

und aus einer nach innen aufschlagenden Feuertür mit besonderer Luftzuführung. Die beiden hohlen Stehbolzen sind an eine mit dem Schieberkasten verbundene Dampfleitung angeschlossen, so daß bei fahrender Lokomotive, wenn also im Schieberkasten Dampf ist, aus ihnen ins Innere der Feuerkiste zwei schräg nach vorn unten gerichtete Dampfschleier austreten. Diese Dampfschleier sollen die durch die Feuertür beim Öffnen eintretende Luft von der hinteren Rohrwand abhalten und sie zu einer Mischung mit den Feuergasen veranlassen. Die Feuertür schlägt nach innen auf und hat an beiden Seiten Luftkanäle, die oben mit Luftleitungsrippen versehen sind und unten mit leicht beweglichen, nach innen aufschlagenden Klappen aus dünnem Blech verschlossen werden können. Beim Arbeiten der Lokomotive wird durch diese Klappen ständig Luft angesaugt, und zwar um so mehr, je größer die Luftleere in der Feuerkiste ist, was dann der Fall sein wird, wenn infolge Aufschüttens von Kohle die Brennschicht hoch ist. Gerade dann wird aber in richtiger Weise mehr Luft in die Feuerkiste eingeführt. Die Kipptür wird in ihrer ganz geöffneten Stellung durch Gewichte festgehalten und in der geschlossenen Stellung durch Klinken verriegelt. Die nach innen aufschlagende Klapptür hat vor der gewöhnlichen, nach außen sich öffnenden den großen Vorzug, daß ein Herausschlagen der Flamme aus dem Feuerloch mit Sicherheit verhütet wird, da sich die Tür dabei selbsttätig schließt.

3. Dampfmaschine und Triebwerk.

Der im Kessel der Lokomotive erzeugte Dampf gelangt durch den Regulator in das Dampfrohr, das durch die vordere Rohrwand hindurchgeführt ist und sich bei den sogenannten Zwillinglokomotiven in der Rauchkammer teilt. Die beiden Zweigrohre leiten den Dampf in die Schieberkasten der beiden Zylinder, in denen die Schieber die richtige Dampfverteilung besorgen. Der Dampf gelangt durch den Schieber abwechselnd in die Kanäle, die am vorderen und hinteren Ende in den Zylinder münden und in denen dadurch der Kolben bald nach hinten, bald nach vorn gedrückt wird. Kurz bevor der Kolben seinen Hub vollendet hat, setzt der Schieber die vom Kolben eben durchlaufene Zylinderseite mit dem Auspuffkanal in Verbindung, so daß der Dampf, nachdem er sein Arbeitsvermögen abgegeben hat, durch das in der Rauchkammer befindliche Blasrohr in den Schornstein entweichen kann. Die Dampfzylinder liegen meist vorn in der Nähe der Rauchkammer, und zwar entweder außerhalb oder innerhalb des Rahmens. Letztere Anordnung wird vielfach in England gebaut und bedingt die Anwendung von Kropfachsen.

Der Druck, den der Dampf auf den Kolben ausübt, wird durch die *Kolbenstange* auf den *Kreuzkopf* übertragen. An diesem ist die *Schubstange* angelenkt, die die geradlinige Bewegung des Kolbens in eine drehende Bewegung der an der *Triebachse* angebrachten Kurbel umsetzt. Mit der Triebachse sind durch *Kuppelstangen* die *Kuppelachsen* verbunden, die dadurch die Drehung der Triebachse mitmachen müssen.

Jede Lokomotive hat mindestens zwei Zylinder, welche die Räder auf beiden Seiten der Lokomotive antreiben. Die an den Treibrädern befestigten Kurbeln, an welche die Schubstangen angreifen, sind auf beiden Seiten um einen rechten Winkel versetzt, so daß, wenn der linke Kolben am Hubende, die Kurbel also im Totpunkt steht, die rechte Kurbel oben und der rechte Kolben auf Hubmitte steht.

