mm Durchmesser durchstreicht. 69 qm wasserberührte Heizfläche hat der hier dargestellte Vorwärmer. Der Abdampf der Luft- und Speisepumpen, sowie ein Teil des Maschinenabdampfes dienen zur Vorwärmung. Der Abgasvorwärmer (Abb. 132 b)¹⁾ besteht im wesentlichen aus zwei gebogenen Röhrengruppen und zweimal zwei Stahlgußvorlagen. Das

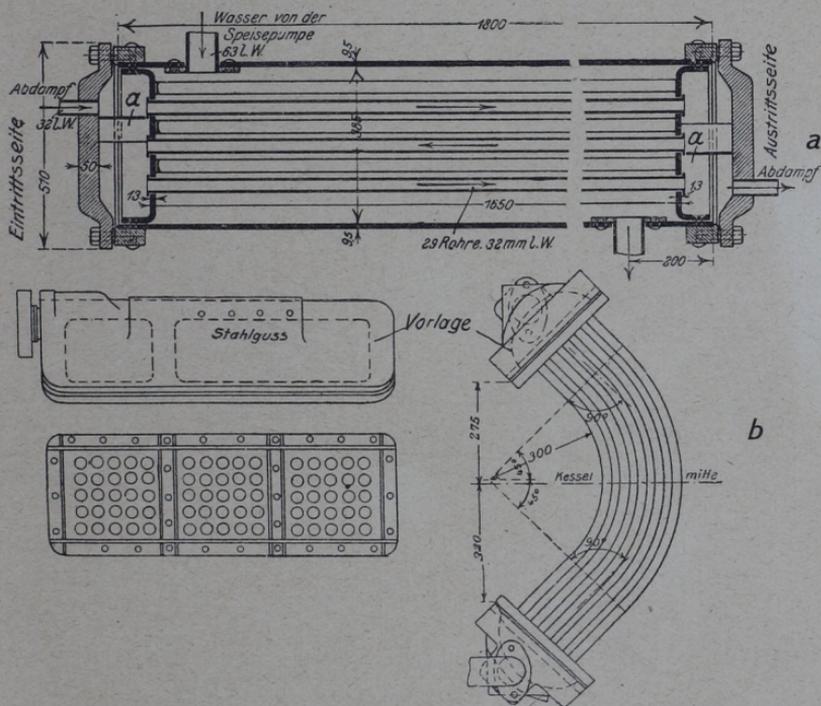


Abb. 132. Abdampf- und Abgasvorwärmer Bauart „Gaines“.

Wasser durchfließt die beiden Rohrgruppen nacheinander. Äußere Heizfläche jeder Gruppe hier 8,4 qm.

Bei der 1D+D+D1-Malletlokomotive der Eriebahn liegt der Abdampfvorwärmer in Gestalt eines langen, walzenförmigen Körpers von 508 mm Durchmesser unterhalb des Tenders in seiner Mittelachse. Der Vorwärmer faßt 31 Röhre von 57 mm Durchmesser und je 7,3 m Länge. Der Abdampf der hinteren Niederdruckzylinder, die zum Tenderantrieb dienen, strömt zunächst durch diesen Vor-

¹⁾ Hier eine Hälfte dargestellt, d. h. eine Röhrengruppe.

wärmer von rd. 40 qm Heizfläche und entweicht sodann hinten durch ein nach oben führendes Standrohr ins Freie. Das vorzuwärmende Speisewasser umspült die Vorwärmerrohre von außen; es fließt hinten dem Vorwärmer zu und wird vorn von den Speisepumpen angesaugt.

Amerikanischer „Einspritzvorwärmer“ (Abb. 133); seit 1918 bei der Pennsylvaniabahn in Gebrauch.¹⁾ Er steht unmittelbar neben der Speisepumpe an der Lokomotivaußenseite.

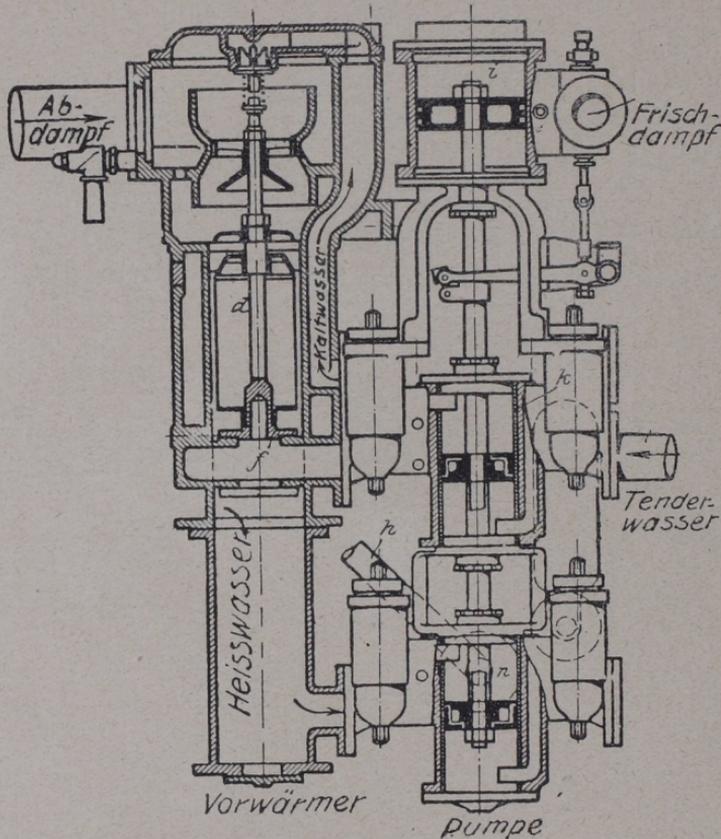


Abb. 133. Amerikanischer „Einspritzvorwärmer“.

Die Pumpe (rechts) besteht aus drei Zylindern: aus dem Dampfzylinder i, in den Frischdampf vom Führerstand aus geleitet wird und aus zwei Zylindern zum Wasserfördern, nämlich dem oberen Kaltwasserzylinder k zur Förderung des Wassers aus dem Tender in den Vorwärmer und aus dem unteren Heißwasserzylinder n zur För-

¹⁾ Z. V. D. L., 31. Juli 1920, S. 598.

derung des Wassers aus dem Vorwärmer in den Kessel. Der Abdampf strömt ein durch ein Rohr von 150 mm Durchmesser und tritt nach Durchlaufen eines Absperr-Rückschlagventiles und eines Ölabscheiders in den Vorwärmer. Ebendort wird durch ein Rückschlagventil unter dem Vorwärmerdeckel das kalte Speisewasser vom Tender eingespritzt. Das Gemisch schlägt sich nach unten nieder und wird nach Absaugen durch den Heißwasserzylinder n in der Speiseleitung h in den Lokomotivkessel gedrückt. Der Abdampf

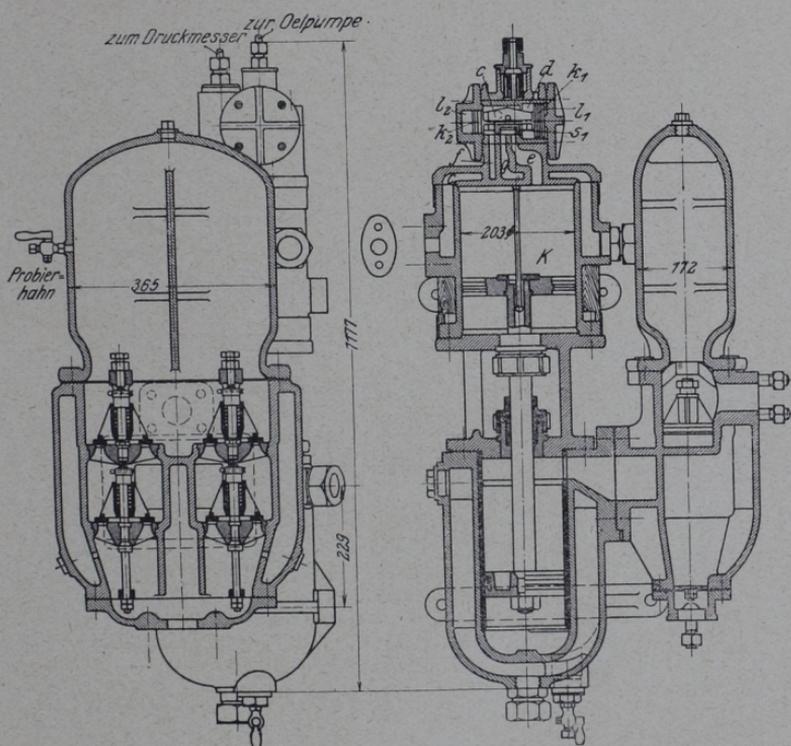


Abb. 134. Speisewasserpumpe Bauart „Knorr“.

der Speisepumpe geht in die Auspuffleitung. Versagt die Heißwasserpumpe, so tritt vermöge des Schwimmers d im Vorwärmer das geförderte Kaltwasser in die Saugleitung zurück, wodurch ein Überfluten der Abdampfleitung vermieden wird.

VI. Speisewasserpumpen.

a) Deutsche Bauart „Knorr“ (Abb. 134).

Schwungradlose, einstufige, doppelwirkende, stehende Dampfkolbenpumpe. Allen ihren Ausführungsgrößen ist gemeinsam: die Vereinigung der beiden federbelasteten Saug- und Druckventilsätze

aus Rotguß in einem seitlich am Pumpenzylinder angebrachten Ventilkasten und die Anordnung eines den Pumpenzylinder ganz oder teilweise umgebenden Heizmantels, der mit dem Abdampf des Dampfzylinders der Pumpe gespeist wird. Da das Abdampfrohr der Pumpe in den Vorwärmer oder den Auspuffraum der Lokomotivmaschine geführt wird, so ist selbst dann, wenn die Speisewasserpumpe nicht arbeitet, der Pumpenzylinder von Dampf umgeben, weil der sich niederschlagende Dampf durch solchen aus dem Vorwärmer oder Auspuffraum ersetzt wird. Mit dem Schutze gegen Einfrieren wird auf diese Weise zugleich der Beginn der Vorwärmung des Speisewassers schon im Pumpenzylinder erreicht. Je nach dem Pumpeneinbau (linke oder rechte Kesselseite) wird der Ventilkasten rechts oder links am Pumpenzylinder angeordnet, so daß er bei Vorwärtsfahrt gut gegen den Luftzug geschützt ist. Regelbauart ist die Rechtslage des Ventilkastens, entsprechend dem Pumpeneinbau links vom Kessel.

Die vier üblichen Ausführungsgrößen sind: Pumpe für 250 l/min (vgl. Abb 134), für 120 l/min, für 60 l/min und für 25 l/min Leistung. Die Leistungen verstehen sich für 50 Doppelhübe in der Minute; doch kann die Leistung bei allen Pumpen durch Herunterregeln der Hubzahl bis auf etwa einen Doppelhub in der Minute in den weitesten Grenzen verändert werden.

Die Dampfsteuerung wirkt mittelbar. Sie ist gekennzeichnet durch zwei Steuerungsorgane, einen Hauptschieber, der den Dampf-Ein- und -Austritt in bzw. aus dem Dampfzylinder regelt, und einen unmittelbar vom Dampfkolben betätigten Umsteuerungsschieber, der seinerseits die Steuerbewegungen des Hauptschiebers überwacht. Die Steuerung ist in dem oberen Deckel des Dampfzylinders untergebracht, der Hauptschieber in wagerechter Lage, der Umsteuerungsschieber senkrecht in der Achse der beiden Zylinder. Der Hauptschieber ist ein mit einem Differentialkolbensatz k_1 , k_2 verbundener Flachschieber s_1 , der Umsteuerungsschieber ein Rundschieber. Im Betrieb steht der Raum d zwischen den beiden Kolben k_1 und k_2 durch den Dampftrittskanal c ständig unter Kesseldruck, der Raum l_2 ständig unter Atmosphärendruck, der Raum l_1 dagegen wird durch Vermittlung des Umsteuerungsschiebers abwechselnd mit Frischdampf gefüllt oder mit der Außenluft verbunden. Der im ersten Falle sich ergebende Überdruck wirkt den Differentialkolbensatz mit dem Flachschieber s_1 in die linke (vgl. Abb. 134) bzw. rechte Endstellung, in der der obere Zylinderraum durch den Kanal e mit Frischdampf beaufschlagt, der untere durch die Kanäle f und g entlüftet wird. Der Dampfkolben K geht abwärts. Im anderen Falle ist der Überdruck nach rechts bzw. links gerichtet; der Hauptschieber nimmt die aus der Abbildung ersichtliche Endstellung ein, der Kesseldampf strömt durch f unter den Arbeitskolben K , der verbrauchte Dampf durch e und g ins Freie, der Kolben K geht aufwärts. Die wechselweise Beaufschlagung des Raumes l_1 mit Frischdampf und Außenluft vermittelt der Umsteuerungsschieber. Seine Bewegung erfolgt durch Anschläge, die gegen das Hubende des Kolbens K in Wirksamkeit treten. Die Arbeitsweise der Pumpen ist die übliche der doppeltwirkenden Wasserpumpen.

Im Betrieb wird infolge des in der Druckleitung herrschenden hohen Kesseldruckes die in dem Windkessel eingeschlossene Druck-

luft allmählich vom Wasser verbraucht und muß daher von Zeit zu Zeit ergänzt werden. Hierzu dient der Schnüffelhahn in der Wand der Saugventilkammer, der zu diesem Zweck zu öffnen und 1 bis 2 Minuten lang (je nach dem Inhalt des Windkessels) geöffnet zu halten ist.

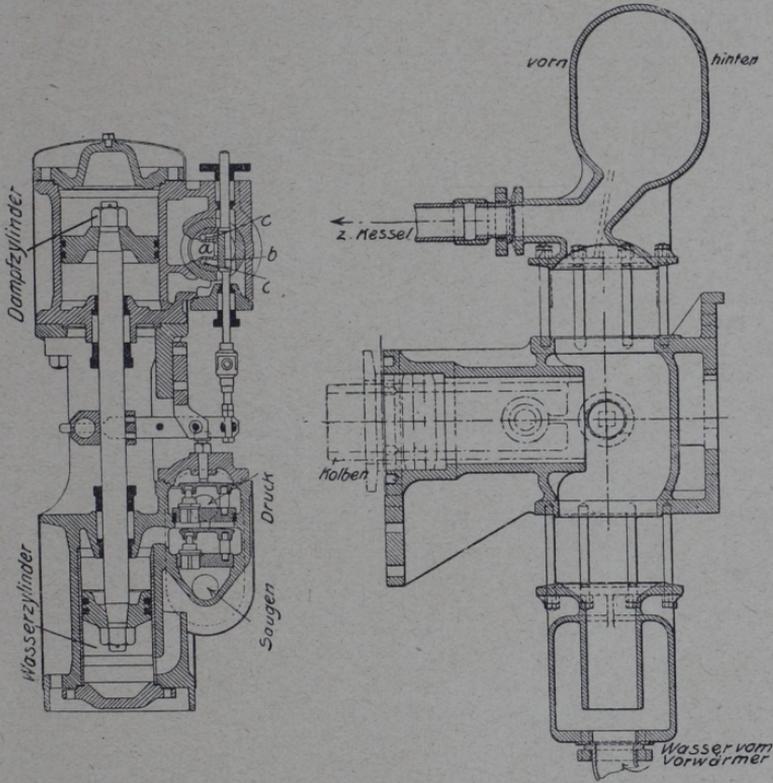


Abb. 135. Speisewasserpumpe Bauart „Weir“. Abb. 136. Amerikanische Speisewasserpumpe.

