

Die Betriebssicherheit begrenzt die Zugstärke und Geschwindigkeit; nach B. O. § 54,4<sup>1)</sup> 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 G<sub>8</sub><sup>1</sup>-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 Kupfer<sup>2)</sup>, 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

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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.

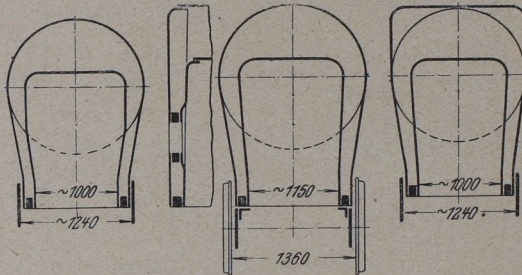


Abb. 38.

Abb. 39.

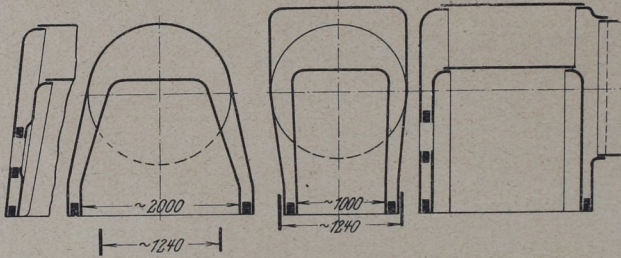


Abb. 35 bis 39. Hinterkesselformen.

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) breite<sup>1)</sup>, über die Rahmenbleche und Räder hinausreichende; etwa 2,0 m breit (Abb. 38); Bauart „Wootten“ bis etwa 2,8 m breit (Abb. 40 a);

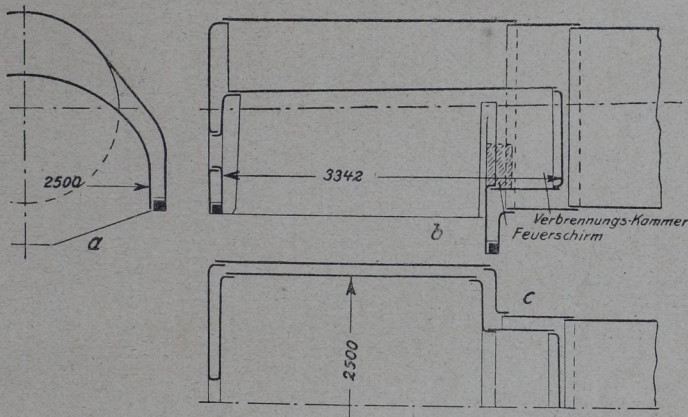


Abb. 40. Hinterkessel Bauart „Wootten“.

- 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.

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

## II. Nach Form des Hinterkesselmantels:

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

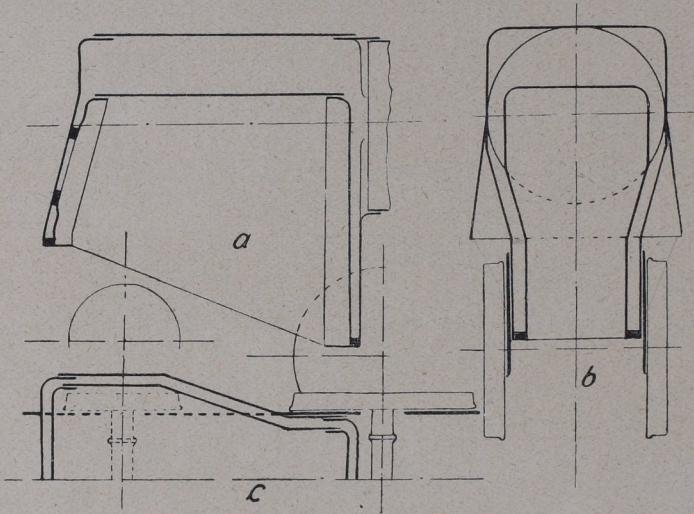


Abb. 41. Trapezförmiger Hinterkessel.

„Vanderbilt“; Feuerbüchsen mit Vorfeuerung, Verbrennungskammer<sup>3)</sup> [Abb. 40 b], mit Wasserkammern und Quersiedern [Abb. 42]; Hinterkessel Bauart „Jacobs-Shupert“<sup>4)</sup>.

