

Wassermenge nicht möglich, so wird das aus dem Kondensator kommende warme Kühlwasser in einer Rückkühlanlage wieder abgekühlt. Hierzu dienen *Kühltürme* oder *Kaminkühler* (Fig. 141), in denen das Wasser fein verteilt über Rieselböden herabfließt. Durch die aus dem Wasser aufsteigende Wärme wird in dem Kamin ein Luftzug erzeugt, wodurch unten Luft nachgesaugt wird, die mit dem Wasserregen in Berührung kommt. Hierdurch verdunstet ein Teil des Wassers, und die hierbei entstehende Kälte dient zur Abkühlung des übrigen. Auch die Rückkühlanlage verursacht übrigens Kosten und verbraucht Arbeit.

5. Die verschiedenen Bauarten der Dampfmaschinen.

Nach der Bauart zerfallen die Dampfmaschinen in zwei Hauptgruppen: die *liegenden* und die *stehenden* Dampfmaschinen. Bei ersteren liegt die Zylinderachse wagerecht, bei letzteren steht sie senkrecht. Die Anlagekosten der liegenden Maschinen sind geringer, dafür braucht aber die stehende zu ihrer Aufstellung nur halb soviel Bodenfläche und einfachere Fundamente. Ferner sind bei der liegenden Maschine die Teile leichter zugänglich; daher ist die Wartung einfacher als bei der stehenden. Bei der liegenden Maschine sind die Zylindergleitflächen einseitig belastet, bei der stehenden nicht. Erstere eignet sich mehr für hochüberhitzten Dampf und geringere Tourenzahlen, letztere mehr für gesättigten und schwach überhitzten Dampf und hohe Tourenzahlen. In wirtschaftlicher Hinsicht sind beide bei guter Ausführung gleichwertig.

Im folgenden seien zunächst schematisch die gebräuchlichen Hauptanordnungen der Dampfmaschine dargestellt. Fig. 142 u. 143 zeigen eine einfache *Einzylindermaschine*, deren Zylinder auf einem Fuße ruht. Der die Gleitführung für den Kreuzkopf und das Lager für die Kurbelwelle tragende Rahmen wird wegen seines an ein Bajonett erinnernden Grundrisses als *Bajonettrahmen* bezeichnet. Die nach der Kurbel zu liegende Seite der Maschine wird die vordere und die andere die hintere genannt. Die Schubstange der Maschine (s. Fig. 104) wirkt abwechselnd drückend und ziehend auf den Kurbelzapfen. Ist sie im ersteren Falle nach oben gerichtet, so übt der Kreuzkopf stets nur einen gegen die untere Seite der Geradföhrung gerichteten Druck aus. Derartige Maschinen werden rechtsumlaufend genannt. Liegt die Schubstange dagegen, während sie drückend auf den Kurbelzapfen wirkt, in der unteren Hälfte des Kurbelkreises, so ist der Druck in der Geradföhrung stets nach oben gerichtet und die Maschine heißt linksumlaufend. Mit anderen Worten, *vorwärts-* oder *rechts-umlaufend* heißt eine Maschine, deren obere Schwungradhälfte sich von den Dampfzylindern wegdreht; umgekehrt heißt sie *rückwärts-* oder *links-umlaufend*. Die letztgenannte Bauart wird nach Möglichkeit vermieden, da die den Druck aufnehmende Fläche eine gute und regelmäßige Schmierung verlangt, die natürlich bei untenliegender Gleitfläche leichter zu erreichen ist. Einzylindermaschinen müssen stets angedreht werden, d. h. die Maschine muß in eine Lage gedreht werden, bei der die Steuerung so steht, daß dem Dampf der Zutritt in den Zylinder geöffnet ist. Kleinere Maschinen werden durch Drehen des Schwungrades angedreht; größere Maschinen haben hierzu ein besonderes Schaltwerk, das neben dem Schwungrad angeordnet ist, in das die Zähne eingegossen sind (s. Fig. 157, Schalthebel 19; Fig. 162, Zähne 25).