β) Englische Bauart „Weir“ (Abb. 135).

Die Pumpe besteht aus einem oberen Dampf- und einem unteren Wasserszylinder. Beide Kolben sitzen auf gemeinsamer Kolbenstange. Die Steuerung des Dampfzylinders erfolgt durch einen halbrunden Hauptschieber a, dessen runde Seite dem Zylinder zugewandt ist. Auf seiner flachen Seite bewegt sich, durch Gelenke von der Kolbenstange angetrieben, ein flacher Hiltsschieber b. Dieser läßt durch Kanäle c den Dampf wechselseitig vor beide Stirnseiten des Hauptschiebers treten, wodurch letzterer in seiner Längsachse bewegt wird und abwechselnd Dampf in den oberen oder unteren Einströmkanal treten läßt. Die Regelung der Dampfzuführung geschieht

durch ein Ventil im Führerstand. Zum Ingangsetzen der Pumpe in jeder Stellung ist an ihr ein Hilfsventil angebracht. Die Förderung der Pumpe, die in weiten Grenzen eingestellt werden kann, muß vom Lokomotivführer jeweilig der verdampften Wassermenge angepaßt werden. Die Pumpe wird in fünf verschiedenen Größen von 38 bis 240 l/min hergestellt. Ihr Standort kann sein im Führerhaus (Lankashire- und Yorkshire-Bahn) oder auf dem Rahmen (z. B. Mittel-landbahn).

γ) Französische Bauart „Caille“.

Die Pumpe wird liegend oder stehend — in Verbindung mit dem Caille-Potonié-Vorwärmer — ausgeführt, und zwar als einfache Pumpe, als sogenannte „Pompe mixte“ und als Doppelpumpe. Die „Pompe mixte“ gestattet¹⁾ heißes Wasser ohne Rücksicht auf die gegenseitigen

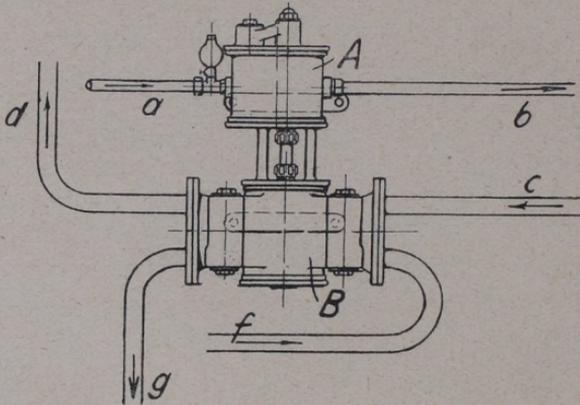


Abb. 137. Speisewasserpumpe Bauart „Caille“.

Wasserstände im Tender oder im Vorwärmer zu speisen. Es sind zwei genau zu gleicher Zeit arbeitende Pumpen, d. h. Druckzeit der einen und Saugzeit der anderen Pumpe finden immer zu gleicher Zeit statt. Die eine der beiden Pumpen liegt zwischen Tender und Vorwärmer, die andere zwischen letzterem und Kesselspeiseventil.

Beide Pumpen zu einem Körper als Doppelpumpe vereinigt zeigt Abb. 137. Oben Dampfzylinder A, unten Pumpenzylinder B. An A ist die Frischdampfleitung a und die Rohrleitung b für den Pumpenabdampf angeschlossen; an B die Saugleitung f für das kalte Tenderwasser, die Leitung g, das kalte Wasser in den Vorwärmer zu drücken, sowie die Heißwasserleitung c vom Vorwärmer her und die Druckleitung d für das vorgewärmte Wasser zum Speisekopf am Kessel.

δ) Amerikanische Bauart (Abb. 136).

Einfachwirkende Kolbenpumpe mit einem Tauchkolben von 178 mm Durchmesser, vom Kreuzkopf angetrieben. Zwei solcher

¹⁾ Organ 1914, 1. Juni, S. 196.

Pumpen sind bei der 1D + D + D1-Malletlokomotive der Eriebahn an jeder Kesselseite angeordnet. Sie werden an den Gleitbahnträgern des Hochdruckgestelles befestigt und von den Kreuzköpfen der Hochdruckzylinder durch einen Umsetzhebel angetrieben, der den Hub der Pumpen auf 254 mm herabsetzt. Regelung des Wasserzuflusses zur Pumpe durch ein Ventil im Führerhaus.

VII. Vorwärmer-Theorie.

a) Bestimmung der Wärmeersparnis bei Anwendung eines Vorwärmers.

Soll das Tenderwasser von 15° auf 100° erwärmt werden, so ist die Wärmeersparnis bei Vorwärmeranwendung folgende:

1. bei Sattdampf,

1 kg Sattdampf von 13 at abs enthält rund 669 WE; somit ist die aus dem Abdampf zurückgewonnene Wärme

$$\frac{100-15}{669} \cdot 100 = 12,7\% \text{ der in 1 kg Dampf enthaltenen oder}$$

$$\frac{100-15}{669-15} \cdot 100 \cong 13\% \text{ der 1 kg Dampf zugeführten Wärmemenge.}$$

2. bei Heißdampf,

1 kg Heißdampf von 13 at abs und 350° Überhitzungstemperatur enthält rd. 753 WE; somit ist die aus dem Abdampf zurückgewonnene Wärme

$$\frac{100-15}{753} \cdot 100 = 11,3\% \text{ bzw.}$$

$$\frac{100-15}{753-15} \cdot 100 = 11,5\% \text{ der in 1 kg enthaltenen bzw. 1 kg zugeführten Wärmemenge.}$$

β) Bestimmung, um wieviel Grad das Speisewasser durch den Abdampf der Knorr-Wasser- und Knorr-Luftpumpe vorgewärmt wird

Ausgeführt werden in der Regel bei der Knorr-Speisewasserpumpe

Dampfpumpenzyl.-Durchm. = 203 mm (250 l/min Leistung)

Wasserpumpenzyl.-Durchm. = 140 mm

Bei 80% Gütegrad der Pumpe und bei den angegebenen Pumpenabmessungen ergibt sich für die Förderung von 1000 Liter Wasser ein Dampfverbrauch der Pumpe von

$$\frac{100}{80} \cdot \frac{203^3}{140^3} = 2,62 \text{ cbm. Bei 5\%}$$

Wassergehalt (d. h. 95% Dampf und 5% Wasser) und 10 at abs Druck wiegt 1 cbm Dampf der Pumpe 5,3 kg und der gesamte Dampf $2,62 \cdot 5,3 = 13,85$ kg.

Der Wärmehalt dieses Dampfgemisches ist

$$(1-0,05) \cdot 13,85 \cdot 666 + (1-0,95) \cdot 13,85 \cdot 179 = 8900 \text{ WE.}$$

Mit dem Niederschlagwasser gehen $100 \cdot 13,85 = 1385$ WE verloren. Es verbleiben $8900 - 1385 = 7515$ WE, wodurch 1000 Liter Speisewasser von 15° um

$$\frac{7515}{1000} \cong 7^{\circ} \text{ erwärmt werden.}$$

γ) Bestimmung der Abdampfmenge, die dem Vorwärmer zugeführt werden muß, um 1 kg Wasser von $15 + 7 = 22^{\circ}$ auf 100° vorzuwärmen.

Der Wärmeinhalt i'' von 1 kg überhitztem Abdampf von 100° und 1 at abs Druck ist

$$i'' = 594,7 + 0,477 \cdot t - J^1) \cdot p = 594,7 + 0,477 \cdot 100 - 2,66 \cdot 1 = 645 \text{ WE.}$$

Bei Verdichtung des Dampfes zu Wasser von 100° erhält man $645 - 100 = 545$ WE, d. h. 1 kg Abdampf von 1 at abs vermag im Vorwärmer 545 WE an das Speisewasser abzugeben; also 1 kg Abdampf

erwärmt $\frac{545}{100 - 22} = 7$ kg vorgewärmtes Wasser auf 100° , so daß etwa

$\frac{1}{7}$ des Abdampfes dem Vorwärmer zugeführt und somit dem Blasrohr entzogen werden muß. Um den gleichen Unterdruck in der Rauchkammer zu erhalten, wäre also das Blasrohr enger zu machen. Indessen hat es sich gezeigt, daß bei den Sattdampflokomotiven nach Einbau der Vorwärmanlage die Dampferzeugung auch ohne Verengung des Blasrohres ausreichend bleibt, während bei den Heißdampflokomotiven die Lichtweite des Blasrohres um etwa 5% zu verringern ist, um eine willige Dampferzeugung zu sichern und den sachgemäßen Betrieb der Vorwärmanlage zu ermöglichen.

δ) Bestimmung der Vorwärmer-Heizfläche.

Wärmeübergang zwischen Vorwärmer-Heizfläche, Dampf und Wasser:

$$Q^{\text{WE}} = k \cdot F \cdot \tau$$

Hierin ist

F = Vorwärmer-Heizfläche in qm,

Q = stündlich übergehende Wärmemenge in WE,

τ = mittlerer Temperaturunterschied zwischen Dampf- und Wasserwärme in $^{\circ}$ Celsius,

k = Wärme-Durchgangszahl

$$\tau \text{ folgt aus}^2) \quad \tau = \frac{(t_1' - t_1'') - (t_2'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''}}, \text{ worin}$$

t_1' = Temperatur des Abdampfes beim Eintritt in den Vorwärmer,

t_1'' = Temperatur des Abdampfes beim Austritt aus dem Vorwärmer,

t_2' = Temperatur des Wassers beim Eintritt in den Vorwärmer,

t_2'' = Temperatur des Wassers beim Austritt aus dem Vorwärmer.

Im vorliegenden Fall kann $t_1' = t_1''$ gesetzt werden, so daß

$$\tau = \frac{t_2'' - t_2'}{\ln \frac{t_1' - t_2'}{t_1' - t_2''}}, \text{ und für } t_1' = 100^{\circ}, t_2' = 15^{\circ} \text{ und } t_2'' = 85^{\circ}$$

$$\tau = \frac{85 - 15}{\ln \frac{100 - 15}{100 - 85}} = \frac{70}{\ln \frac{85}{15}} = 40,3^{\circ}$$

k folgt aus

$$k = \frac{k_0}{1 + k_0 \cdot \frac{d}{l}}, \text{ worin}$$

¹⁾ J ist eine Hilfsgröße; vgl. Hütte, 22. Aufl., I, S. 420.

²⁾ Vgl. Hütte, 22. Aufl., I, S. 388.

$k_0 = 1700 \sqrt[3]{w}$, wenn w die Geschwindigkeit des Wassers in den Vorwärmerrohren (Formel gültig für w zwischen 0,05 und 2,0 m/sek)

d = Rohrwandstärke in m,

l = Wärmeleitzahl der Wand in WE,

$l = 56$ für Eisen,

$l = 50$ bis 100 für Messing,

$l = 320$ für Kupfer.

Wenn angenommen wird

$w = 1,0$ m/sek, so daß $k_0 = 1700$

Messingrohre von 13/16 mm Durchmesser, so daß $d = 0,0015$ m

Wärmeleitzahl im Mittel $l = 75$ WE, dann wird

$$k = \frac{1700}{1 + 1700 \cdot \frac{0,0015}{75}} = 1644$$

$$\text{Somit wird } F_{qm} = \frac{Q}{1644 \times 40,3} = \frac{QWE}{66253}$$

Wenn H_w^{qm} die wasserverdampfende Kesselheizfläche bei Heißdampflokomotiven und $\frac{\mathcal{D}}{H_w} \cong 60$ kg die stündliche Dampferzeugung auf 1 qm von H_w , so sind die an das Speisewasser im Vorwärmer übergegangenen Wärmeeinheiten

$$Q = \mathcal{D} \cdot H_w \cdot (85 - 15) = 60 \cdot 70 H_w = 4200 \cdot H_w, \text{ so daß}$$

$$\text{Vorwärmerheizfläche } F_{qm} = \frac{4200 \cdot H_w}{66253} = 0,063 \cdot H_w.$$

Berücksichtigt man Schlammelag im Vorwärmer, wodurch der Wirkungsgrad von F schnell sinkt, so ist zu dem berechneten F noch ein Zuschlag zu machen von 10 bis 20%, so daß

Vorwärmerheizfläche $F_{qm} = 0,069$ bis $0,076 H_w^{qm}$, d. h. die Vorwärmerheizfläche wird **6,9 bis 7,6%** der wasserverdampfenden Kesselheizfläche.

Ist z. B. die indizierte stündliche Dauerleistung einer Lokomotive 1500 PS_i und der Dampfverbrauch für 1 PS_i-st etwa 7,0 kg, so werden stündlich an Wasser verbraucht 10500 kg. Diese 10500 kg/st werden im Vorwärmer von 15 auf 100° erwärmt. Somit ist die hierzu verbrauchte stündliche Wärmemenge $QWE = 10500 \cdot 85 = 892500$, und es wird

$$F = \frac{Q}{66253} = \frac{892500}{66253} = 13,5 \text{ qm.}$$

7. Verbesserung des Dampfes.

Die nachteiligen Wirkungen unreinen nassen Dampfes sind bei der Dampflokomotive besonders groß. Die hohe Beanspruchung des Dampfkessels, schlechtes Speisewasser, die Erschütterungen der Lokomotive beim Fahren u. a. begünstigen die Entstehung nassen und unreinen Dampfes, während die Betriebssicherheit, vor allem die Verhütung der gefürchteten Wasserschläge, reinen, trockenen Dampf erfordert. Die bisher üblichen dampfreinigenden Vorrichtungen (Wasserabscheider) werden meist nach äußerst einfachen und Jahrzehnte alten Bauweisen hergestellt und erfüllen ihren Zweck nur sehr unvollkommen, so daß man oft auf ihre Anwendung ganz verzichtet.