Außer der richtigen Dampfverteilung hat der Schieber bei der Lokomotive noch eine andere wichtige Aufgabe zu erfüllen; er muß auch ein Vorwärts- und Rückwärtsfahren ermöglichen (vgl. S. 64 ff.). Neben der Änderung der Fahrtrichtung wird die Änderung der Füllung durch entsprechende Schieberbewegungen bewirkt; zu diesem Zweck besitzt jede Lokomotive eine Steuerung, die vom Führer verstellt werden kann. In der Mittellage der Steuerung erhalten die Zylinder durch die Schieber keinen Dampf; wird die Steuerung nach vorn ausgelegt, so erhalten die Zylinder zunächst kleine, dann, bei weiterem Auslegen, größere Füllungen, und zwar sind die Schieberbewegungen derart, daß die Lokomotive vorwärts fährt; wird die Steuerung nach rückwärts verlegt, so fährt die Lokomotive ebenfalls rückwärts. Als gebräuchlichste Lokomotivsteuerungen werden die von Stephenson, Gooch, Allan und neuerdings wohl am meisten die von

Heusinger-Walschaert verwendet. Bei den ersten drei sogenannten *Kulissensteuerungen* sitzen (vgl. S. 65, Fig. 129) auf der Triebachse dicht nebeneinander zwei Exzenter, das sogenannte *Vorwärts-* und *Rückwärtsexzenter*, die mittels langer Stangen eine *Kulisse* in schwingende Bewegung setzen. In dieser kann ein Gleitstück, der sogenannte *Stein*, verschoben werden, an dem die mit dem Schieber verbundene Schieberstange angelenkt ist. Durch Heben oder Senken der Kulisse oder des Steines macht dieser nun eine Bewegung, die mehr vom Vorwärts- oder vom Rückwärtsexzenter beeinflußt wird, wodurch die Schieber die Dampfverteilung derartig bewirken, daß die Lokomotive mit der gewünschten Füllung entweder vorwärts oder rückwärts fährt. In der Mittelstellung ist die Schieberbewegung Null, da Vorwärts- und Rückwärtsexzenter gleichviel auf den Stein einwirken; die Zylinder erhalten dann keinen Dampf. Statt der Dampfverteilung durch Schieber (Flach- oder Kolbenschieber) werden neuerdings auch Ventilsteuerungen für Lokomotiven gebaut. Von der Hannoverschen Maschinenbau-Aktiengesellschaft ist die Lentzventilsteuerung (vgl. S. 61) erfolgreich eingeführt worden. Statt der gewöhnlichen, hin und her bewegten Schieberstange wird hier eine mit Hubkurven versehene Stange bewegt, die die Einlaß- und Auslaßventile in bestimmter Reihenfolge öffnet und schließt; das Öffnen geschieht dadurch, daß die Hubkurvenstange eine an der Ventilspindel befestigte Rolle anhebt, während das Schließen durch eine senkrecht angeordnete Feder bewirkt wird. Der ganze Ventilmechanismus ist in einen gegen Staub gut geschützten, leicht zu entfernenden Kasten eingebaut, wodurch ein Nachsehen der Ventile und der Steuerungsteile gut möglich wird.

Der Lentzventilsteuerung ähnlich ist die Ventilsteuerung von Stumpf.

Bei dieser sind die Hubkurven an der Ventilspindel, die Rollen dagegen an der hin und her gehenden Stange angebracht, wodurch eine vorteilhaftere Schmierung der sich aufeinander bewegenden Teile erzielt wird. Diese Steuerung ist von Stumpf auch für Gleichstromdampfmaschinen verwendet worden. Bei der Lentzsteuerung sind vier Ventile für jeden Zylinder nötig, zwei Einlaß- und zwei Auslaßventile. Die nach dem Gleichstromprinzip arbeitenden Zylinder haben nur zwei Einlaßventile, der Auslaß wird dadurch geschaffen, daß der Kolben in den Totlagen einen Kanalkranz im Zylinder öffnet, durch den der Dampf auspuffen kann (vgl. S. 64). Der Kolben wird dabei ungefähr 90 Proz. des ganzen Hubes lang; der Zylinder wird also erheblich länger als ein gewöhnlicher.

Das Streben nach geringerem Kohlen- und Wasserverbrauch hat dazu geführt, die einfache Bauart der Naßdampfzwillingslokomotive zu verlassen und die Verbundmaschinen und Heißdampfmaschinen auch in den Lokomotivbau einzuführen.

Verbundlokomotiven. Bei einer Zweizylinder-Verbundmaschine gelangt der Frischdampf nicht, wie bei den gewöhnlichen Zwillingsmaschinen, gleichzeitig in zwei gleichgroße Zylinder, sondern zunächst in den kleineren Hochdruckzylinder, dehnt sich hier unter Arbeitsleistung bis auf eine gewisse Spannung aus und gelangt mit dieser Spannung in den größeren Niederdruckzylinder, wo sich der Druck bis auf die Auspuffspannung erniedrigt (vgl. S. 54 und 72—75).