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:

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

<sup>1)</sup> Vgl. S. 155    <sup>2)</sup> Vgl. S. 152.    <sup>3)</sup> Vgl. S. 158.    <sup>4)</sup> 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,

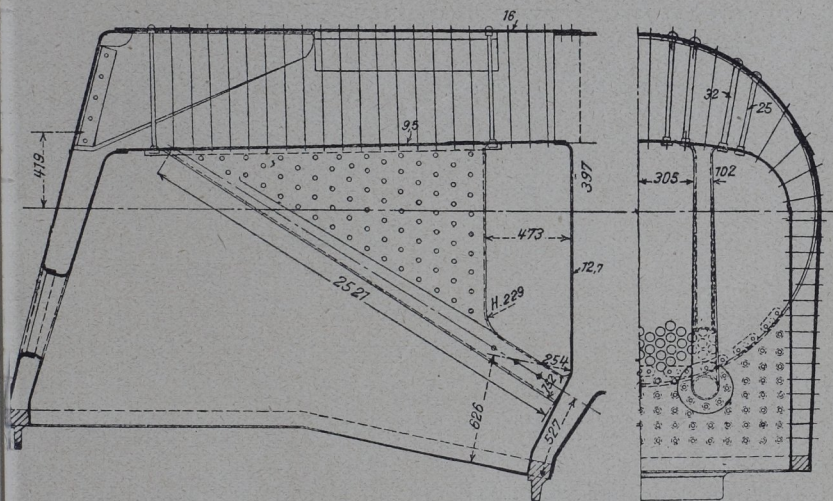


Abb. 42. Feuerbüchse mit Wasserkammern.

- $c = 0,015$ , 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

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

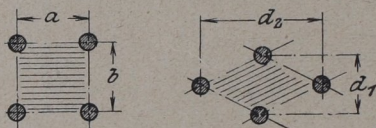


Abb. 43/44. Bolzen- bzw. Ankerteilung.

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:

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

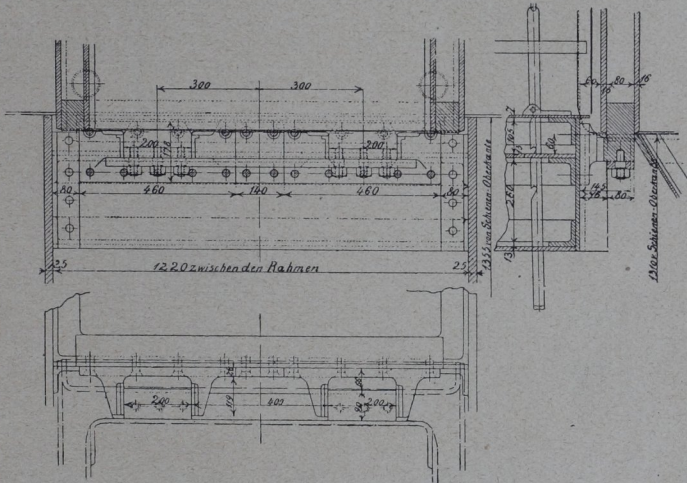


Abb. 45. Schlingerstück am Bodenring.

## 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.

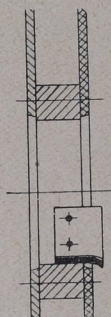


Abb. 46. Schüröffnung.

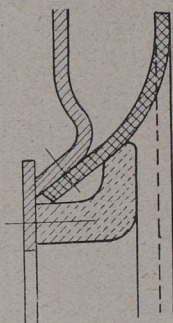
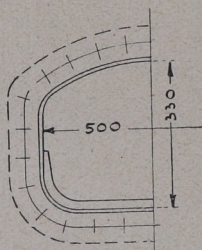


Abb. 47. Schüröffnung Bauart „Webb“.

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 G<sub>8</sub> 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

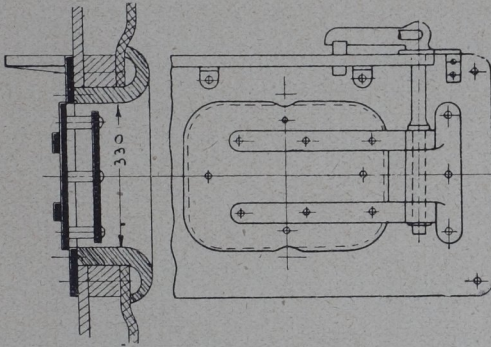


Abb. 48. Drehtür.