Da bei der Dampferzeugung mehr als ein Viertel der Kohlenwärme nötig ist, um zunächst das Wasser auf die Dampftemperatur zu er-

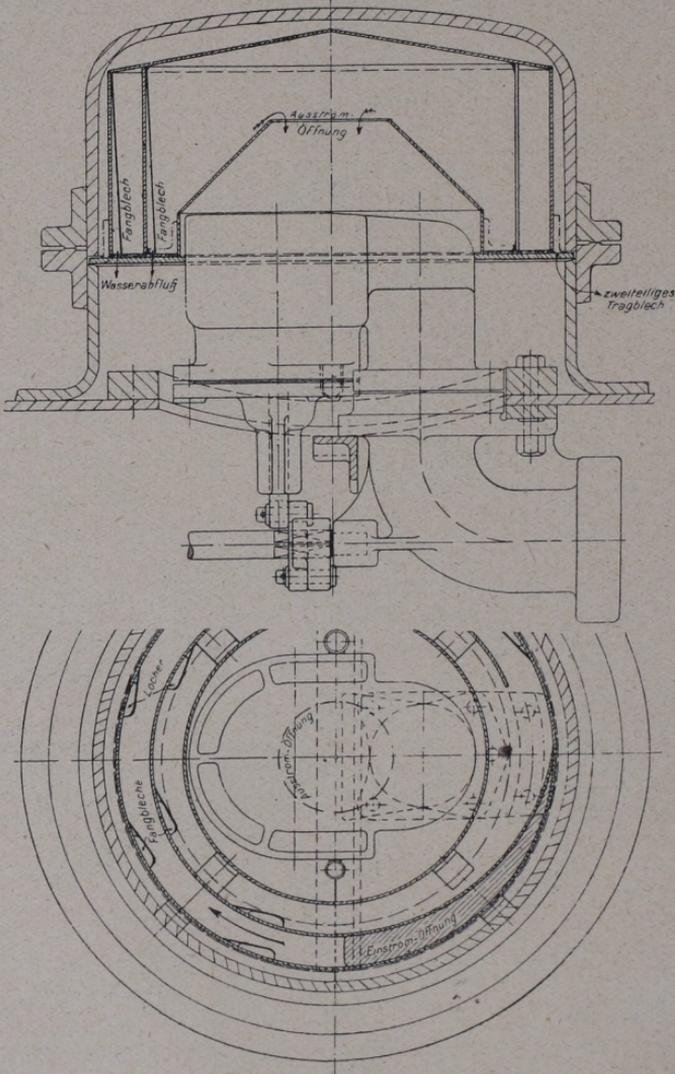


Abb. 138. Wasserabscheider Bauart „Mees“.

hitzen, so ergeben sich durch einen sicher wirkenden Wasserabscheider unter Umständen wesentliche Kohlenersparnisse, die von dem durch die Betriebsverhältnisse hervorgerufenen Grad des Wasser-

überreißens abhängig sind. Ferner ermöglicht eine solche Einrichtung eine Steigerung der größten Leistung der Lokomotive, die oft durch zu hohen Wassergehalt des Dampfes vorzeitig begrenzt wird. Schließlich wird auch die im Lokomotivbetrieb so wichtige Betriebsicherheit erhöht.

Wasserabscheider Bauart „Mees“ (Abb. 138). Hierbei wird die Fliehkraft des Wassers ausgenutzt. Die Wirkungsweise ¹⁾ ist folgende: Der Dampf tritt am Anfang eines runden Behälters ein und wird so durch einen kreis- oder schraubenförmigen Kanal geführt, daß er im Behälter bis zu seinem Austritt in der Mitte umherkreist. In bestimmten Zwischenräumen hat die Scheidewand des Kanals Fangbleche. Letztere verlaufen schräg von oben nach unten und sind an die Kanalwand unter einem spitzen Winkel angeschlossen. Nach unten werden die Fangbleche breiter und umfassen die Abschlußöffnungen im Boden des Wasserabscheiders mit ihrem unteren Ende. Infolge der lebendigen Kraft im Gemisch und infolge des Überdruckes, der sich gegenüber dem Raume unter dem Boden des Abscheiders durch die Fliehkraft bildet, kommen die weggeschleuderten Wasserteilchen jedesmal hinter die Fangbleche, von dort aus zu den entsprechenden Abflußöffnungen im Boden und sodann aus dem

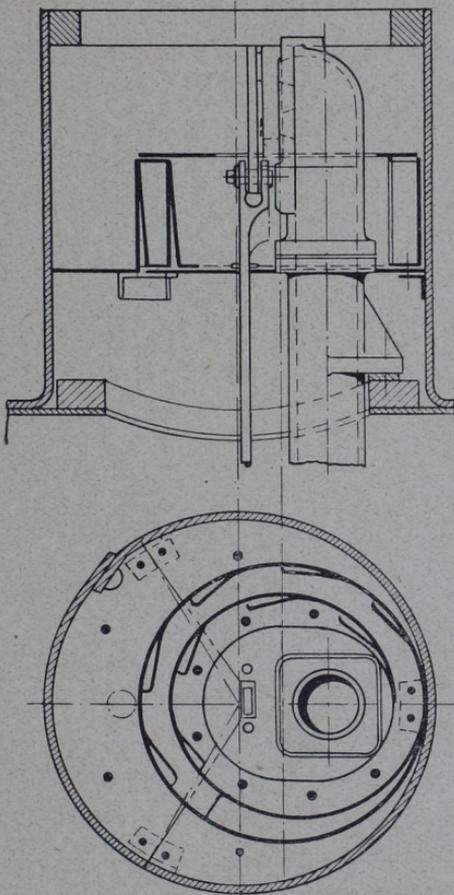


Abb. 139. Wasserabscheider Bauart „Jung“.

Wasserabscheider zurück in den Lokomotivkessel. Beim Einbau des Reglers ist darauf zu achten, daß für den Dampfumlauf im Dom genügend freier Raum vorhanden ist.

Wasserabscheider Bauart „Jung“ ²⁾ (Abb. 139). Die Fliehkraft eines rasch kreisenden Dampfstromes wird zur Ausscheidung

¹⁾ Organ, 1920, 1. März, S. 70.

²⁾ Jung in Jungenthal, bei Kirchen a. Sieg.

der Verunreinigungen benutzt. Die Vorrichtung kann meistens ohne bauliche Veränderung nachträglich in vorhandenen Lokomotiven angebracht werden. Sie umschließt unmittelbar den Reglerkopf, also die Dampfentnahmestelle, damit dieser nur wirklich reiner Dampf zugeführt wird. Übergerissenes Kesselwasser und Kesselschlamm werden vorher durch die Vorrichtung abgeschieden, und zwar dadurch, daß der Dampfstrom gezwungen wird, mittels eines spiralförmigen Leitkanals eine sehr rasche kreisende Bewegung auszuführen. Hierbei werden die flüssigen und festen Beimengungen an die Wandungen des Abscheiders geschleudert, die mit eigenartig geformten Fangblechen versehen sind. Diese lenken vermöge ihrer Form die aufgefangenen Wasser- und Schlammteile schräg nach unten ab und führen sie durch Bodenöffnungen in den Kessel zurück, was infolge der Fliehkraftwirkung mit großer Geschwindigkeit geschieht. Letzterer Umstand ist für den Lokomotivbetrieb wichtig, da hierdurch auch die gelegentlich auftretenden großen Wassermengen sicher bewältigt werden können. Auf diese Weise werden Wasserschläge verhütet, deren Gefährlichkeit durch die Einführung der Heißdampflokomotiven erhöhte Bedeutung erhalten hat.

8. Überhitzer-Bauarten.

a) Vorteile des Heißdampfes.

Die wirtschaftlichen Vorteile bei Verwendung von Heißdampf lassen sich im wesentlichen zurückführen auf die Vermeidung der Niederschlagverluste und auf das größere spezifische Volumen des Heißdampfes. Daraus ergibt sich Dampf-, Wasser- und Kohlenersparnis gegenüber gleichartigem Dampfbetrieb, bzw. Vergrößerung der Zugleistung bei gleicher Kesselgröße und gleichem Kohlenverbrauch. Ersparnis an Wasser gleich der an Dampf; sie ist größer bei Maschinen mit einfacher als bei solchen mit doppelter Dehnung, und zwar bei einfacher Dehnung etwa bis zu 33%, bei doppelter etwa bis zu 26%, im Vergleich mit Sattdampfmaschinen gleicher Bauart, Größe und Leistung und unter Voraussetzung voller Fahrt. Etwa ein Drittel geringer als Wasserersparnis ist Kohlenersparnis, da ein Teil der auf dem Rost erzeugten Wärme zur Überhitzung des Sattdampfes verwendet wird; sie beträgt bei einfacher Dehnung 20 bis 26%, bei doppelter 12 bis 18%.

Mit Erhöhung der Dampftemperatur wächst die Ersparnis, und es ist deswegen ratsam, zwecks Erzielung eines möglichst wirtschaftlichen Betriebes hohe Überhitzung anzuwenden. Erfahrungsgemäß geben im Lokomotivbetrieb unter gewöhnlichen Verhältnissen je 5 bis 6° Überhitzung etwa 1% Dampfersparnis. Als oberste Grenze der Dampftemperatur gilt 400°. Hauptsächlich hängt die Überhitzungshöhe von dem Feuchtigkeitsgehalt des in den Überhitzer tretenden Dampfes ab. Daher ist es ratsam, zwecks Erhöhung der Wirtschaftlichkeit eine solche Kesselbauart zu wählen und derartige Vorkehrungen zu treffen, daß möglichst trockener Dampf entsteht und in den Überhitzer gelangt.

Der Kohlenverbrauch einer Heißdampf-Zwillingslokomotive für eine an den Triebädern geleistete Pferdekraftstunde ¹⁾ ist bei 13 at abs

¹⁾ Vgl. Seite 76.

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° Dampftemperatur 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 Schleppeleistungen 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 Schleppeleistung 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

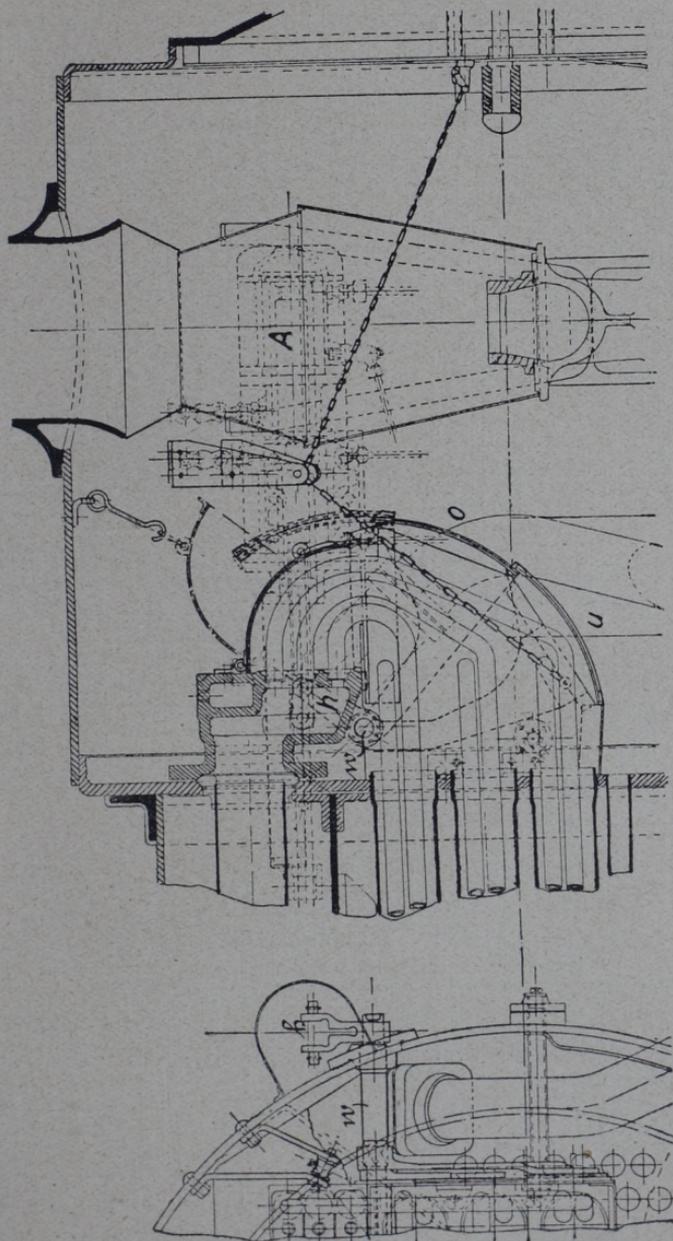


Abb. 140. Großrohrüberhitzer Bauart „Schmidt“ (mit senkrechten Flansch).

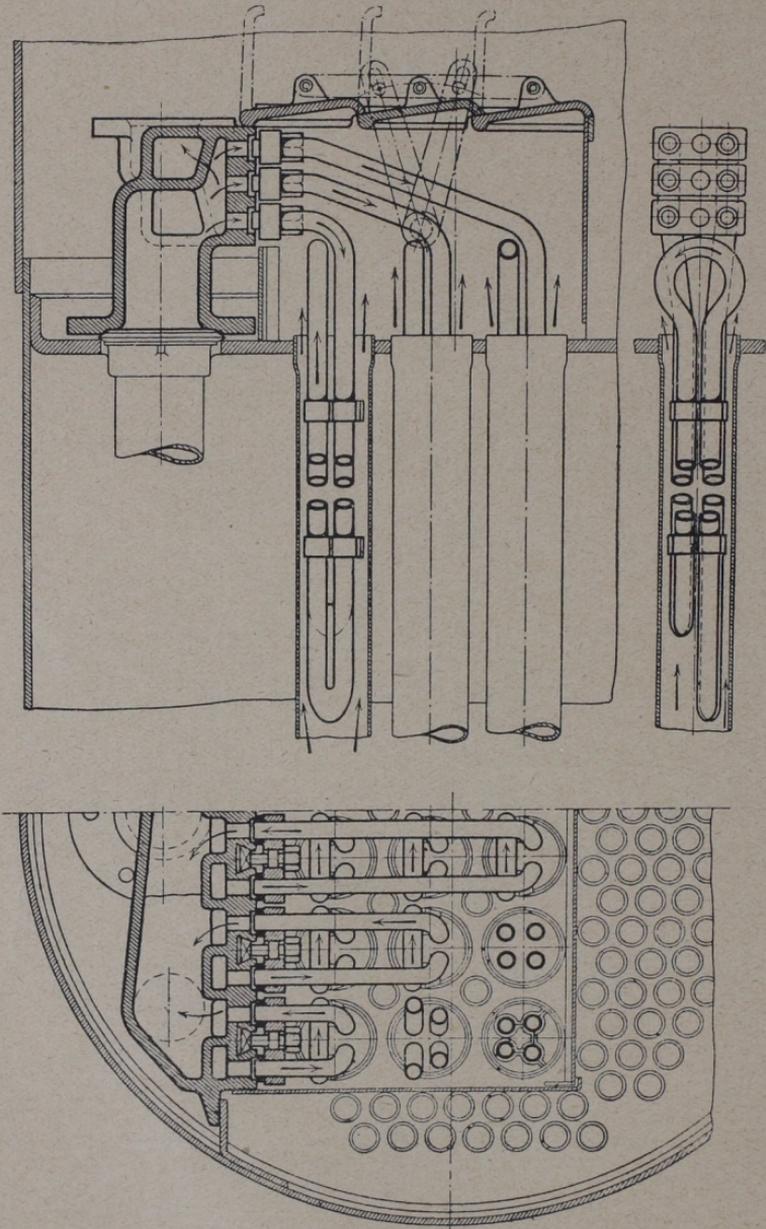


Abb. 141. Großrohrerhitzer Bauart „Schmidt“ (mit wagerechtem Flansch).