Da bei einer Verbundlokomotive der Dampf beim Anfahren nur in den Hochdruckzylinder einströmt, kann sie bei ungünstigem Stande der Hochdruckkurbel, z. B. im Totpunkt, nicht anziehen. Zur Vermeidung dieses Übelstandes muß jede Verbundlokomotive eine

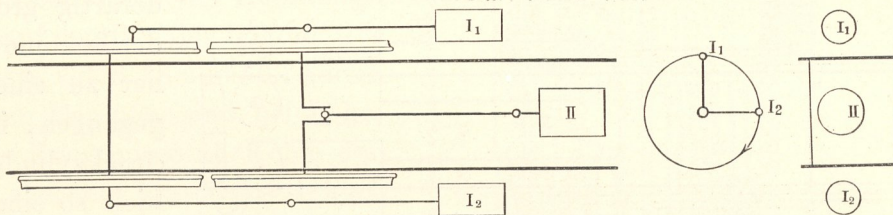


Fig. 1026. Bauart Webb.

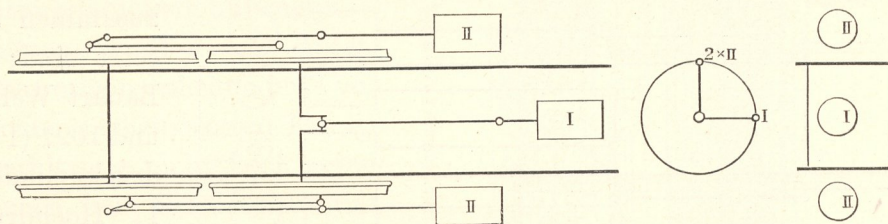


Fig. 1027. Bauart Wittfeld.

Fig. 1026 und 1027. Dreizylinderanordnungen für Verbundlokomotiven.

Anfahrvorrichtung besitzen, deren Aufgabe es ist, in dem beschriebenen Falle dem Niederdruckzylinder gedrosselten Frischdampf zuzuführen, damit die Lokomotive anfahren kann. Diese

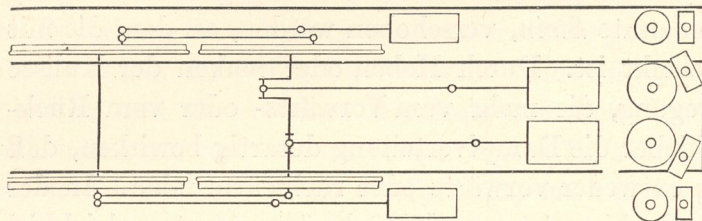


Fig. 1028. Bauart de Glehn.

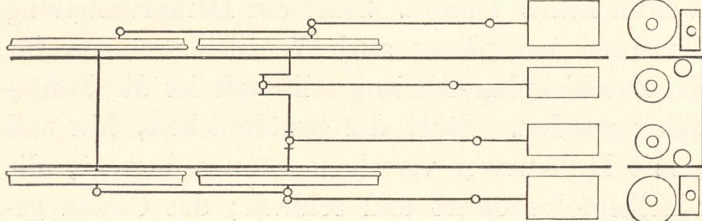


Fig. 1029. Bauart von Borries.

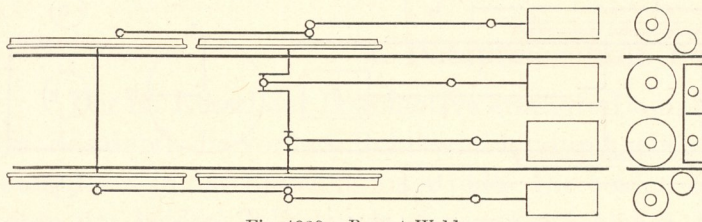


Fig. 1030. Bauart Webb.

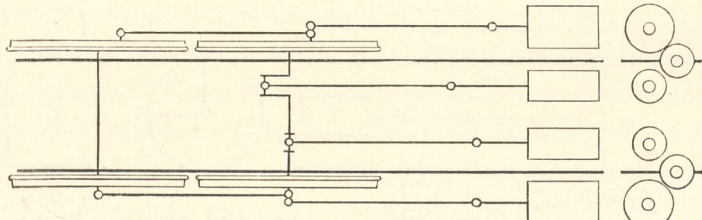


Fig. 1031. Bauart Vaucrain.