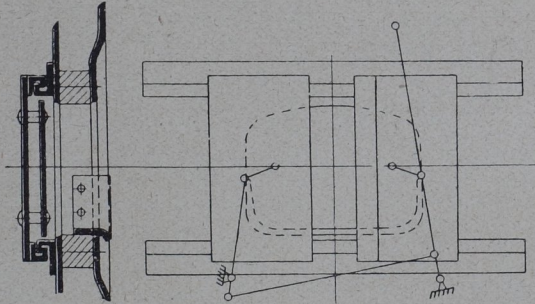


Abb. 49. Schiebetür.

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. 50<sup>1)</sup> wird mittels zweier Hebel betätigt. Bei Betätigung des rechten Hebels öffnet sie das Schürloch auf 350 mm

<sup>1)</sup> 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

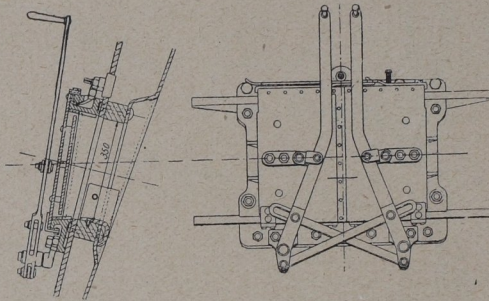


Abb. 50. Schiebetür, betätigt durch zwei Hebel.

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 Gegenmuttern 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-

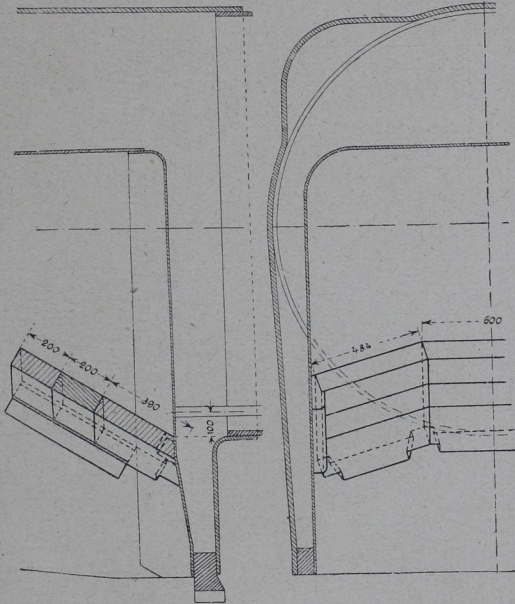


Abb. 51. Feuergewölbe.

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

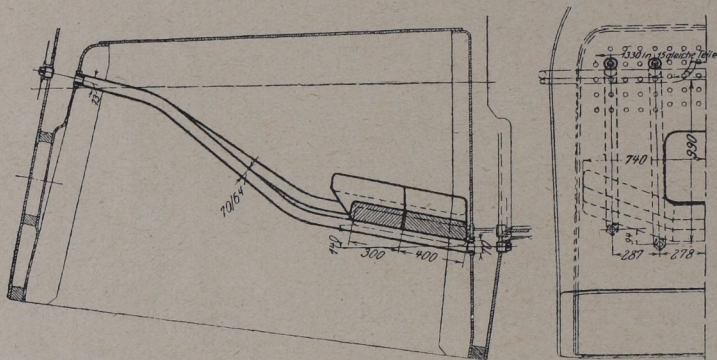


Abb. 52. Feuergewölbe der württembergischen 1F-Lokomotive.