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-

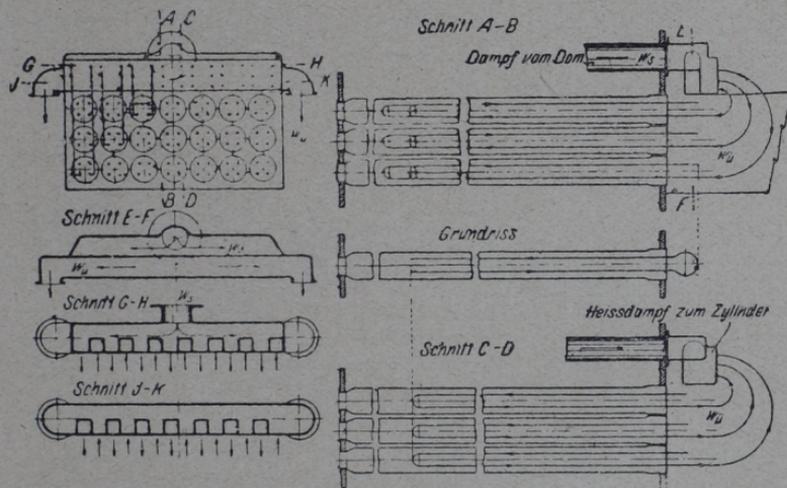


Abb. 142. Dampfgeschwindigkeiten im Schmidt'schen Großrohrüberhitzer.

digkeit w_0 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.

Zwischenflanschen in der Rauchkammer zu Überhitzerelementen vereinigt. In jeder Zwischenkammer werden einige Rohrmündungen der Dampfeintrittsseite eines jeden Überhitzerelementes zu einer Eintrittsöffnung, und einige Rohrmündungen der Dampfaustrittsseite zu einer Austrittsöffnung vereinigt. Hierdurch wird die Zahl der Verschraubungen so stark vermindert, daß sie leicht zugänglich angeordnet und gegen ganz einfach geformte Sammelkammern abgedichtet werden können.

Entweder bestehen die Zwischenkammern aus einem kurzen Rohrstück, das an einem Ende zugestaucht und verschweißt und am anderen mit einer eisernen Linse oder sonst einem Dichtungsring gegen die Sammelkammer abgedichtet ist (Abb. 143 a), oder sie bestehen nur aus einem einfachen Flansch (Abb. 143 b), bei dem auch die Rohrmündungen für den Ein- und Austritt des Dampfes zu je einer Eintritts- bzw. Austrittsöffnung vereinigt sind. Auf der einen Seite des Flansches münden die Überhitzerrohre ein, und die einzelnen Dampfströme werden durch Hohlräume in dem Flansch zu einem

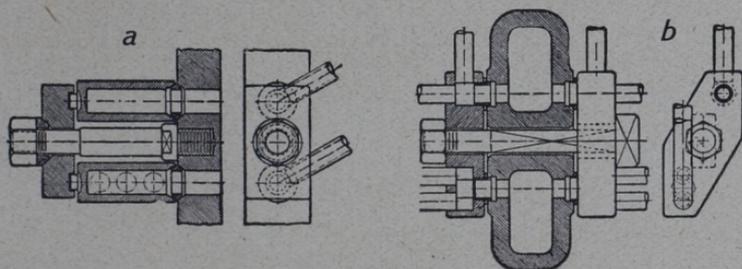


Abb. 143. Anordnung der Zwischenkammern beim Schmidt'schen Kleinrohrüberhitzer.

gemeinsamen Dampfstrom auf der Gegenseite des Flansches vereinigt. Jedes Überhitzerelement hat einen Flansch als Zwischenkammer, und je zwei gegenüberliegende Elemente werden durch eine gemeinsame Schraube befestigt. Befestigung der Rohrenden in den Zwischenkammern durch Schweißen oder Löten.

Anordnung der Sammelkammern je nach den Platzverhältnissen in der Rauchkammer in verschiedenster Weise. Es ist ratsam, eine möglichst große Rauchkammer vorzusehen und die Rauchrohre von der hinteren nach der vorderen Rohrwand zu seitlich auseinanderlaufen zu lassen, so daß eine in der Mitte vor der Rauchkammerrohrwand, parallel zum Blasrohr angeordnete senkrechte Überhitzerkammer keine Rauchrohre verdeckt.

Anordnung 1: Nur eine Sattdampf- und Heißdampfkammer in der Mitte (Abb. 144). Bei kleinen Kesseln angewendet. Vorn liegt der Heißdampf-, hinten der Sattdampfraum. Je zwei einander gegenüberliegende Zwischenflansche werden durch einen gemeinsamen Schraubenbolzen auf dem Dampfsammler befestigt.

Anordnung 2: Eine Sattdampfkammer in der Mitte und je eine Heißdampfkammer an den Seiten der Rauchkammer (Abb. 145). Bei größeren Kesseln angewendet.

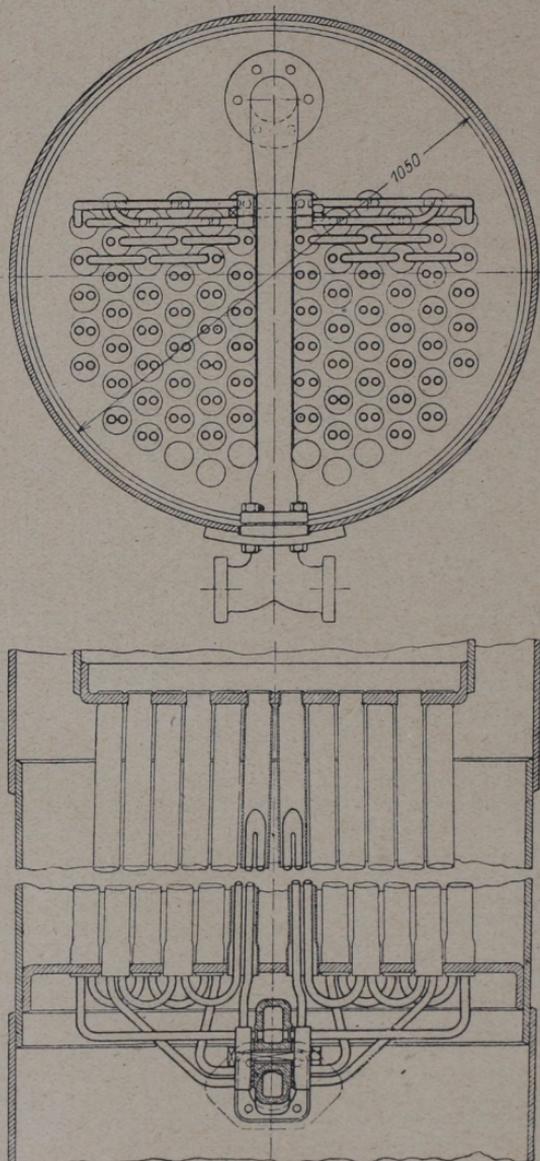


Abb. 144. Anordnung der Sammelkammern in der Mitte
(Schmidt-Kleinrohrüberhitzer).

Anordnung 3: Eine Satttdampfkammer auf der einen und eine Heißdampfkammer auf der anderen Seite (Abb. 146). Die Dampfzuführung vom Überhitzer zu den Zylindern muß dann einseitig erfolgen, eine Anordnung, die manchmal Schwierigkeiten mit sich bringen kann, die jedoch bei Verschiebelokomotiven besonders vorteilhaft ist, wenn der Regler zwischen dem Überhitzer und den Zylindern angeordnet werden soll. Man kann nämlich dann den Dampfinhalt zwischen Regler und Schieber möglichst gering halten und dadurch das Hin- und Herfahren der Lokomotive erleichtern. In

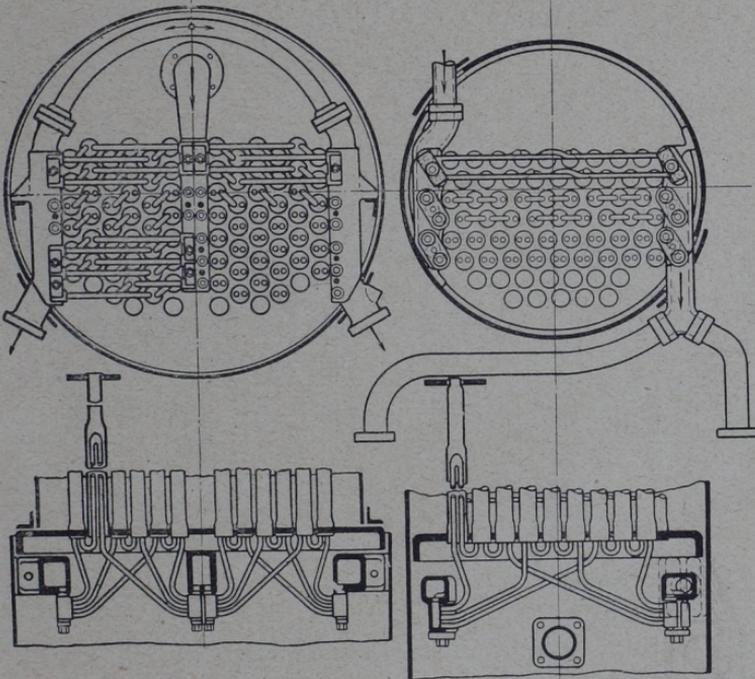


Abb. 145. Anordnung der Sammelkammern in der Mitte und seitlich (Schmidt-Kleinrohrüberhitzer).

Abb. 146. Anordnung der Sammelkammern an den Seiten (Schmidt-Kleinrohrüberhitzer).

diesem Falle braucht man zwischen Kessel und Überhitzer nur ein gewöhnliches Absperrventil, das nur bei Außerdienststellung der Lokomotive oder bei Ausbesserungsarbeiten am Überhitzer zu schließen ist.

Anordnung 4: Gebräuchlichste Anordnung (Abb. 147). Oben wagerecht liegende Sammelkammern (sogenannte Stufenkammern). Aus der Satttdampfkammer b tritt der Dampf in verschiedene Verteilungskammern a und geht dann durch die Rohrelemente c in die Heißdampfkammer. In jedem Rauchrohr liegen Überhitzerrohre; also ein Ele-

ment in zwei senkrecht übereinander angeordneten Rauchrohren. Die Verteilungskammern werden durch eine einzige Schraube und den Flansch *d* (ähnlich dem Großrohrüberhitzer) festgehalten. Die Rohrelemente sind bis auf die Abbiegungen in der Rauchkammer einander gleich.

III. Mittelrohrüberhitzer.

Zum Unterschied vom Großrohrüberhitzer mit Rauchrohren von 125 mm und vom Kleinrohrüberhitzer mit Rauchrohren von 70 mm l. Durchmesser hat er solche von 100 mm l. Durchmesser. Während beim Großrohrüberhitzer in jedem Rauchrohr ein Doppel-U-Rohr mit zweimaliger Hin- und Rückführung des Dampfes angeordnet ist, sind hier in jedem Rauchrohr zwei einfache U-Rohre mit nur einmaliger Hin- und Rückführung des Dampfes vorhanden (Abb. 148).

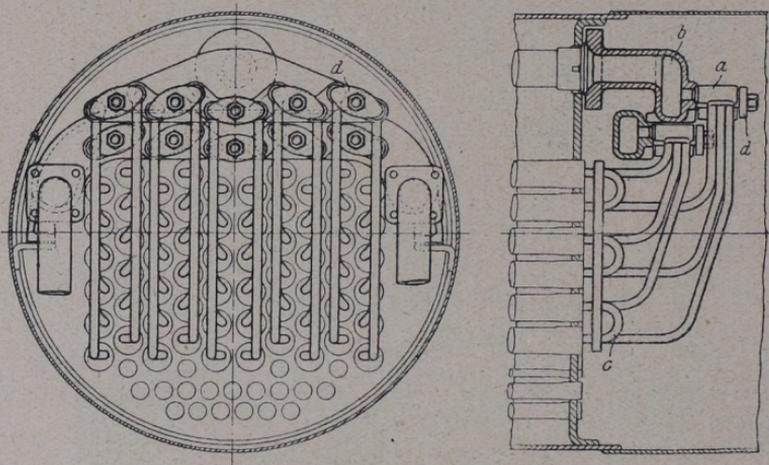


Abb. 147. Anordnung einer oberen gemeinsamen Sammelkammer (Schmidt-Kleinrohrüberhitzer).

Hierdurch sollen folgende Vorteile erzielt werden:

1. Der Dampfweg wird nur halb so lang und deshalb die Abdrosselung geringer; außerdem wird der Dampfquerschnitt größer und dadurch eine weitere Verringerung der Abdrosselung erreicht.
2. Infolge der kleineren Überhitzerrohre werden die Rauchrohre kleiner, die Elemente leichter, und ihre geschlossene Anordnung trägt zur Schonung der Rohrwand bei.
3. Die kleineren Überhitzerrohre können eine verhältnismäßig dickere Wandstärke erhalten und finden im Rauchrohr mehr Platz, so daß ihre Umkehrenden durch einfaches Biegen hergestellt werden können. Aufgeschraubte oder geschweißte Kappen sind deshalb nicht erforderlich.