Eine einzylindrige *stehende* Maschine zeigt Fig. 144. Sehr häufig wird bei diesen Maschinen die Geradföhrung nicht, wie in der Figur dargestellt, doppel-, sondern einseitig (s. Fig. 154 u. 163) ausgebildet, da der Druck, wie oben ausgeführt, stets nur in einer Richtung gegen die Geradföhrung wirkt.

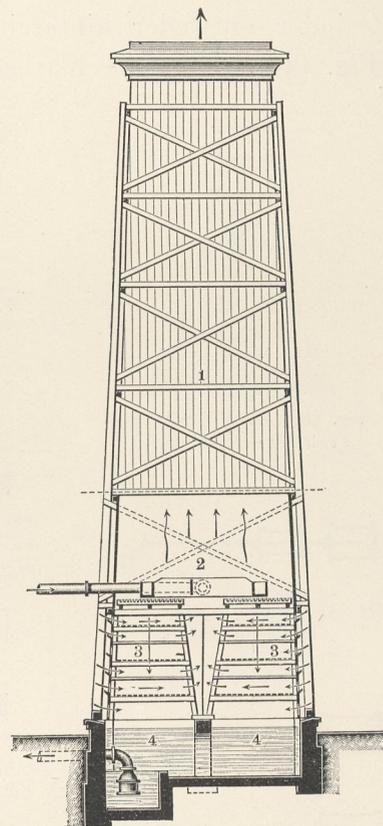


Fig. 141. Kaminkühler von Balcke & Co. (1 Kamin, 2 Wasserverteilung, 3 Rieselböden, 4 gekühltes Wasser.)

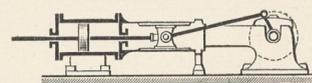


Fig. 142.

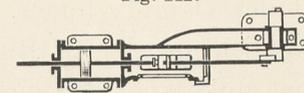


Fig. 143.

Fig. 142 und 143. Einzylindermaschine (Bajonettmaschine).

Von den Mehrzylindermaschinen sind zunächst die *Zwillingsmaschinen* zu nennen, die durch Kuppelung zweier gleichgroßer und gleichausgebildeter Einzylindermaschinen an eine Kurbelwelle entstehen (s. Fig. 155). Die Kurbeln sind gewöhnlich derart gegeneinander versetzt, daß die Maschine in jeder Lage angehen kann; deshalb ist diese Maschinengattung für Lokomotiven, Fördermaschinen usw. besonders geeignet. Bei den *Verbund-* oder *Compoundmaschinen* expandiert der Dampf zunächst arbeitverrichtend in einem Hochdruckzylinder und strömt aus diesem in den *Aufnehmer* oder *Receiver*, aus dem er in den Niederdruckzylinder gelangt. Hierbei sind die Zylinder entweder hintereinander angeordnet (*Tandemaschine*, Fig. 145) oder nebeneinander (Fig. 146), wobei die Kurbeln um 90° oder 180° gegeneinander versetzt sind. Namentlich bei Raddampfern viel benutzt wird die *schrägliegende Maschine* (Fig. 147), die gewöhnlich als Verbundmaschine mit mehreren nebeneinanderliegenden Zylindern ausgebildet ist.

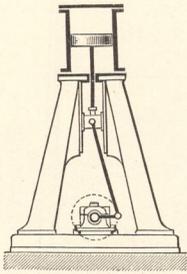


Fig. 144. Einzylindrige stehende Maschine.

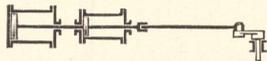


Fig. 145. Verbundmaschine (Tandemaschine).

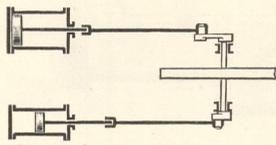


Fig. 146. Verbundmaschine.

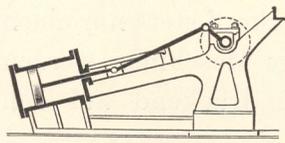


Fig. 147. Schrägliegende Dampfmaschine.

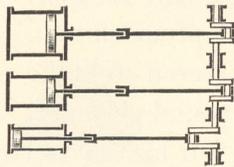


Fig. 148. Dreifach-Expansionsmaschine. (Drei um 120° gegeneinander versetzte Kurbeln.)