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-

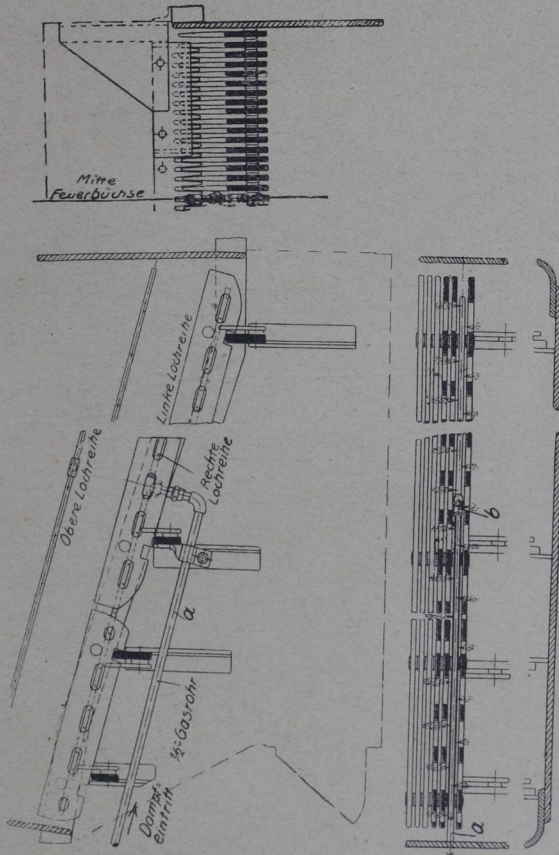


Abb. 53. Rost Bauart „Menner“.

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-

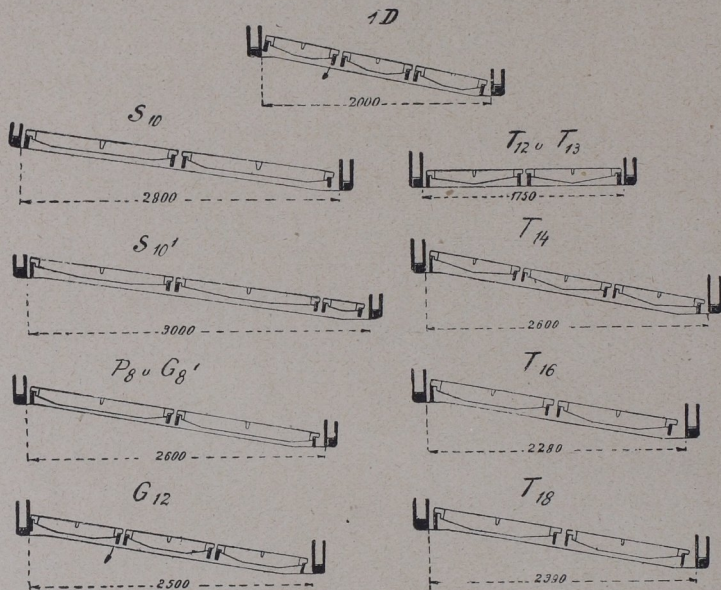


Abb. 54. Roststabanordnung preußischer Lokomotiven.

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 <sup>*)</sup>	—	<sup>*)</sup> oder bei Kipprost 2 Roststäbe von 600 mm und 1 Roststab von 800 mm, also dieselben Modelle wie 2 und 4. <sup>**)</sup> können zum Kipprost verwendet werden. wie bei 4. <sup>***)</sup> oder besser 3 Roststäbe von 750 mm Länge; Paßstück fällt dann fort.
2	S <sub>10</sub>	2800	2	800	
3	S <sub>10</sub> <sup>1</sup>	3000	3	—	
4	P <sub>8</sub> und G <sub>8</sub> <sup>1</sup>	2600	2	600 <sup>**)</sup>	
5	G <sub>12</sub>	2500	2	500 <sup>**)</sup>	
6	T <sub>12</sub> und T <sub>13</sub>	1750	1	750	
7	T <sub>4</sub>	2600	2	600	
8	T <sub>16</sub>	2280	2 <sup>***)</sup>	280	
9	T <sub>18</sub>	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	<sup>*)</sup> oder auch 500 und Platte von 50 mm.
2	S <sub>10</sub>	2800	3	550 <sup>*)</sup>	
3	S <sub>10</sub> <sup>1</sup>	3000	4	—	<sup>**)</sup> oder besser 2 Regelstäbe und 2 Roststäbe von 500 mm (Kipprost). <sup>***)</sup> oder besser 1 Regelstab und 2 Roststäbe, je 500 mm lang
4	P <sub>8</sub> und G <sub>8</sub> <sup>1</sup>	2600	3	350	
5	G <sub>12</sub>	2500	3 <sup>**)</sup>	250	
6	T <sub>12</sub> und T <sub>13</sub>	1750	2 <sup>***)</sup>	250	
7	T <sub>14</sub>	2600	3	350	
8	T <sub>16</sub>	2280	3	—	Platte von 30 mm.
9	T <sub>18</sub>	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  $60^\circ$  — 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-