Die beiden Sattdampfenden der in einem Rauchrohr angeordneten U-Rohre vereinigen sich in der Rauchkammer zu einem Rohrstrang, ebenso auch die beiden Heißdampfenden, aber nicht erst in der Rauchkammer, sondern schon innerhalb des Rauchrohres etwa 1 m vor Eintritt in die Rauchkammer. Dadurch wird eine hohe Überhitzung bei gleichzeitig guter Ausnutzung der Feuergase erreicht, indem die Feuergase zuletzt auf zwei Sattdampfrohre und nur auf ein Heißdampfrohr treffen. Die vier in der Rauchkammer übereinander liegenden abgelenkten Enden für Dampf-

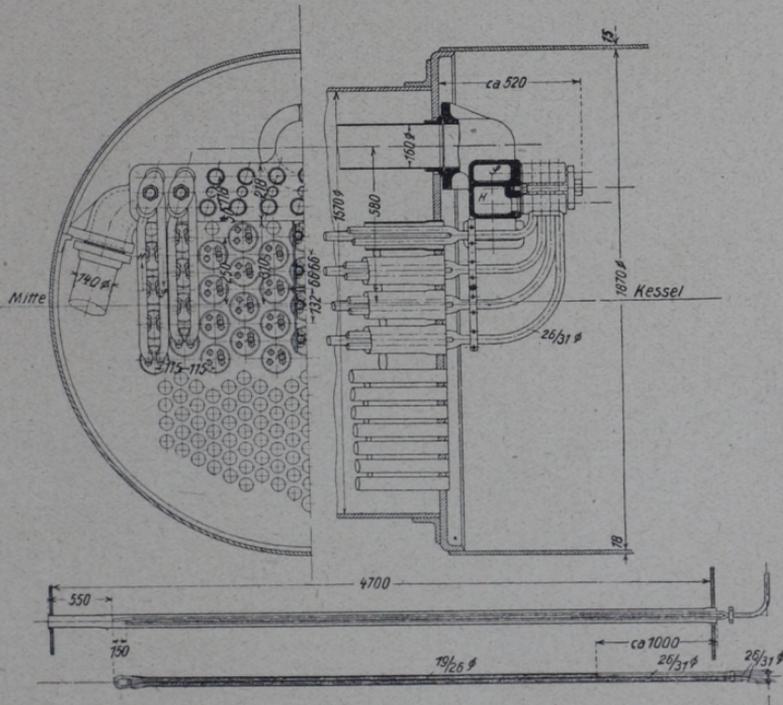


Abb. 148. Mittelrohrüberhitzer Bauart „Schmidt“.

eintritt sowohl als für Dampfaustritt einer jeden senkrechten Rauchrohrreihe sind in gemeinschaftlicher Zwischenkammer eingeschweißt, die von vorn gegen die obere, in der Rauchkammer angeordnete Sammelkammer angeschraubt ist. Die Zahl der Schrauben und Abdichtungen ist nicht halb so groß, wie beim Großrohrüberhitzer und die Zugänglichkeit eine weit bessere. Die Sammelkammer ist einfacher.

In Abb. 149 ist zum Vergleich die Rohrteilung für alle drei Schmidt'schen Überhitzerbauten für denselben Kessel (1,55 m Durchmesser) dargestellt und die Unterschiede aus einer Vergleichstabelle, Zusammenstellung 27, ersichtlich. Besonders auffallend ist der große

Dampfquerschnitt im Mittelrohrüberhitzer. Entsprechend der um fast 18% größeren Überhitzerheizfläche (43,5 gegen 37,1 qm) dürfte auch die Überhitzung um ebensoviele größer werden als beim Großrohrüberhitzer.

c) Sonderbauarten im Ausland.

I. England (sämtlich Rauchröhrenüberhitzer).

Churchward-Überhitzer (Abb. 150). Der gußeiserne Dampfsammelkasten in der Rauchkammer hat eine obere Kammer S für Sattdampf, eine untere H für Heißdampf. An die obere schließt

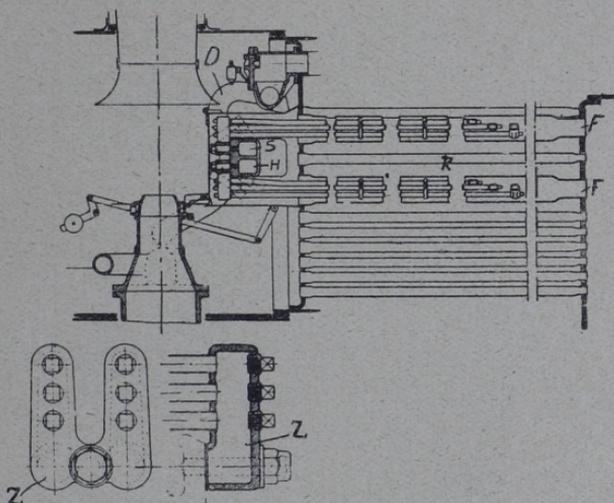


Abb. 150. Churchward-Überhitzer.

Zusammenstellung 27.

| Bezeichnung | Großrohrüberhitzer | Mittelrohrüberhitzer | Kleinrohrüberhitzer |
|---|--------------------|----------------------|---------------------|
| Anzahl der Rauchrohre Stück | 21 | 36 | 108 |
| Durchmesser der Rauchrohre . . . mm | 45/50 | 45/50 | 45/50 |
| Anzahl der Überhitzerrohre . . . Stück | 21 | 121 | 54 |
| Durchmesser der Überhitzerrohre. mm | 30/38 | 19/26 | 19/24 |
| Kesselheizfläche (feuerberührt) . . qm | 132,6 | 133,5 | 137,7 |
| Überhitzerheizfläche (feuerberührt) qm | 37,1 | 43,5 | 60,2*) |
| Gesamtheizfläche (feuerberührt) . qm | 169,7 | 177,0 | 197,9 |
| Überhitzerheizfl. in $\frac{0}{0}$ d. Gesamtheizfl. $\frac{0}{0}$ | 21,85 | 24,6 | 30,4 |
| Freier Gasquerschnitt qcm | 3882 | 4024 | 3832 |
| Gasquerschnitt im Überhitzer . . . $\frac{0}{0}$ | 41,8 | 52,5 | 83 |
| Dampfquerschnitt im Überhitzer . qcm | 148,4 | 203 | 153 |

*) Nur innerhalb der Rauchrohre gerechnet.

Hauptdampfrohr D vom Kessel an, an die untere die Einströmröhre zu den Zylindern. Der Dampfsammler liegt wagerecht vor einer Heizrohrreihe R zwischen den beiden Rauchrohrreihen F. In jedem Rauchrohr befinden sich drei U-förmige Überhitzerelemente (sechs Überhitzerrohre); sie sind an der Feuerbüchse an ihren Enden durch drei Stahlgußkappen verbunden, an der Rauchkammer in gußeiserne, hufeisenförmige, zweischenkligige Zwischensammelkammern Z eingewälzt, die mit dem Dampfsammelkasten verschraubt sind. In dem einen Schenkel (Seite für den Dampfeintritt) der Zwischen-

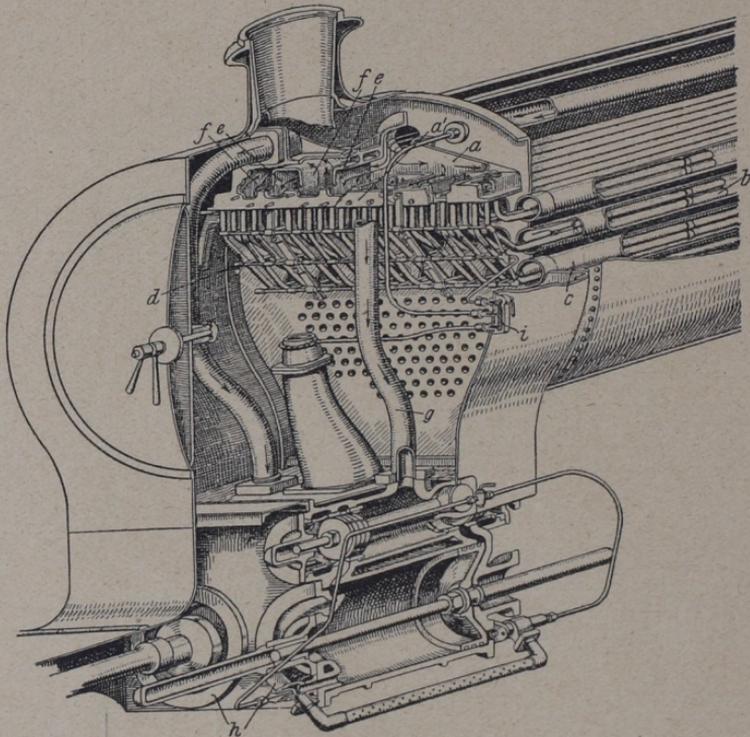
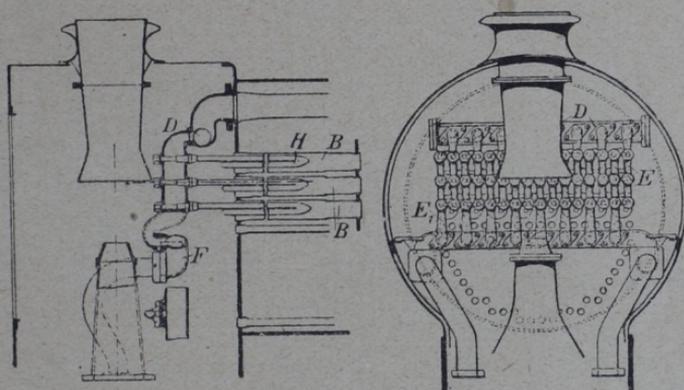


Abb. 151. Robinson-Überhitzer.

kammern Z sind die drei Satteldampfenden der zu einem Rauchrohr gehörigen Überhitzerelemente eingewälzt, in dem anderen (Seite für den Dampfaustritt) die drei Heißdampfenden. Der Überhitzer ist von einem Blechmantel in der Rauchkammer umschlossen; vorn ist er zwecks Reinigung, unten zur Regelung durch eine Klappe verschlossen. Letztere wird beim Einströmen von Dampf in die Satteldampfkammer selbsttätig geöffnet.

Robinson-Überhitzer (Abb. 151); ist in England und seinen Kolonien nächst dem Schmidt-Überhitzer der verbreitetste. Er besteht in der

Hauptsache aus dem Dampfsammelkasten a, sowie aus den Überhitzerschlangen b, die mit a verbunden sind und in den Rauchröhren c liegen. Sammelkasten a wird vorn durch ein bis drei flußeisene Flanschen a' dampfdicht verschlossen. Der Dampf tritt vom Regler in die Satteldampfkammer e, von hier in die Überhitzerschlangen b (eines in jedem Rauchrohr), sodann in die Heißdampfkammern f und strömt von dort durch die Rohre g in die Zylinder h. Die Pfeile in Abb. 151 geben die Dampfrichtung an. Jede Schlange b besteht aus vier nahtlos gezogenen Stahlrohren, entsprechend durch Kappen oder verschweißte Enden verbunden. Die zwei Röhren jeder Schlange sind unmittelbar in den Sammelkasten (im Gegensatz zu „Schmidt“) fest eingewalzt. Von der Feuerbüchsenrohrwand sind die Überhitzerschlangen rund 500 mm entfernt. Sie können leicht ohne Beschädigung des Sammelkastens ausgewechselt werden. Äußerer Durchmesser der Rauchrohre gewöhnlich 127 bis 140 mm. Rauchrohre an der Feuerbüchse eingezogen, an der Rauchkammer aufgeweitet und in üblicher Weise in beiden Rohrwänden



[Abb. 152. Eastleigh-Überhitzer.

eingewalzt. Statt Verschlussklappen sind kleine Bläser d vor jedem Rauchrohr angeordnet und mit dem Hilfsbläser derart verbunden, daß sie mit diesem gleichzeitig abgestellt werden. Durch diese Bläser wird der Durchzug der Feuergase durch die Rauchrohre verhindert. Die außerhalb der Rauchkammer angebrachte Vorrichtung i dient dazu, die Bläser unabhängig vom Hilfsbläser an- und abzustellen.

Eastleigh-Überhitzer (Abb. 152); London- und Süd-West-Bahn. Jedes Rauchrohr B enthält eine vierfache Überhitzerschlange H. Aus dem Dom gelangt der Satteldampf in den Sammelkasten D. Getrennt davon wird der Heißdampf im Sammelkasten F aufgefangen und von dort in die Schieberkästen geführt. Senkrechte schmale Hohlkörper E und E₁, deren Querschnitt eiförmige Gestalt hat, wodurch den abziehenden Rauchgasen möglichst wenig Widerstand entgegengesetzt wird, sind abwechselnd mit den beiden Sammelkästen D und F verbunden. Die Enden der Überhitzerrohre einer senkrechten Reihe münden abwechselnd in diese Hohlkörper E und E₁.

Gresley-Überhitzer (Abb. 153); Große Nordbahn. Getrennte Sammelkästen für Satt- und Heißdampf. Die beiden flachen Kästen liegen über und unter den Rauchrohrmündungen von der Rauchwand ziemlich weit entfernt und sind auf Winkeln in der Rauchkammer befestigt. In diesen Kästen sind die Überhitzerrohre in einer Reihe nebeneinander eingewalzt. Die Rauchrohre können verhältnismäßig eng sein, da nur zwei Überhitzerrohre in einem Rauchrohr liegen. Von der Sattdampfkammer geht der Dampf durch zwei Überhitzer-Rohrschlangen zur Heißdampfkammer.

II. Frankreich.

Caskaden-Überhitzer; Französische Ostbahn. Vereinigung von Frischdampfüberhitzer und Verbinderdampftrockner in einem Gußstück. Der Überhitzer (Abb. 154) besteht aus $3 \times 7 = 21$ großen Rauchrohren (125/133 mm Durchmesser), von denen jedes eine Überhitzerschlange enthält. Eine solche Schlange besteht ihrerseits wieder

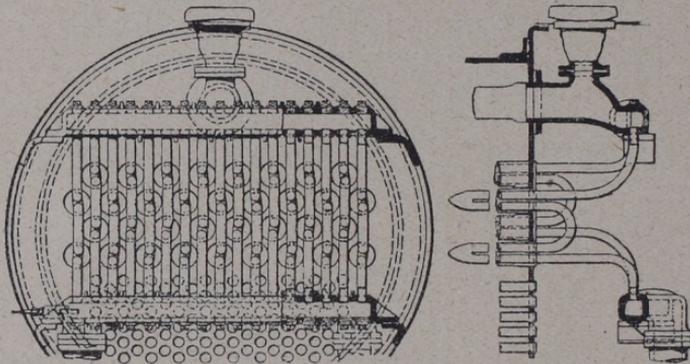


Abb. 153. Gresley-Überhitzer.

aus einem äußeren Rohr (66/76 mm) mit äußeren Längsrippen, das bis auf 600 mm an die Feuerbüchsenrohrwand heranreicht, an diesem Ende mit einer eiförmiger Spitze verschlossen ist, und aus einem hineingeschobenen inneren glatten Rohr (42/47 mm), durch das der Sattdampf von vorn eingeführt wird. Hinten wendet sich der Sattdampf zurück und gelangt durch den Ringquerschnitt von 9,5 mm Breite zwischen dem innersten Rohr und dem Rippenrohr wieder nach vorn zum Sammelraum für den überhitzten Dampf, von wo er den Zylindern zuströmt. Das innere Rohr enthält außen einen schraubenförmig aufgelöteten Blechstreifen, so daß der durchströmende Dampf unter inniger Berührung mit der Heizfläche sich durch den Ringraum hindurchwinden muß. Von den vorhandenen 21 Überhitzerschlangen dienen 10 Stück, und zwar von den beiden unteren Reihen die mittleren fünf zur Überhitzung des Hochdruckdampfes (Einheiten für den Frischdampf-Überhitzer) und die anderen zur Überhitzung des Verbinderdampfes.