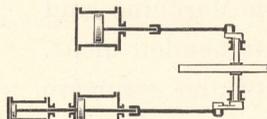


Fig. 149. Dreifach-Expansions-Tandemaschine. (Zwei um 90° gegeneinander versetzte Kurbeln.)

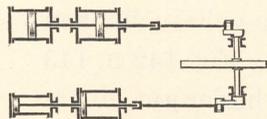


Fig. 150. Dreifach-Expansionsmaschine mit vier Zylindern. (Zwei um 90° gegeneinander versetzte Kurbeln.)

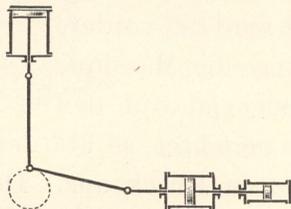


Fig. 151. Dreifach-Expansionsmaschine. (Hochdruck- und Mitteldruckzylinder liegend, Niederdruckzylinder stehend, sämtlich auf eine Kurbel arbeitend.)

Zahlreicher sind die Anordnungsmöglichkeiten bei den *Dreifach-Expansionsmaschinen*. Entweder liegen die drei Zylinder nebeneinander mit um 120° gegeneinander versetzten Kurbeln (Fig. 148), oder für Hoch- und Mitteldruckzylinder wird die Tandemanordnung gewählt, und der Niederdruckzylinder liegt daneben, wobei die Kurbeln um 90° gegeneinander versetzt liegen (Fig. 149); oder schließlich wird der Niederdruckzylinder bei sehr großen Maschinen geteilt, und es bildet jeder Teil mit dem Hoch- bzw. Mitteldruckzylinder eine Tandemaschine (Fig. 150).

Schließlich sei noch auf eine Kombination der stehenden mit der liegenden Anordnung hingewiesen, wie sie Fig. 151 für eine Dreifach-Expansionsmaschine veranschaulicht. Das Beispiel einer schnellaufenden liegenden Einzylinderdampfmaschine zeigt Fig. 152. Die Maschine wird für normale Nutzleistungen von 16—100 PS. gebaut und soll diese erreichen bei einer minutlichen Umdrehungszahl von 150—200 und einem Eintrittsüberdruck von 5,5—11,5 at. Für die kleineren Leistungen

ist der Dampfzylinder, wie bei der dargestellten Ausführungsform, freitragend angeordnet und lediglich mit der als Rundführung ausgebildeten Kreuzkopfgleitbahn verschraubt. Der Rahmen liegt mit seiner ganzen Länge auf dem Fundament auf und umschließt vollständig die Kurbelauflbahn. 1 ist das Dampfzuleitungsrohr und 2 das Dampfabsperrenteil. Die Steuerung, deren Regelung durch einen bei 4 eingekapselten Achsregler erfolgt, wird durch einen vollkommen entlasteten Kolbenschieber (Fig. 153) bewirkt. Der Dampf wird bei 1 dem Raume 2 des Schieberkastens zugeführt und gelangt durch die Durchbrechungen 3 der Schieberführungsbüchse 4 in deren Innenraum. Wie die linke Seite der Fig. 153 erkennen läßt, arbeitet der Schieber mit doppelter Einströmung. Der Abdampf entweicht durch die Öffnungen 5, die durch ein Gußstück 6 (Fig. 152) miteinander verbunden sind, in das Abdampfrohr 3, das den Dampf je nach der Stellung eines nicht dargestellten Wechselventils ins Freie oder in einen Kondensator entläßt. Die Schmierung der einzelnen Teile erfolgt durch Tropföler. Den Dampfzylinder bedient eine von der Schieberstange angetriebene Schmierpumpe 5, die das Öl in den Schieberkasten preßt, wo es sich

mit dem Dampf innig mischt und durch diesen den Schieber- und Kolbengleitflächen zugeführt wird. Zylinder und Schieberkasten sind von einem gemeinsamen Mantel umgeben, der mit wärmeisolierenden Stoffen, wie Kieselgur, Filz usw., ausgefüllt ist, um die Wärmeverluste zu verringern. Die Übertragung der Bewegung auf die angetriebenen Maschinen erfolgt von dem als Riemenscheibe ausgebildeten Schwungrade.