Fig. 1028—1031. Vierzylinderanordnungen für Verbundlokomotiven.

der Achsen, wie aus Fig. 1028—1030 ersichtlich ist, unterscheiden. In Amerika wird vielfach die Anordnung Vaucrain (Fig. 1031) gebaut, die ähnlich der von Borriesschen ist, nur

Anfahrvorrichtung ist der Einführung der Verbundlokomotive sehr hinderlich gewesen. Die Verbundlokomotiven eignen sich besonders für lange Fahrstrecken ohne Aufenthalt und besonders da, wo die Leistung der Maschine nicht allzu sehr verändert werden muß, d. h. also hauptsächlich auf Flachlandstrecken. Sie ersparen dann gegenüber den Lokomotiven mit einfacher Expansion 10—12 Proz. Kohle und 8—10 Proz. Wasser.

Bei großen Leistungen werden die Zylinder, besonders der Niederdruckzylinder, derartig groß, daß ihre Unterbringung an der Lokomotive schwierig ist. Man ist daher zu einer Teilung der Zylinder übergegangen, indem man den einen Niederdruckzylinder in zwei unterteilt. Man erhielt so eine *Dreizylinderlokomotive*, deren Kurbeln entweder unter 120° oder zwei zusammen und die dritte unter 90° versetzt sind; hiernach unterscheiden sich: Bauart Webb und Wittfeld, s. Fig. 1026 und 1027 (I Hochdruckzylinder; II Niederdruckzylinder; I₁ Hochdruckzylinder links; I₂ Hochdruckzylinder rechts). Bei der Webbschen Bauart sind die beiden Triebachsen nicht gekuppelt, was der Lokomotive eine bessere Beweglichkeit beim Durchfahren von Krümmungen gibt.

Verbreiteter als die Dreizylinderlokomotiven sind die *Vierzylinderlokomotiven*, die dann zwei Hochdruck- und zwei Niederdruckzylinder haben. Die Kurbeln der zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder sind unter 180° versetzt, während die Kurbeln beider Seiten unter 90° stehen. Es wird durch diese Anordnung ein guter Ausgleich der hin und her gehenden Massen bewirkt, so daß diese Lokomotiven einen besonders ruhigen Gang bei hohen Fahrgeschwindigkeiten haben. In

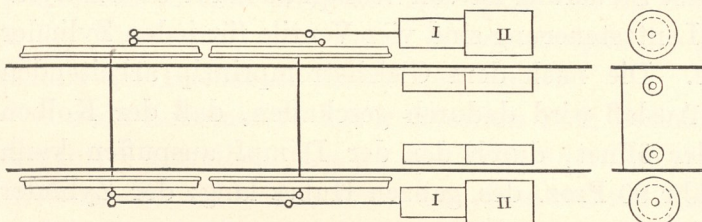


Fig. 1032. Bauart Woolf.

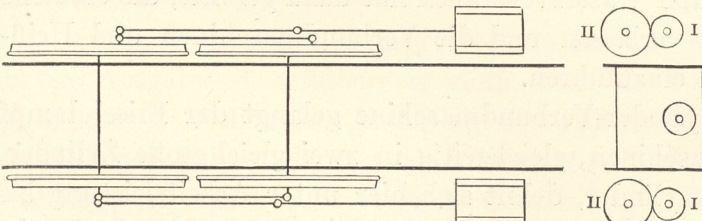


Fig. 1033. Bauart Vaucrain.

Fig. 1032—1034. Vierzylinder-Tandemanordnungen für Verbundlokomotiven (I Hochdruckzylinder, II Niederdruckzylinder).

Europa sind hauptsächlich die Bauarten de Glehn, von Borries und Webb vertreten, die sich durch die Lage der Zylinder und den Angriff

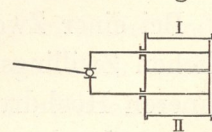


Fig. 1034. Bauart Vaucrain.

der Achsen, wie aus Fig. 1028—1030 ersichtlich ist, unterscheiden. In Amerika wird vielfach die Anordnung Vaucrain (Fig. 1031) gebaut, die ähnlich der von Borriesschen ist, nur