Mestre-Überhitzer (Abb. 155); Französische Ostbahn. Jedes Überhitzerglied wird gebildet aus einem mittleren geraden Rohr (36/44 mm), und aus neun Rohren (13/20 mm), die alle in einem Rauchrohr (140/150 mm) gelagert sind. Die neun Rohre sind, in regelmäßigen Abständen voneinander, schlangenförmig um das Mittelrohr herumgeführt. Jedes dieser neun Rohre ist an der Feuerbüchse so durch Schweißung mit dem Mittelrohr verbunden, daß die Verbindungsstellen versetzt zu einander liegen. An der Rauchkammer sind die neun Rohre eines Gliedes mit einem auf eine Jochplatte geschraubten Ringe verlötet oder durch Einwalzen verbunden. Das Mittelrohr geht durch die Jochplatte bis zur Seitenwand des Jochstückes und ist dort ebenfalls eingewalzt. Es strömt also der vom Kessel kommende Satttdampf vom Dampfsammler durch das Jochstück zunächst in das

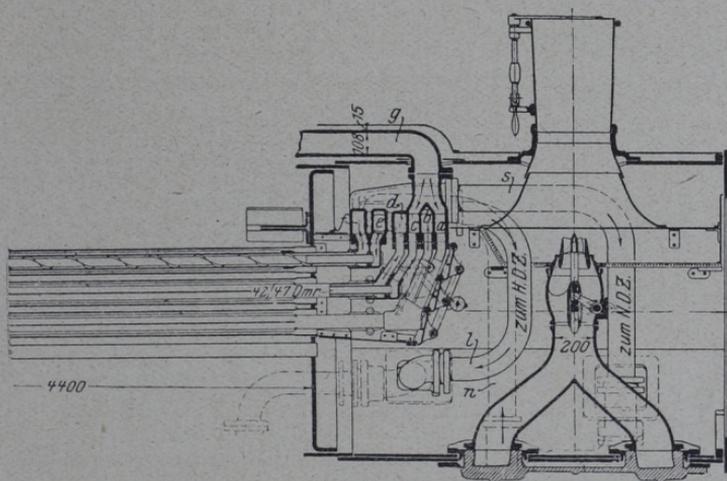


Abb. 154. Caskaden-Überhitzer.

Mittelrohr, sodann durch die schlangenförmig um diese herumgeführten kleineren Rohre in die Zylinder.

III. Nordamerika.

Zahlreiche Bauarten, die heute keine große Bedeutung mehr haben, teilweise nur Verbinderüberhitzer, u. a. die Bauarten Baldwin, Jacobs, Atchison-Topeka, Vaucrain.

Vaughan-Horsey; kanadische Pacific-Bahn. Die Grundform ist die des Schmidt-Überhitzers; nur in der Form der Sammelkästen und in der Befestigung der Überhitzerrohre an diese weicht er von Schmidt ab. Satttdampf- und Heißdampfkammer sind voneinander getrennt. Ihre fingerartigen Verlängerungen greifen ineinander. Die obere

Kammer (Satttdampfkasten) ist mit dem Hauptdampfrohr im oberen Kesselteil verbunden, von wo aus der Dampf durch die Verlängerungen des Dampfsammlers und durch U-förmige Überhitzerrohre von 24 mm l. Durchm. (je zwei in einem Rauchrohr von 125 mm l. Durchm.) in die entsprechenden Verlängerungen der Heißdampfkammer nach unten strömt. Durch zwei untere Anschlußflansche an der Heißdampfkammer wird der Heißdampf in die Zylinder weitergeleitet.

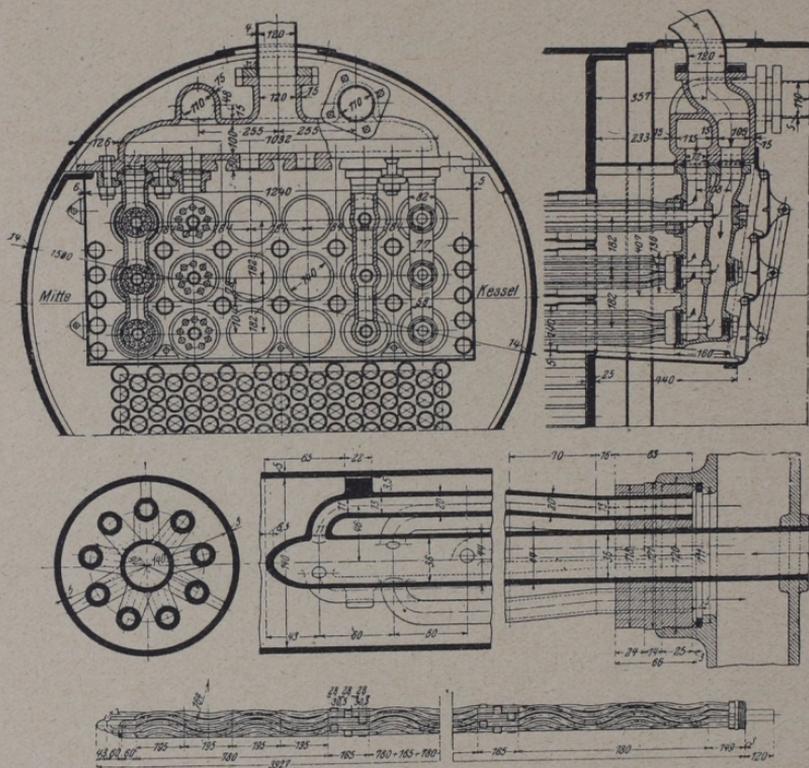


Abb. 155. Mestre-Überhitzer.

Young-Überhitzer (Abb. 156). Er hat einen trommelförmigen Dampfsammelkasten aus Stahlblech, der vor der Rauchkammer-Rohrwand liegt. In dem Kasten werden durch eine eingeschweißte, durch Mannloch verschlossene senkrechte Wand zwei Abteilungen gebildet, von denen die eine den Satttdampf, die andere den Heißdampf aufnimmt. Das eine Ende jeder Überhitzereinheit ist mit der einen, das andere mit der anderen Abteilung durch Einwalzen verbunden.

Der Sammelkasten trägt vorn einen Kopf mit Flanschen zum Anschluß der nach den Schieberkästen führenden Frischdampfrohre. Der Sammelkasten, wie der in der Rauchkammer liegende Teil der Überhitzerrohre sind mit einem mit einer Klappe versehenen Stahlblechmantel umgeben. Mittels der Klappe wird der Durchfluß der Heizgase durch die Rauchrohre geregelt und damit auch der Überhitzungsgrad. Beim Schließen des Reglers schließt ein Gegengewicht die Klappe, beim Öffnen desselben öffnet sie der Dampf.

Emerson-Überhitzer; an schweren Gelenklokomotiven der Großen Nordbahn, sowie der Chicago-, Burlington- und Quincy-Bahn. Die Dampfeinströmröhre liegen rechts und links in der Rauchkammer und sind zu Dampfsammelkästen ausgebildet. Zu beiden Seiten dieser Kästen liegen je ein oder zwei Rauchrohrreihen. Jedes Rauchrohr

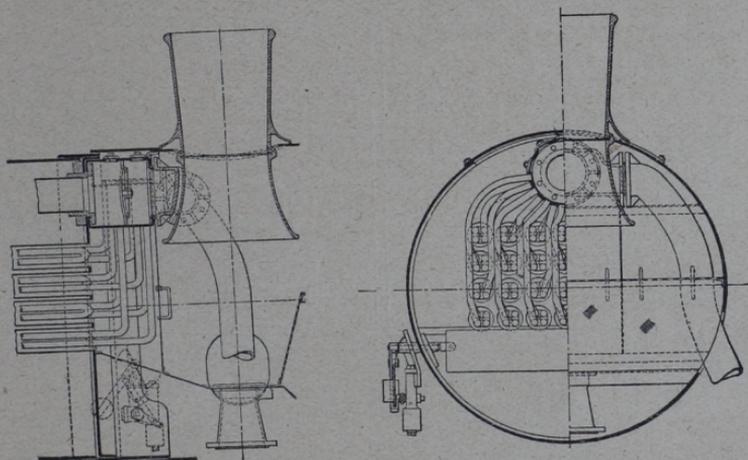


Abb. 156. Young-Überhitzer.

enthält (ähnlich „Schmidt“) eine Überhitzerschlange. Reglerklappe und Stellvorrichtung sind nicht vorhanden.

Schenectady-Cole-Überhitzer. Bekannt sind drei Ausführungsarten: mit Field-Rohren (in Amerika aufgegeben), mit U-Rohren, mit seitlichen Dampfsammelkästen.

Ausführung mit U-Rohren. In jedem Rauchrohr sind zwei Überhitzereinheiten untergebracht. Die Dampfsammelkästen sind vierteilig (herunterhängende Teilsammelkästen), weshalb viele Dichtungen erforderlich, die Überhitzereinheiten unübersichtlich und Reinigung schwierig.

Ausführung mit seitlichen Dampfsammelkästen (Abb. 157). In jedem Rauchrohr nur eine Überhitzereinheit, ähnlich dem Schmidt-Überhitzer mit seitlichen Sammelkästen; im wesentlichen von diesem nur dadurch unterschieden, daß die beiden seitlichen Kästen an der Rauchkammerwand befestigt, während sie bei

Schmidt frei in der Rauchkammer angeordnet sind. Jedes Rauchrohr von 133 mm äußerem Durchm. enthält eine vierfache Schlange nahtlos gezogener Überhitzerrohre von 38 mm äußerem Durchm. Untereinander sind die Überhitzerrohre an den hinteren Enden durch Kappen verbunden; die vorderen Enden sind in der Wagerechten gekrümmt, um die seitlich angebrachten Sammelkästen zu erreichen. Diese Krümmung ermöglicht das Ausdehnen der Überhitzerrohre bei Temperaturwechsel, da diese durch die Kappen an ihren Enden unverschiebbar miteinander verbunden sind. Ein- und Ausströmöffnung jeder Gruppe sind in einem Flansch befestigt. Befestigung zwischen Flansch und Sammelkasten derart, daß jede Gruppe allein für sich herausgenommen werden kann. Regelung des Rauchgasdurchganges durch die Überhitzerrohre mittels Selbstschalter.

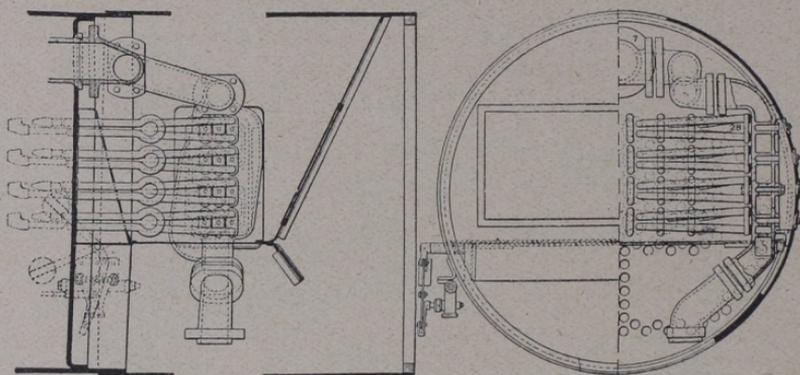


Abb. 157. Schenechtady-Cole-Überhitzer.

Bei einer Abart dieses Überhitzers ist jede Rohrschlange nur einmal hin- und hergeführt, und es befinden sich zwei solcher Schlangen in einem Rauchrohre.

IV. Sonstige Länder.

In Rußland sind ebenfalls einige Sonderbauarten von Überhitzern bekanntgeworden, wie z. B. die Bauarten von Notkin, Farmakowski und Neumayer. Ferner ist in Holland ein Abgasüberhitzer in der Rauchkammer, Bauart Verloop, ausgeführt worden.

9. Kesselauflagerung.

Es ist die Verbindung zwischen Kessel und Rahmen. Sie muß vorn an der Rauchkammer fest sein, muß aber am Hinterkessel, trotz innigster Verbindung mit dem Rahmen, bei der Erwärmung des Kessels ein Gleiten auf dem Rahmen zulassen. Außerdem wird durch die Kesselauflagerung das Kesselgewicht teilweise auf den

Rahmen übertragen und ein Abheben des Kessels bei Entgleisungen verhindert.

Bestimmung der Kesselausdehnung im Betrieb infolge höherer Temperaturen der Kesselbleche gegenüber der Außenluft: wenn β der Ausdehnungskoeffizient des Kesselbaustoffes bei Erwärmung um 1°C , so ist $1000\beta = 0,012\text{ mm}$. Bei 300° Kessel-Innentemperatur und 6 m Kessellänge (von Ende Rauchkammerträger bis Mitte Hinterkesselträger) beträgt die Ausdehnung $\frac{0,012 \times 6000}{1000} = 21,6\text{ mm}$.

$$\frac{1000}{300}$$

Unterstützungsstellen können liegen:

- vorn; dann werden gewöhnlich Rahmen, Zylinder und Kessel miteinander verbunden (Rauchkammerträger);
- zwischen Rauchkammer und Hinterkessel; sogen. Zwischenträger, die gleichzeitig als Rahmenversteifung dienen;

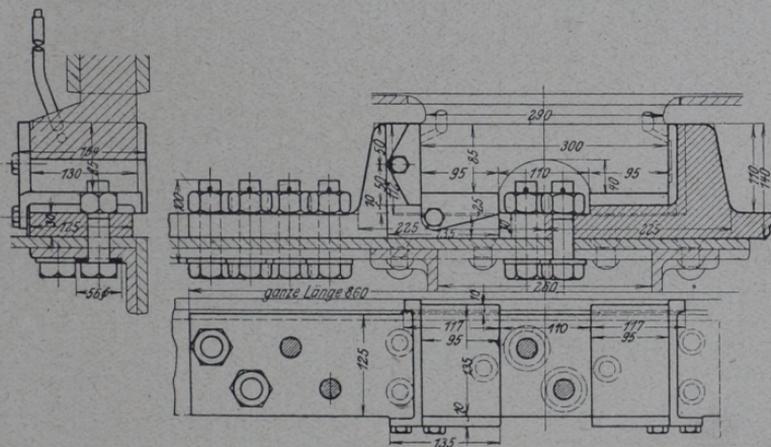


Abb. 158. Schlingerstück.