Eine kleine Einzylindermaschine stehender Bauart zeigt Fig. 154. Auch diese Maschine ist für hohe Umdrehungszahlen (250—800 in der Minute) bestimmt und wird für kleine Leistungen (4—60 PS) gebaut. Der Dampfzylinder ruht mit einem die Kreuzkopfführung enthaltenden Ständer und zwei Säulen auf der Grundplatte. Zur Ab-

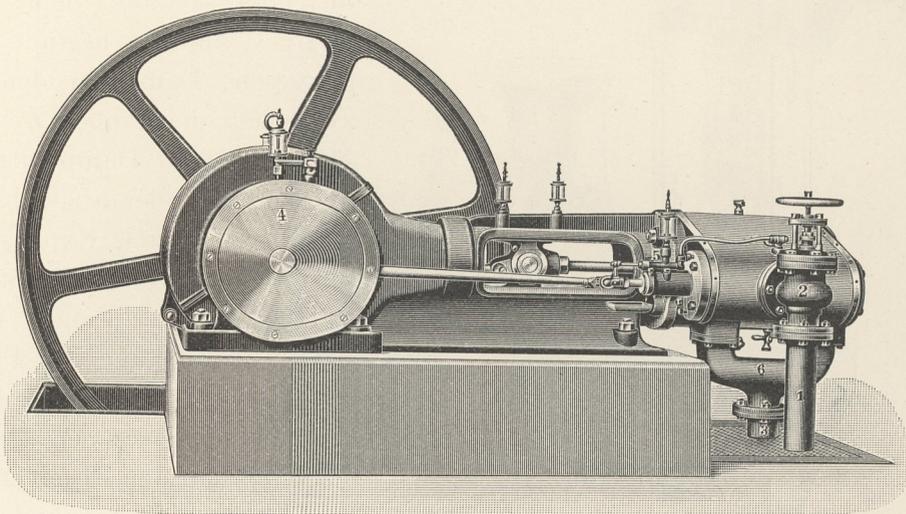


Fig. 152. Liegende Einzylinder-Dampfmaschine von A. Borsig.

führung des Niederschlagwassers ist der Zylinder mit Entwässerungshähnen und zum Schutze gegen Wasser schläge mit Sicherheitsventilen 2 versehen. 3 sind Stutzen zum Anschrauben des Indikators. Der Dampf wird der Maschine durch das Dampfabsperrentil 1 zugeleitet. Als Steuerung findet ein Kolbenschieber, ähnlich wie in Fig. 153 dargestellt, Ver-

wendung. Die Schmierung erfolgt durch Tropföler, zum Teil aber auch durch Schmierleitungen, die von einem gemeinsamen, hoch angeordneten Schmierbehälter 4 ausgehen. Diese führen das Öl zu kleinen, an den bewegten Teilen (Kurbel- und Exzenterstange) vorgesehenen Auffangbehältern 5, von denen es durch an den Stangen entlang geführte Leitungen 6 den Verbrauchsstellen zugeführt wird.

Von den Mehrzylindermaschinen sind die einfachsten, die *Zwillingsmaschinen*, durch Zu-

sammenbau zweier gleichartiger Einzylindermaschinen entstanden. Bei der in Fig. 155 dargestellten Maschine sind die Zylinder beider Maschinen dicht aneinandergelagert und die Antriebskurbeln um 90° gegeneinander versetzt. Die Schieberkasten 1 liegen auf den Außenseiten der Zylinder und erhalten den Dampf durch ein von oben kommendes Rohr, das sich hinter dem Absperrventil 2 gabelt und zu jedem Schieberkasten einen Zweig 3 entsendet. Als Steuerung dient eine Ridersteuerung (s. Fig. 115—117), die von dem zwischen beiden Maschinen angeordneten Regulator beeinflusst wird. Von dem durch die Regulatormuffe verstellbaren, um einen festen Punkt drehbar gelagerten Hebel 4 geht zu dem Expansionsschieber jeder Maschine eine Stange 5, die diesen Schieber bei jedem Heben und Senken der Muffe verstellt. 6 ist die Expansions- und 7 die Grundschieberstange.