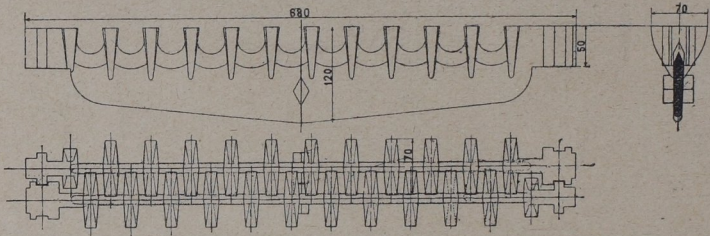


Abb. 55. Roststab für Staubkohlenfeuerung.

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 G<sub>12</sub>-Lokomotive (Abb. 61) hat besonders große Bodenklappen, die in geschlossener Lage von durchgesteckten Rundenisen gehalten werden. Die Bodenklappen im vorderen Aschkastenenteil werden außerdem durch Hebelwerk mittels beweglicher Klauen geschlossen.

Hat der Aschkasten auch seitliche vordere Luftklappen, wie bei der preußischen S<sub>0</sub> (Abb. 60), so werden diese gleichzeitig mit der zwischen den Rahmen liegenden Klappe bewegt. Querschnittsverhält-

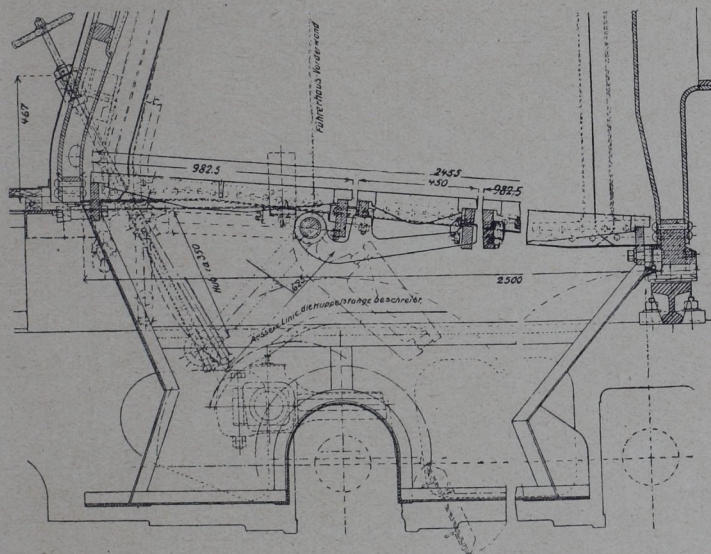


Abb. 56. Kipprost, in der Mitte umkippar.

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 S<sub>0</sub> 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.

<sup>1)</sup> 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.

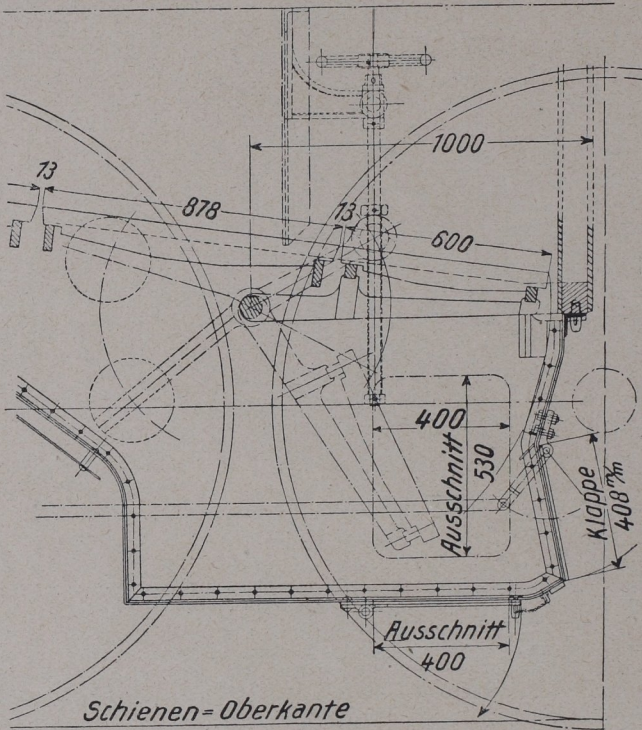


Abb. 57. Kipprost, im vorderen Teil umkippar.