- hinten; zur Verbindung zwischen Hinterkessel und Blechrahmen, seitliche Stehkesselträger (auch Gleitlager oder Feuerbüchsträger genannt) und Schlingerstück zur Entlastung der Feuerbüchsträger gegen Seitenverschiebung.

Abb. 158 zeigt die Regelbauart eines Schlingerstückes bei Lokomotiven der preußischen Staatseisenbahnen. Ein am hinteren Querteil des Bodenringes angebrachter breiter Fuß wird auf und zwischen gut geölten Gleitlagern geführt. Auch sind Schlingerstücke mit Abfederung und mit nachstellbaren, keilförmigen Beilagen gebaut worden. Im allgemeinen genügen jedoch einfache, leicht zugängliche Schlingerkloben mit vergrößelter Auflagerfläche (bis zu 200 qcm Größe) ohne Abfederung der Stellkeile.

Bei der seitlichen Auflagerung des hinteren Kesselendes in Abb. 159, die das Abheben des Hinterkessels vom Rahmen verhin-

dern und gleichzeitig zur Aufnahme der Seitenstöße dienen soll, müssen die Gleitlager ausreichende Beweglichkeit der Feuerbüchse in der Längsrichtung zulassen. Möglichst große Auflagerung durch Verbreiterung der Gleitstücke und gute Schmierung der sich aufeinander verschiebenden Teile ist notwendig, um häufig eintretendes Fressen zu verhindern. Durch das hier dargestellte Gleitlager kann auch eine

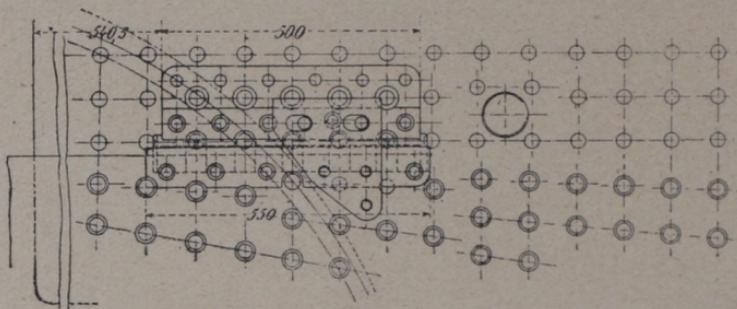


Abb. 159. Seitlicher Stehkesselträger.

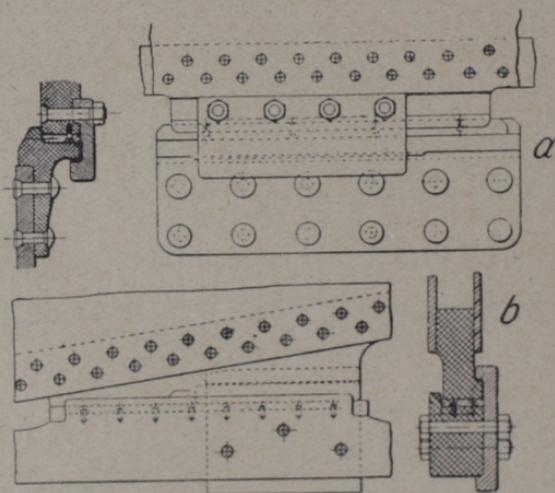


Abb. 160. Seitliche Gleitlager schwedischer Lokomotiven.

Entlastung der Schlingerstücke bewirkt werden. Abb. 161 zeigt die seitliche Auflagerung im Querschnitt. Die Ausführung seitlicher Gleitlager an schwedischen Lokomotiven mit Blech- bzw. mit Barrenrahmen zeigen die Abb. 160 a bzw. 160 b.

Während schmale lange Feuerbüchsen nur seitliche, am Rahmen befestigte Kesselstützen erfordern, werden breite Feuerbüchsen derart gelagert, daß — außer den am Rahmen angebrachten Gleit- und Schlingerstücken am vorderen Teil des Bodenringes — der hintere

wird; zwei voneinander unabhängige Vorrichtungen zur Speisung, wovon jede für sich imstande ist, dem Kessel während der Fahrt die erforderliche Wassermenge zuzuführen, und wovon eine auch beim Stillstand der Lokomotive arbeiten kann; ein Wasserstandsglas und eine zweite, mit dem Kessel in gesonderter Verbindung stehende Vorrichtung zur Erkennung des Wasserstandes; Marken des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes am Wasserstandsglas und an der Kesselwandung, die mindestens 100 mm über dem höchsten wasserbenetzten Punkte der Feuerbüchse (Feuerbüchsendecke) liegen müssen; zwei Sicherheitsventile, wovon mindestens das eine so eingerichtet ist, daß seine Belastung nicht über das bestimmte Maß gesteigert werden kann; ein Druck-

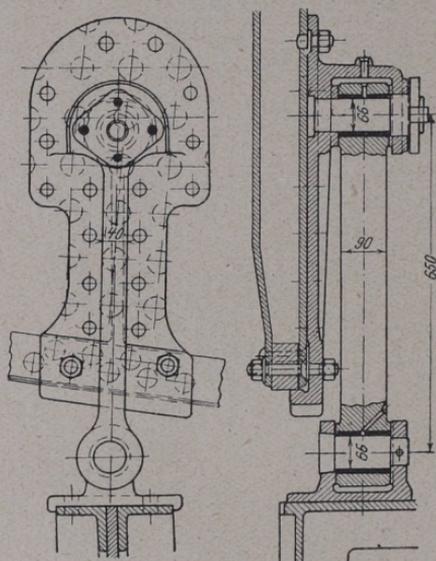


Abb. 163. Pendelstütze.

messer, der den Dampfdruck fortwährend anzeigt und auf dessen Zifferblatt die festgesetzte höchste Dampfspannung durch eine unverstellbare, gut erkennbare Marke bezeichnet ist; eine Vorrichtung zum Anschluß eines Prüfungsdruckmessers; ein metallenes Fabrik Schild,¹⁾ worauf die festgesetzte höchste Dampfspannung, der Name der Baufirma, die Fabriknummer und das Jahr der Herstellung angegeben und das so am Kessel zu befestigen ist, daß es auch nach der Ummantelung sichtbar bleibt; eine Dampfpeife oder eine andere zur Erteilung hörbarer Signale geeignete Vorrichtung von ähnlicher Wirksamkeit.

Speisevorrichtungen.²⁾ Saugende Strahlpumpen an beliebiger Stelle über dem tiefsten Stand des Speisewasservorrates (Bauarten „Sellers“, „Friedmann“, „Strube“), nichtsaugende (Bauarten „Friedmann“, „Schau“, „Körting“), oder selbsttätig anziehende (restarting) unter dem tiefsten Speisewasserspiegel (Bauarten „Sellers“, „Gresham“, „Schäffer & Budenberg“, „Friedmann“, „Körting“). Ihre

¹⁾ Bei der Deutschen Reichsbahn wird außerdem demnächst ein Schild für die Gattungsbezeichnung angebracht. Dasselbe enthält die Verwendungsart (SPGT) und eine nähere Bezeichnung durch zwei Ziffern, deren eine die Zahl der gekuppelten Radsätze, deren andere die Leistungsfähigkeit (Heizfläche) kenntlich macht. Im ganzen erhalten die Lokomotiven an der Führerhausseitenwand dann 5 Schilder, wozu Gattungs-, Nummer- und Firmenschild gehören.

²⁾ Vgl. auch unter „Vorwärmer“, S. 203.

Leistung muß für 1 qm Heizfläche rund 1 l/min betragen. Meist münden die Speiserohre vorn in den Kessel; der Abschluß erfolgt durch Rückschlag- und außerdem noch durch Absperrventile. Gewöhnlich schließt man an das Speiserohr einen Kohlennäßhahn und einen Schlauchverschraubungsstutzen für Feuerlöschzwecke an. Die Dampfstrahlpumpen können zu gleicher Zeit zur Leitung des Kesseldampfes zum Wasserkasten dienen. Bei Lokomotiven mit Vorwärmern verwendet man statt der einen Strahlpumpe eine Kolbenpumpe.

Wasserstandanzeiger. Zwei Wasserstandsgläser oder nur eines und außerdem zwei, manchmal drei Prüfhähne. Für Bahnen mit stärkeren Neigungen müssen am Wasserstandsglas mehrere, mit den Bahnneigungen übereinstimmende Marken angebracht werden. Den unteren Teil, den sichtbaren des Glases, legt man in Höhe des niedrigsten Wasserstandes; der mittlere Wasserstand liegt etwa 180 mm, der höchste etwa 206 mm oberhalb der Feuerbüchdecke. Die Prüfhähne (8 bis 10 mm l. Weite) müssen 25 bzw. 375 mm über Feuerbüchdecke liegen. Gewöhnlich benutzt man selbsttätige Absperrvorrichtungen (Kugeln oder ähnliche Vorrichtungen), die bei Zerburchen des Glases in Tätigkeit treten können. Beide Prüfhähne sind möglichst derart zu verbinden, daß sie beim Springen der Gläser zu gleicher Zeit geschlossen werden können. Eine gläserne Kappe (auch Drahtgitter) schützt das Personal beim Zerspringen des Glases. Je nach dem der Regler geöffnet oder geschlossen ist unterscheidet man scheinbaren und wirklichen Wasserstand.

Sicherheitsventile. Sie dürfen bei nicht beabsichtigter Entlastung nicht weggeschleudert werden; die Belastung muß eine senkrechte Bewegung von 3 mm zulassen. Angewendet wird eine unmittelbar wirkende oder eine Hebelbelastung; bei Hebelbelastung werden gewöhnlich Federn, seltener auch Gewichte angewendet. Gebräuchlich ist die Zusammenlegung beider Ventile. Die Größe der Sicherheitsventile ist vorteilhaft so zu wählen, daß die freie Durchlaßöffnung etwa 1:12 500 der gesamten Heizfläche beträgt. Die Drucksteigerung soll höchstens $\frac{1}{10}$ des zulässigen Dampfdruckes betragen.

Statt der bei den preussischen Staatseisenbahnen bis jetzt meist benutzten Ramsbottom-Sicherheitsventile sind große Lokomotivkessel häufig mit Pop-Ventilen, Bauart „Coale“ (Abb. 164), ausgerüstet. Sie haben in Amerika weitgehendste Verbreitung gefunden und zeichnen sich vor den Ramsbottom-Ventilen hauptsächlich dadurch aus, daß die abzulassende Dampfmenge bis zum Wiederaufsetzen des Ventiles und der Unterdruck beim Schließen des Ventiles leicht geregelt werden können. Infolgedessen läßt sich beim Pop-Ventil die Drucksteigerung in wesentlich kleineren Grenzen halten als bei dem Ventil nach Ramsbottom. Der Ventilschluß des Pop-Ventiles erfolgt bereits bei 0,1 bis 0,2 at unter dem zulässigen Kesseldruck.

Öfters angewendet wird auch das Sicherheitsventil Bauart „Maiahak“ (Abb. 165). Ein Schalldämpfer an ihm erleichtert die Verständigung zwischen Führer und Heizer beim Abblasen des Ventiles. Ferner wird die beim Ventilschluß schädliche Wirkung der Zusatzfläche bei ihm beseitigt, die sich bei den bisherigen Hochhubventilen noch vorfindet und ihre Ursache darin hat, daß das Ventil beim Sinken des

Kesseldruckes auf die normale Höhe nicht schließt, vielmehr erst dann, wenn das Produkt aus dem verringerten Kesseldruck und der vergrößerten Querschnittsfläche des Ventilregels der Spannung der Feder entspricht. Das Maihak-Ventil ermöglicht, durch Druck auf den Stellhebel das Ventil zu lüften und durch Zug an dem Stellhebel das gelüftete Ventil auf den Sitz zu bringen. Die für das Schließen des Ventils vorgesehene Einrichtung wirkt derart, daß ein Zug an dem Stellhebel das Hilfsventil b auf seinen Sitz bringt, damit den Hohlraum über dem Hauptventil abschließt und dem durch die Bohrung a in diesen Hohlraum eintretenden Dampf ermöglicht, das Hauptventil auf seinen Sitz zu drücken.

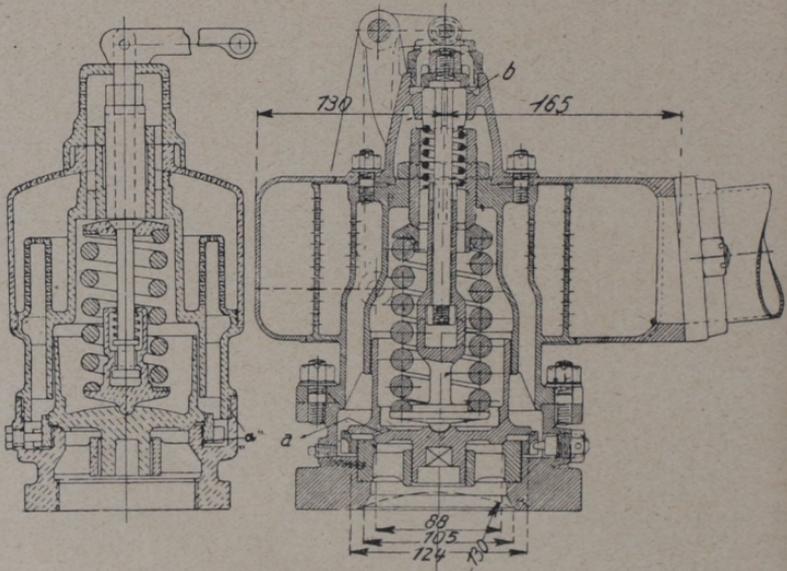


Abb. 164. Sicherheitsventil Eauart „Coale“. Abb. 165. Sicherheitsventil Bauart „Maihak“.

Hörbares Signal. Es soll eine Pfeife mit Doppelton sein, und zwar wird der leisere Ton z. B. für Verschiebezwecke verwendet. Sind auf Neben- und Lokalbahnen unbewachte Wegübergänge vorhanden, so ist auf der Lokomotive eine Läutevorrichtung (Dampfbläutwerke Bauarten „Latowsky“, „Höltken & Dunkel“, „Hofmann“) anzubringen.