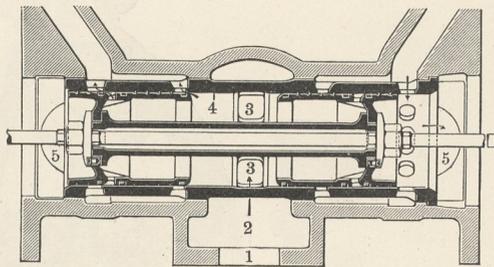


Fig. 153. Kolbenschieber mit doppelter Einströmung.

Ausführungsformen der *Tandemmaschine* sind schon in den Fig. 124 und 136 abgebildet.

Bei den Zweifach-Expansionsmaschinen, deren Kurbeln um 90° verstellbar sind, ist zwischen beiden Zylindern der schon erwähnte Sammelraum (Aufnehmer, Receiver) nötig, in dem sich der Dampf aufhält, wenn er den kleinen Zylinder verläßt, jedoch wegen der eigentümlichen Kurbelstellung noch nicht in den großen Zylinder eintreten kann. Fig. 156 veranschaulicht die Wirkungsweise einer derartigen *Verbund-* oder *Compoundmaschine*. Die beiden rechtwinklig gegeneinander verstellten Kurbeln sitzen in Wirklichkeit auf einer Welle, sind aber der größeren Anschaulichkeit wegen so gezeichnet, als ob sie auf verschiedenen Wellen angebracht wären. Bei Kurbelstellung 1

befindet sich der kleine oder Hochdruckkolben in der Mitte seines Aufganges, der große oder Niederdruckkolben im oberen Totpunkte. Dabei drückt der Kesseldampf von unten gegen den kleinen Kolben, oder der Dampfeintritt zum Hochdruckzylinder ist schon abgesperrt, und die Expansion hat begonnen. Der während der ersten Hälfte des Aufganges des kleinen Kolbens

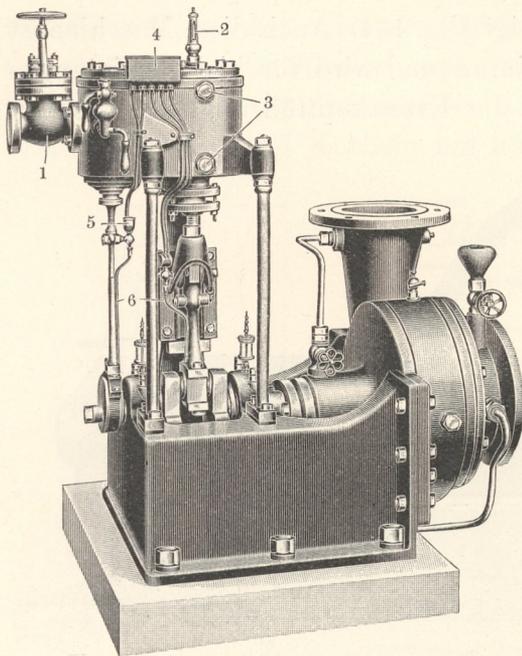


Fig. 154. Stehende Einzylinder-Dampfmaschine von A. Borsig, direkt gekuppelt mit einer Kreiselpumpe.

ausgetretene Dampf wurde von dem zwischen beiden Zylindern befindlichen Receiver aufgenommen und beginnt in diesem Moment (Stellung 1) von oben gegen den großen Kolben zu wirken. Bei der Kurbelstellung 2 befindet sich der kleine Kolben am Ende seines Aufganges, und es beginnt jetzt der unter ihm wirksam gewesene Dampf in den Receiver zu treten, der inzwischen den großen Zylinder mit Dampf gespeist hat. Nachdem der Dampfzutritt aus dem Receiver in den großen Zylinder abgeschlossen ist, beginnt der Dampf in diesem durch Expansion zu wirken. Während des Überganges von 2 zur Stellung 3 ist die Expansion im großen Zylinder beendet; inzwischen ist der kleine Kolben unter Einwirkung des Frischdampfes oder dessen Expansion bis in die Mitte seines Niederganges gekommen und hat dabei einen Teil des unter ihm befindlichen Dampfes in den Receiver gedrängt, der sich nun wieder nach dem großen Zylinder hin öffnet. Dabei wirkt jetzt der Receiverdampf von unten gegen den großen Kolben, wobei dieser die unter 4 dargestellte Stellung erreicht.