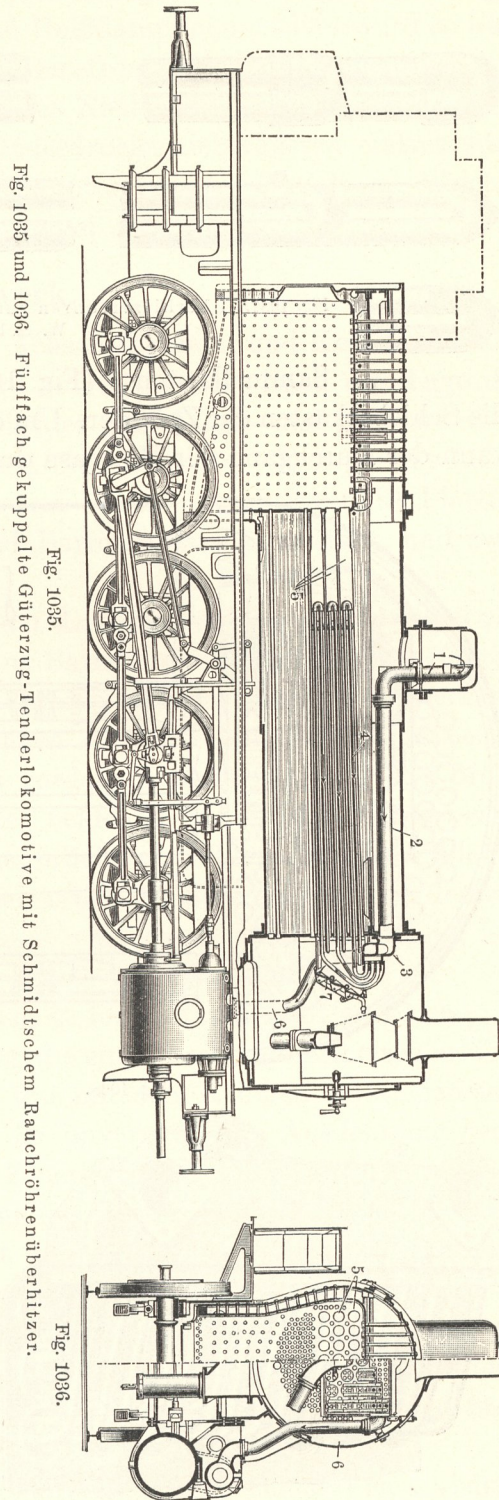
werden je ein Hoch- und Niederdruckzylinder von einem gemeinsamen Schieber gesteuert. Eine andere, in Amerika ebenfalls mehrfach ausgeführte Bauart ist die Woolfsche Tandemanordnung (Fig. 1032), bei der Hochdruck- und Niederdruckzylinder hintereinander liegen, sowie eine Bauart Vaucrain (Fig. 1033 und 1034) mit übereinanderliegenden Zylindern. Die letzten beiden Anordnungen verzichten vollständig auf den guten Massenausgleich der ersteren Bauarten.

Verbundlokomotiven haben hauptsächlich in Frankreich, Deutschland und Österreich Eingang gefunden, doch hat in allerletzter Zeit die Verwendung des hochüberhitzten Dampfes dem Bau von Verbundlokomotiven großen Abbruch getan, da hier mit einfacheren Mitteln noch größere Ersparnisse in bezug auf Kohle und Wasser erzielt werden konnten.

Heißdampflokomotiven. Neben der Anwendung der Verbundwirkung in der Dampfmaschine der Lokomotive hat in den letzten Jahren ganz besonders der Heißdampf einen hervorragenden Einfluß auf den Bau der Lokomotive gewonnen. (Über Heißdampf usw. vgl. S. 38 und 50.) Durch die Anwendung des überhitzten Dampfes sind bei Lokomotiven ganz außerordentliche Ersparnisse an Kohle und Wasser gemacht worden; bei gleichem Materialverbrauch wie Naßdampflokomotiven werden Heißdampflokomotiven also entsprechend höhere Leistungsfähigkeit aufweisen.

Die Vorteile der Überhitzung wurden zum erstenmal in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts von Hirn erkannt, der allerdings keine nennenswerten Erfolge erzielen konnte, da er die Überhitzung nicht hoch genug trieb. Auch gab es damals noch kein Schmiermaterial, das den Temperaturen des Dampfes von 300—350° standhielt. Inzwischen erfolgte die Einführung der Verbundmaschine, so daß die Vorteile der Anwendung des Heißdampfes in Vergessenheit gerieten, bis es Ende der achtziger Jahre dem Zivilingenieur Schmidt in Kassel gelang, Dampfmaschinen zu bauen, die anstandslos mit Temperaturen von 300—380° arbeiteten. Seit dem Jahre 1898 werden Heißdampflokomotiven in immer steigender Zahl verwendet.