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 Deckenanker<sup>1)</sup>. 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

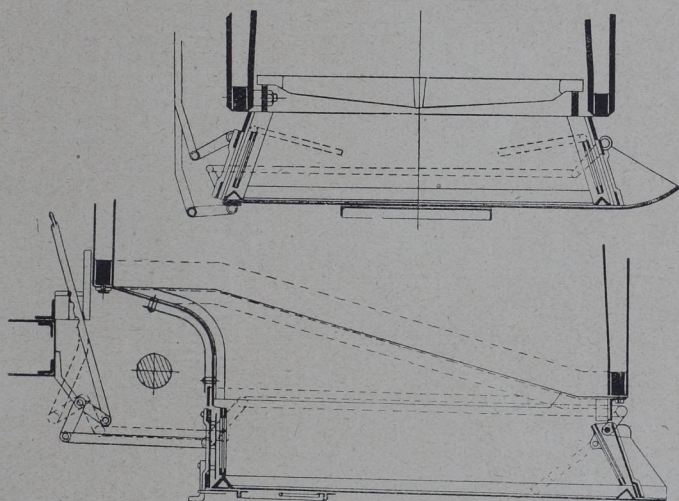


Abb 53/59. Aschkasten-Formen.

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 Feuerbüchsen-Decke 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

<sup>1)</sup> 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-

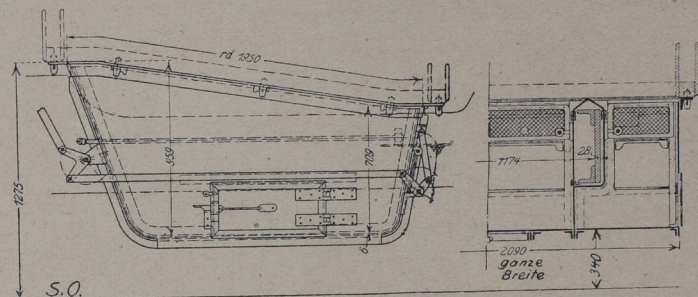


Abb. 60. Mehrteiliger Aschkasten.

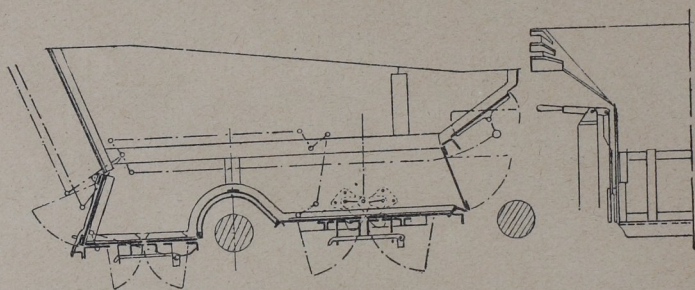


Abb. 61. Aschkasten der deutschen G<sub>12</sub>-Lokomotive.

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

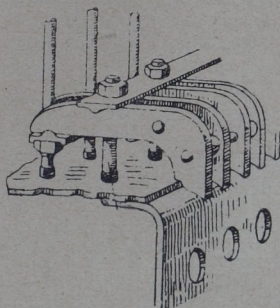


Abb. 62. Biegelanker.

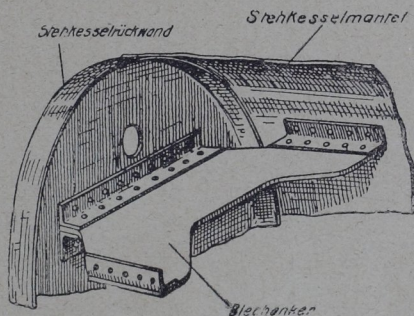


Abb. 63. Plattenanker.

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 zugehämmt. 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-derere 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-