Von Stellung 4 gehen die Kolben und Kurbeln zurück in die Stellung 1 usw.

Eine liegende Verbundmaschine zeigt Fig. 157 im Grundriß. Hochdruckzylinder 1 und

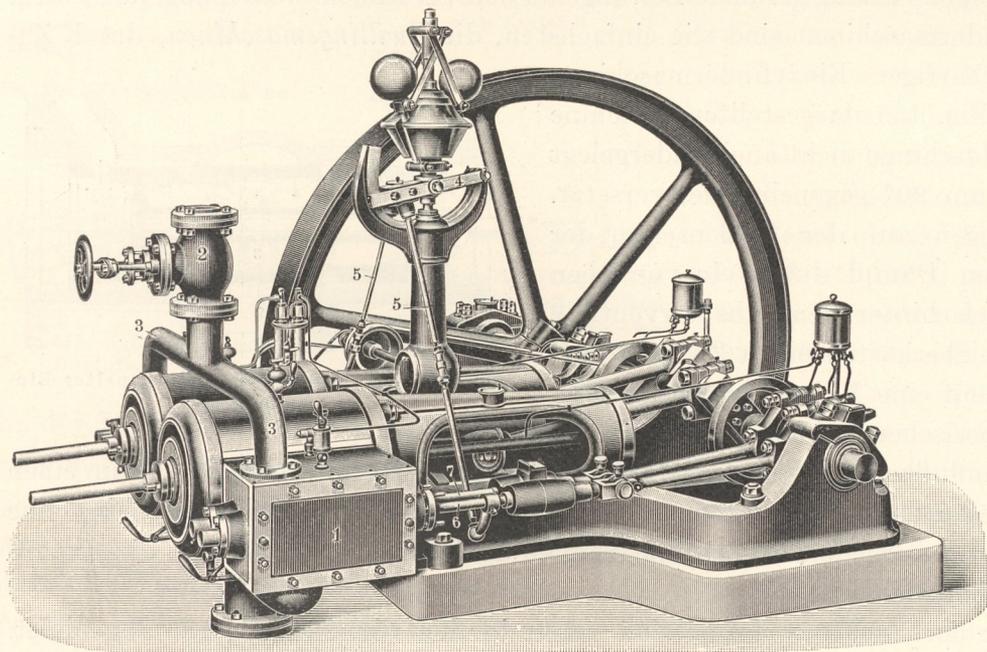


Fig. 155. Liegende Zwillings-Dampfmaschine von Wegelin & Hübner.

Niederdruckzylinder 2, beide mit Schiebersteuerung versehen, wirken auf die beiden auf der gemeinsamen Kurbelwelle 3 sitzenden, unter 90° gegeneinander verstellten Kurbeln 4, 5. Bevor der durch 6 zuströmende Arbeitsdampf in die Maschine gelangt, wird er durch den Wasserabscheider 7 geführt, in dem er von dem noch in feinverteiltem Zustande in ihm enthaltenen Wasser befreit wird, das

teils durch Kondensation in der Rohrleitung entsteht, teils aus dem Kessel mitgeführt wird.

Einen solchen *Wasserabscheider* zeigt die Fig. 158. Der bei 1 eintretende Dampf muß sich um das in den Austrittsstutzen 3 eingesetzte, unten geschlossene Rohr 4 herumbewegen, da dieses nur auf der dem Eintrittsstutzen abgewandten Seite mit Löchern versehen ist. Hierbei trennt sich das Wasser vom Dampf, weil es von diesem, bei der geringeren im Wasserabscheider

herrschenden Geschwindigkeit, nicht mehr mitgerissen wird und niedersinkt, auch infolge seiner größeren Trägheit dem Dampf in seiner gekrümmten Bahn nicht mehr folgen kann, sondern abgeschleudert wird. Das abgeschiedene Wasser wird durch die Öffnung 2 abgeführt.