Die *Überhitzer* von Schmidt wurden zuerst in zwei Typen gebaut, als *Rauchkammerüberhitzer* und als *Rauchröhrenüberhitzer*. Bei dem ersteren ist in der Rauchkammer ein Röhrensystem angeordnet, das von dem zu überhitzenden Dampf durchströmt wird. Ein durch den unteren Teil des Langkessels hindurchgehendes großes Flammrohr leitet die zur Überhitzung nötige Wärme zu dem Überhitzer hin. Diese Bauart ist inzwischen zugunsten des zweiten Überhitzers verlassen worden. Den Einbau eines Rauchröhrenüberhitzers in den Kessel einer fünfachsigen Güterzuglokomotive zeigen Fig. 1035 und 1036; die Einzelheiten dieses *Dampfüberhitzers* sind in Fig. 1037—1039 dargestellt. Der im Kessel erzeugte Dampf (s. Fig. 1035) gelangt durch den Regulatorkopf 1 und das Regulatorrohr 2 in eine durch Scheidewände geteilte Kammer 3 und durchläuft von hier (wie Fig. 1038 zeigt) ein System parallel geschalteter Überhitzerrohre 4 (Fig. 1035). Diese sind zu je vier in einer Anzahl größerer, von den Heizgasen durchzogener



Rauchrohre 5 angeordnet. Der Dampf tritt in das Überhitzerrohr ein, läuft, wie in Fig. 1038 angegeben, nach hinten (links), von da in dem oberen Rohr nach vorn, wo das Rohr in der Rauchkammer eine Rohrschleife bildet, wird dann wieder nach hinten geleitet und kommt schließlich wieder nach vorn in eine andere Abteilung der vorderen Kammer 3 (Fig. 1035), wo er nun etwa

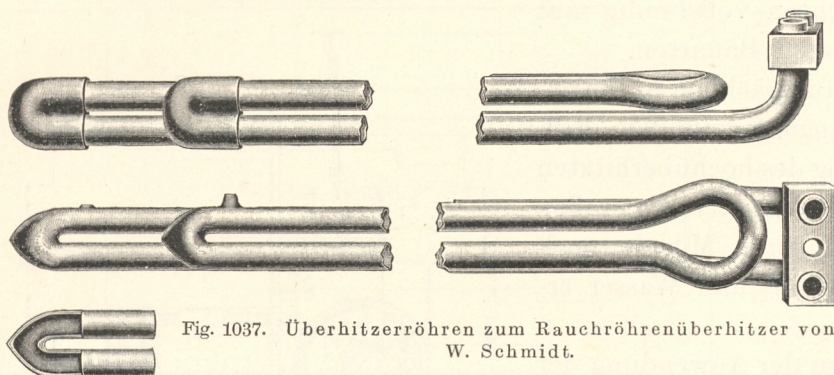


Fig. 1037. Überhitzerröhren zum Rauchröhrenüberhitzer von W. Schmidt.

120—170° über seine Sättigungstemperatur überhitzt ist. Statt der hinten angeordneten Kappen (Fig. 1037, oben), in die die Überhitzerrohre eingeschraubt sind, schweißt man neuerdings die Rohrenden mittels des autogenen Schweißverfahrens zusammen (Fig. 1037, unten). Aus dem in der Rauchkammer sitzenden

Sammelkasten 3 (Fig. 1035) gelangt der Heißdampf durch die Einströmrohre 6 in die Schieberkasten der Zylinder. Um die Überhitzungstemperatur des Dampfes ändern zu können, kann der Durchgang der Heizgase durch die Rauchrohre mittels der Klappen 7 geregelt werden,