Außer dem Fabrikschild ist ferner notwendig an der Lokomotive die „Angabe der größten zulässigen Fahrgeschwindigkeit“ nach Maßgabe der Lokomotivbauart, sowie die „Angabe der Eigentumsverwaltung, die Bezeichnung, Name oder Ordnungsnummer der Maschine“.

Ferner sind auf dem Führerstand des Kessels, und zwar teils am Dampfentnahmekopf, teils am sogen. Hilfsdom angeschlossen: Heiz- und Reduzier-Ventile, Bremsventil, Ventil für die Schmierpumpen und Stutzen für die Dampfentnahme zum Aus-

kasten der Zugänglichkeit dieser Pfropfen nicht im Wege steht. Entleerungsvorrichtung, Wasch- und Reinigungsöffnungen (Zahlen 1 bis 8) an einem Hinterkessel zeigt Abb. 167.

Zur Verhinderung des Glühens der inneren Feuerbüchse und der sich daraus ergebenden Kesselexplosion müssen Schmelzpfropfen in der inneren Feuerbüchse angebracht werden, die durchschmelzen und dadurch Dampf- und Feuerraum miteinander verbinden, wenn zu wenig Wasser über der inneren Feuerbüchse steht, wodurch die Bedienungsmannschaft auf den Schaden aufmerksam wird.

Der Hilfsbläser wird allgemein als Ventil ausgeführt. Seine Leitung (etwa 13 mm l. Durchmesser) liegt ringförmig mit einer größeren Anzahl 3 mm weiter Löcher um den Blasrohrkopf.

Zum Schutze gegen Abkühlung (Wärmeschutzmantel) ist der Kessel außen mit Eisenblechen von 1 bis 1,5 mm Stärke in 30 bis

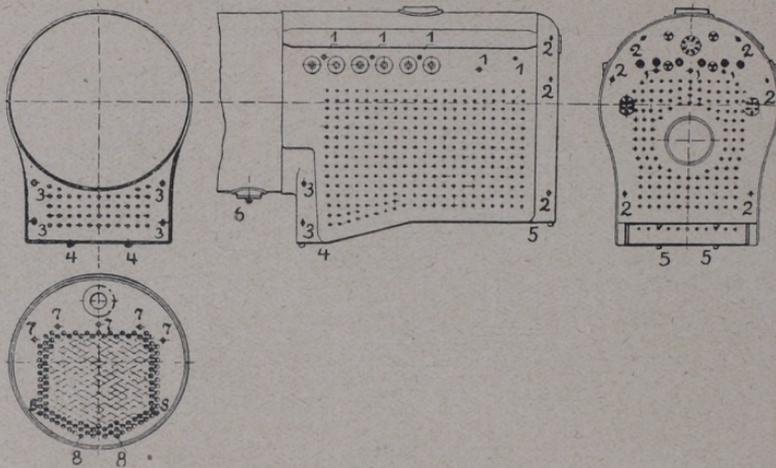


Abb. 167. Luken und Entleerungsvorrichtungen am Hinterkessel.

40 mm Abstand vom Kessel bekleidet. Durch Zugbänder von (50×2) mm Querschnitt werden die einzelnen Bleche zusammengehalten. Kleine runde Ausschnitte liegen gegenüber den Anbohrungen der Stehbolzen. Der Zwischenraum zwischen Kessel und Bekleidung wird durch Wärmeschutzmassen ausgefüllt, wie Holz, Filz, Magnesia oder Asbestmatrizen vor rd. 25 mm Stärke. Der Durchmesser der Kesselverkleidung, die möglichst auf der ganzen Kessellänge im oberen Teil ohne Auskröpfungen durchgehen soll, ist etwa 80 mm größer als der äußere Langkesseldurchmesser.

11. Führerstand.

Seiten- und Vorderwand, bei Tenderlokomotiven auch die Rückwand aus 3 bis 4 mm starkem Blech. Dach aus 2 bis 3 mm starkem Blech oder aus 25 mm dicken Brettern, die mit 1 mm starkem Blech bekleidet sind. Die hinteren Dachstützen sind gewöhn-

lich aus Gasrohr. Vorder- und Seitenwände sind durch flache hölzerne Andreaskreuze versteift. Das Dach trägt Lüftungsclappen oder einen Lüftungsaufsatz zum Absaugen der Wärme vom Führerstand. Zur Milderung von Stößen der Bodenbelag, auf dem die Bedienungsmannschaft steht, manchmal abgefedert. Die seitlichen Türen sollen rd. $\frac{1}{2}$ m breit sein.

Zwei Gesichtspunkte sind bei dem Ausbau des Führerhauses zu berücksichtigen: im Sommer muß die Bedienungsmannschaft vor großer Hitze, im Winter vor großer Kälte geschützt werden. Nach Messungen auf österreichischen Bahnen vom August 1914 beträgt die Temperatur, der die Bedienungsmannschaft auf dem Führerstande ausgesetzt ist, (bei mittleren Verhältnissen bezüglich der Außentemperatur¹⁾) etwa 30 bis 35 ° C. Um bei Lokomotivfahrten im Sommer die Mannschaft vor der brennenden Sonne zu schützen, hat die preußische Staatseisenbahn das Führerhausdach soweit verlängert, daß es 1020 mm über die hintere Kante der Seitenwand hinausragt. Zum Schutze gegen

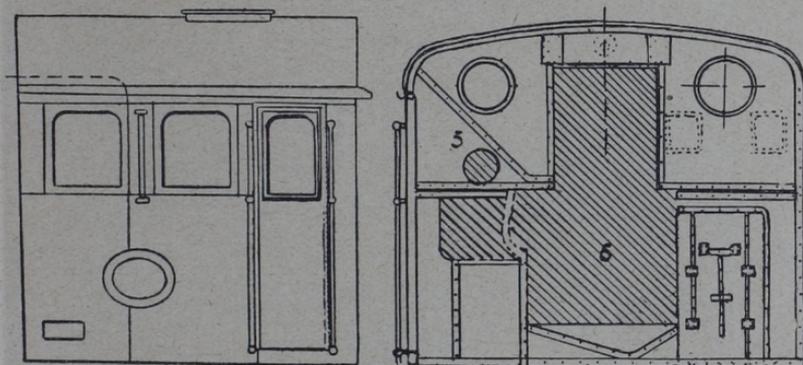
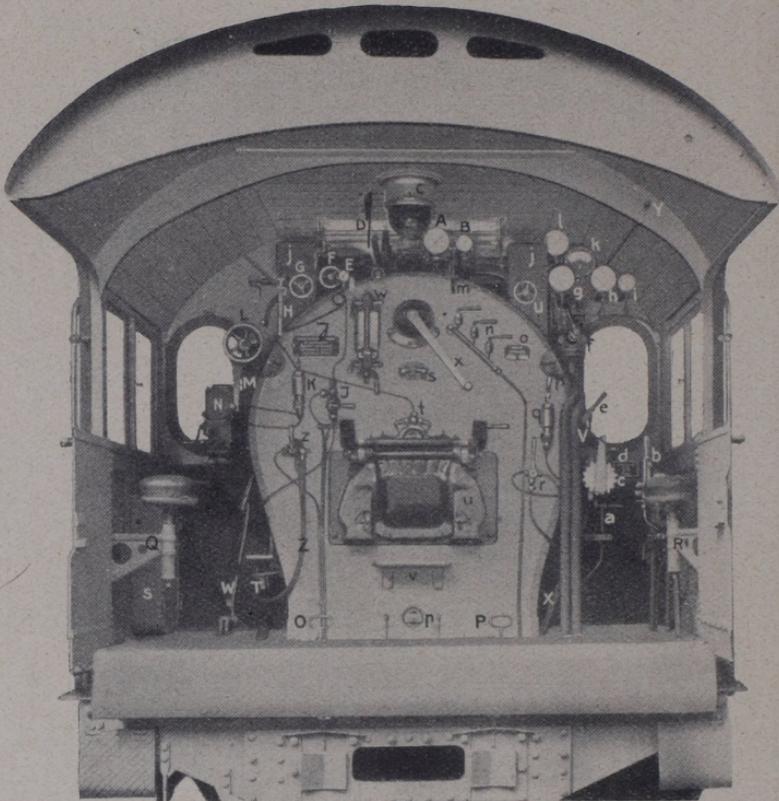


Abb. 168. Geschlossenes Führerhaus.

Kälte werden bei Schlepptenderlokomotiven zwischen Lokomotive und Tender Rückwände an das Schutzhaus oder halbohohe Türen angebracht. Vielfach hat man in nördlichen Ländern den Tender mit einer Schutzwand und einem nach vorn gerichteten Dach versehen, so daß die Bedienungsmannschaft in fast von allen Seiten geschlossenem Raum tätig ist. Auch für tropische Länder ist diese Bauart empfehlenswert, da hierdurch Führer und Heizer vor Sonnenglut und starken Regengüssen geschützt werden. Außerdem dienen Schieblenden an den Seitenfenstern zum Schutze gegen Tropenregen und Sonnenstrahlen.

Abb. 168 zeigt ein Führerhaus, das zum Schutze der Bedienungsmannschaft völlig geschlossen ist. Die Öffnungen in den Seitenwänden können durch Schiebefenster geschlossen werden. Innen ist das Führerhaus teilweise mit Holz verschalt. Die schraffierten Flächen,

¹⁾ Etwa + 25 ° C Lufttemperatur.

Abb 169. Führerhaus der preußischen G₈-Lokomotive.

- | | | | |
|---|--|---|--|
| A | Kesseldruckmesser | a | Zug für Zylinderhähne |
| B | Heizungsdruckmesser | b | Führerbremsventil |
| C | Deckenlampe | c | Steuerspindel |
| D | Zug für Lüftungsclappen | d | Schild für Vgr |
| E | Druckmesser für Speisepumpe | e | Zug für Pfeife |
| F | Heizungsventil | f | Dampfstrahlpumpe |
| G | Anstellventil für Speisepumpe | g | Druckmesser f. Brems-Hauptluftleitung |
| H | Zug für Rauchverminderer | h | Brems-Druckmesser |
| I | Zug für Bläser-Näßhahn | i | Druckmesser f. Brems-Hauptluftbehälter |
| K | Schmierpumpe für Speisepumpe | k | Pyrometer |
| L | Überhitzerclappenregelung | l | Druckmesser für Schieberkasten |
| M | Zug für Rauchkammer-Spritzhahn | m | Dampfabsperrentil für Strahlpumpe |
| N | Schmierpumpe für Zylinder und Schieber | n | Prüfhähne |
| O | Vorderer Aschkasten-Klappenzug | o | Untersuchungsschild |
| P | Hinterer " " | p | Reinigungssluken |
| Q | Heizersitz | q | Schmierpumpe für Brems-Luftpumpe |
| R | Führersitz | r | Preßluft-Sandstreuer |
| S | Werkzeugschrank | s | Kesselschild |
| T | Umschaltventil für Heizleitung | t | Marcotty-Dampfstrudensäulen |
| U | Ventil für Bremsluftpumpen-Antrieb | u | Marcotty-Feuertir |
| V | Stellhahn für Umlauf | v | Tritt |
| W | Ölpumpen-Antrieb | w | Wasserstandsglas |
| X | Steuerbock | x | Reglerhebel |
| Y | Anschluß für Signalleine | y | Schild für Überhitzer |
| Z | Spritzschlauch | z | Hahn für Spritzschlauch |

5 bzw. 6 sind Öffnungen in der Hinterwand zur Betätigung der Tenderbremse bzw. zum Kohlschaufeln.

Auf gute leichte Zugänglichkeit sämtlicher vom Führerstand aus zu bedienender Vorrichtungen ist zu achten. Vorderwand des Führerhauses rd. 400 bis 600 mm von Hinterkessel-Rückwand entfernt, um die Ausrüstungsteile auf dem Kessel innerhalb des Führerstandes unterbringen zu können. Der Dampf zur Inbetriebsetzung der Ausrüstungsteile wird gewöhnlich einem Dampfentnahmestutzen oben am Kessel entnommen. An Ausrüstungsteilen sind die unter der Abb. 169 angegebenen gewöhnlich im Führerhaus vorhanden. Betreffs der Anbringung der Druckmesser ist eine Trennung zwischen den Bremsdruckmessern und den übrigen empfehlenswert. Erstere werden häufig, gruppenweise zusammengefaßt, an dem verlängerten Halter für die

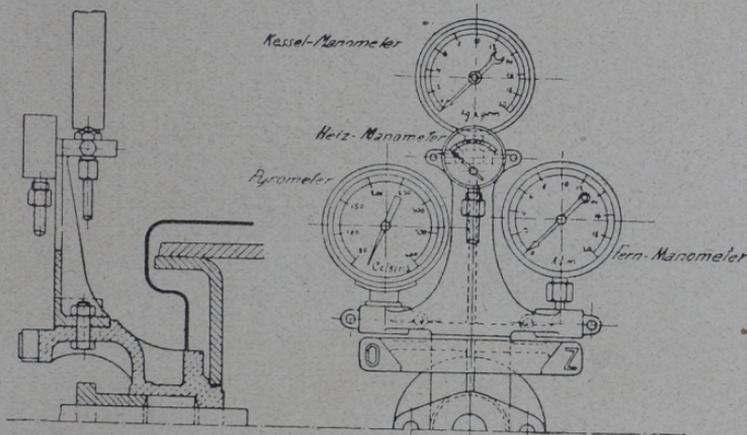


Abb. 170. Anordnung der Druckmesser

Dampfstrahlpumpen auf der rechten Seite des Führerstandes, die übrigen Druckmesser an einer auf der Reglerstopfbüchse aufgesetzten Stütze angeordnet, wie hier in Abb. 170.

Abb. 171 stellt dar den 3080 mm breiten Führerstand der von Maffei für Baden gebauten 2C1-4Zyl. H. V. S-Lok.

Einen Teil des Führerstandes nebst Dampfentnahmestutzen an der deutschen 1E-Einheits-Güterzuglokomotive zeigt Abb. 172. Hier hat eine Verlegung des Dampfentnahmestutzens vor das Führerhaus stattgefunden, mit gemeinsamem Absperrventil und Lagerung der Dampfventile für die Vorwärmerspumpen und für die Luftpumpe in handlicher Höhe. Diese Verlegung vor das Führerhaus ist nicht allein deshalb vorgenommen worden, um die Zugänglichkeit der angeschlossenen Teile zu verbessern, sondern hat auch den wesentlichen Zweck, stark beheizte Teile aus dem Führerhaus zu entfernen und Belästigung der Bedienungsmannschaft durch die von diesen Teilen ausgehende strahlende Wärme (besonders im heißen Sommer) zu verhüten.