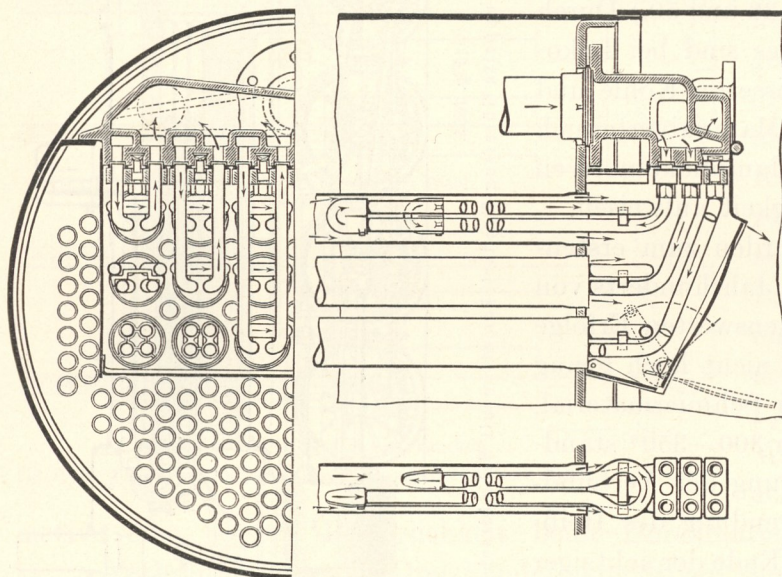


Fig. 1038.

indem bei ganz offenen Klappen mehr Heizgase durch den Überhitzer hindurchgehen, was eine Temperaturerhöhung zur Folge hat. Die Klappenstellung wird auch von der Dampfentnahme abhängig gemacht, indem eine Vorrichtung vorgesehen ist, die derartig wirkt, daß, wenn im Schieberkasten kein Druck vorhanden ist (die Maschine also ohne Dampf läuft oder stillsteht), die Klappen selbständig geschlossen werden. Der Durchgang der Heizgase durch die Überhitzerrohre wird dadurch abgesperrt und ein Ausglühen der nicht vom Dampf durchflossenen Rohre verhindert.

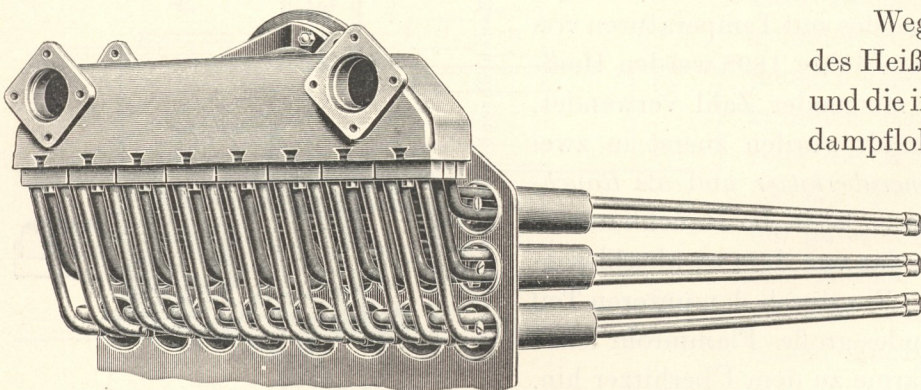


Fig. 1039.

Fig. 1038 und 1039. Rauchröhrenüberhitzer von W. Schmidt.

auftreten. Der Schieber wird als Kolbenschieber gebaut, da Flachschieber sich krumm ziehen würden. Neuerdings werden Schieber mit federnden Ringen verwendet, die in eingesetzten Büchsen laufen. Die Zylinder werden als einfache Rohrkörper konstruiert, die nur an den Enden durch die Einströmkanäle mit dem Schieberkasten in Verbindung stehen.

Die Ersparnisse der Heißdampflokomotiven gegenüber den Naßdampflokomotiven betragen

Wegen der hohen Temperaturen des Heißdampfes müssen die Zylinder und die inneren Steuerorgane der Heißdampflokomotiven besonders sorgfältig ausgebildet werden; infolge der Ausdehnung des Zylinders durch die hohe Wärme können bei falscher Konstruktion leicht so starke Spannungen in dem Gußstück entstehen, daß betriebsgefährliche Risse

an Kohlen 20—25 Proz. gegenüber Zwillingsnaßdampflokomotiven, an Wasser bis 40 Proz. und mehr.

Während die preußischen und belgischen Staatsbahnen von dem Gedanken ausgehen, daß man mit Rücksicht auf die für den Lokomotivbetrieb erforderliche Einfachheit mit einfacher Dampfexpansion auskommen kann, gehen andere Verwaltungen zur *Verbund-Heißdampflokomotive* über. Die Überhitzung des Dampfes bei Verbund-Heißdampflokomotiven wird so ausgeführt, daß entweder nur der in den Hochdruckzylinder einströmende Dampf hochüberhitzt wird und aus dem Hochdruckschieberkasten unmittelbar in den Niederdruckzylinder strömt, oder man überhitzt den Hochdruckdampf und den in den Niederdruckschieberkasten eintretenden Zwischendampf noch einmal, d. h. man arbeitet dann mit sogenannter *Zwischenüberhitzung*. Welches von beiden Systemen den Vorzug verdient, ist noch nicht genau festgestellt.

4. Rahmen und Laufwerk.

Der Rahmen der Lokomotive dient als Lager für die Achsen, Zylinder und Kessel; er bildet gleichsam das Fundament, auf dem die ganze Lokomotive aufgebaut ist. Nach der Lage des Rahmens, ob innerhalb oder außerhalb der Räder, unterscheidet man *Innen-* und *Außenrahmen*, nach dem Material und Herstellung der Rahmen *Platten-* und *Barrenrahmen*. Europäische Lokomotiven haben hauptsächlich Innenrahmen, und zwar meistens aus Blechen hergestellte Plattenrahmen. Neuerdings werden auch vereinigte Platten- und Barrenrahmen hergestellt, und zwar besonders bei Vierzylinderlokomotiven.

Die Rahmenbleche sind je nach Art und Größe der Lokomotive aus etwa 18—40 mm starken Blechplatten hergestellt. Barrenrahmen werden aus Barreneisen von etwa 100 × 100 mm geschweißt oder aus Stahlguß gegossen. Sie haben den Vorteil, daß das innere Triebwerk zugänglicher wird, es lassen sich jedoch die Querverbindungen schlechter anbringen; die beiden Rahmenseiten werden in der Hauptsache nur durch das vordere Zylindergußstück (bei Mehrzylinderlokomotiven) oder durch ein Verbindungsstück der beiden Zylinder, den *Zylindersattel*, gegeneinander abgesteift. Es treten daher häufige Rahmenbrüche auf, die kostspielige Wiederherstellungsarbeiten erforderlich machen. Stahlgußrahmen haben ähnliche Mängel, da derartig lange und schwere Gußstücke kaum gänzlich blasenfrei und ohne innere Gußspannungen herstellbar sind. Die Barrenrahmen sind auch beträchtlich teurer als Plattenrahmen.

Der Kessel wird vorn an der Rauchkammer mit dem Rahmen durch kräftige Bleche und Winkeleisen fest verbunden. Infolge der Wärmeausdehnung, die ein Kessel beim Anheizen erfährt, darf er am hinteren Ende, der Feuerkiste, nicht ebenfalls fest mit dem Rahmen verbunden sein, die Auflagerung muß vielmehr so hergestellt sein, daß die unvermeidliche Ausdehnung leicht ermöglicht wird, ohne den Rahmen zu beanspruchen. Die Feuerkiste ruht daher auf Gleitstücken, die am Rahmen so geführt sind, daß zwar eine Ausdehnung des Kessels möglich ist, ein Abheben desselben jedoch durch übergreifende Winkel verhindert wird. Statt auf diesen Gleitstücken befestigt man den Kessel neuerdings vielfach auf sogenannten *Pendelblechen*, das sind dünne Bleche, die quer zur Achse des Kessels an der Feuerkiste und am Rahmen vernietet sind und sich bei Längenausdehnungen durchbiegen. — Vorn und hinten werden die beiden Rahmenbleche durch kräftige Querstücke, die *Pufferbohlen*, vereinigt, die gleichzeitig die Zug- und Stoßapparate aufnehmen.

Bei kleineren Lokomotiven, besonders Tenderlokomotiven, bildet der Rahmen vielfach einen geschlossenen Kasten. Dieser *Kastenrahmen* gewährt eine vorzügliche Versteifung und hat den weiteren Vorteil, daß man ihn gleichzeitig als Wasserbehälter benutzen kann.

Die *Räder* der Eisenbahnfahrzeuge sind im Gegensatz zu denen gewöhnlicher Fuhrwerke fest auf der Achse befestigt, drehen sich also mit der Achse zusammen. Sie sind meist aus Stahlguß und werden an der Lauffläche mit warm aufgezogenen Radreifen versehen, die nach eingetretener Abnutzung wieder auf die richtige Form abgedreht und schließlich durch neue ersetzt werden. Als Material dient für diese hoch beanspruchten Teile Tiegelgußstahl, der neben großer Härte