Nach dem Durchgange durch den Wasserabscheider und das Absperrventil 8 (Fig. 157) gelangt der Dampf in den Schieberkasten 9 des Hochdruckzylinders, der mit einer vom Regulator 10 beeinflussten Doppelschiebersteuerung ausgerüstet ist. Nach der Arbeitsleistung im Hochdruckzylinder 1 strömt der Dampf durch den Receiver 11 nach dem Niederdruckzylinder 2 über. Aus diesem gelangt der verbrauchte Dampf durch Rohr 12 und Wechselventil 13 (dessen Inneres Fig. 170, Teil 6 erkennen läßt) entweder durch 14 ins Freie oder durch 15 nach dem Kondensator 16, dessen Luftpumpe von der verlängerten Kolbenstange des Niederdruckzylinders angetrieben wird. Durch 17 wird dem Kondensator das Einspritzwasser zugeführt und durch 18 Kondensat und Kühlwasser abgeführt.

Zum Andrehen der Maschine dient die Schaltvorrichtung 19. Ein genaueres Bild von der Anordnung einer liegenden Verbundmaschine gibt das Klappmodell der Zweizylindermaschine.

Eineschrägliegende Schiffsmaschine, wie sie vielfach für Flußrad-dampfer Verwendung findet, ist die in den Fig. 159 und 160 dargestellte, von Gebr. Sachsenberg in Roßlau gebaute Zweizylindermaschine, die bei 40 Proz. Füllung des Hochdruckzylinders und 45 Umdrehungen 1250 PS leistet. Die Maschine besteht aus dem Hochdruckzylinder 1 und dem

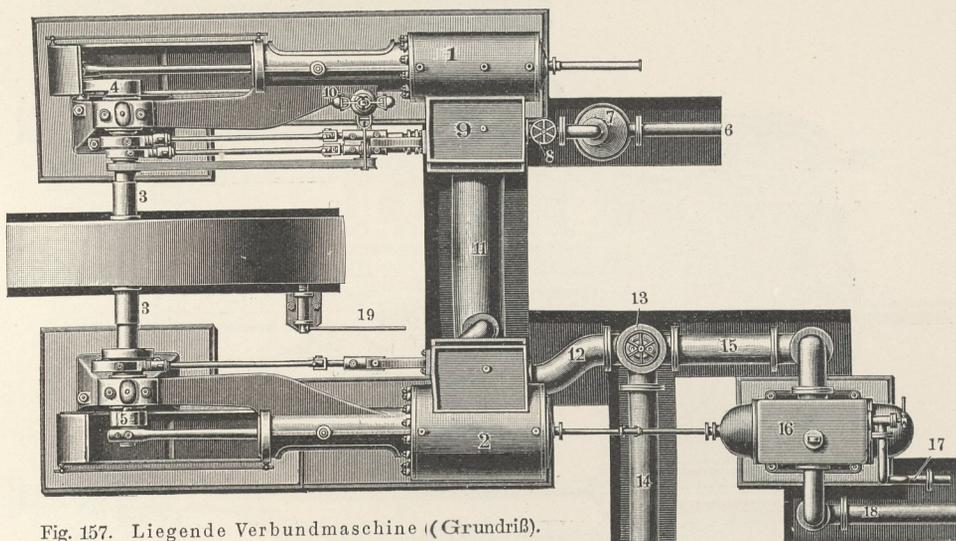


Fig. 157. Liegende Verbundmaschine (Grundriß).

daneben liegenden Niederdruckzylinder 2, von denen ersterer von einem Dampfmantel 3 umgeben ist. Der Frischdampf wird von den vor und hinter der Maschine liegenden Kesseln zu den Rundschiebern 6, 7 geführt, nach deren Öffnung mittels der Hebel 8, 9 der Dampf durch den Stutzen 12 in den Hochdruckschieberkasten tritt. Außerdem sitzt an der gleichen Stelle noch ein Anlaßschieber 10, der durch Hebel 11 so eingestellt werden kann, daß der Dampf entweder unmittelbar in den Hochdruckzylinder oder vor oder hinter den Niederdruckzylinderkolben geführt wird. Der Hochdruckzylinder hat Meyersteuerung (s. Fig. 113 und 114). Die von dem Exzenter 14 angetriebenen Expansionsschieberlappen 50 gestatten eine doppelte Kanaleröffnung und werden durch Drehen des Handrades 13 zwecks Füllungsänderung einander genähert oder voneinander entfernt. Nach der Arbeitsleistung im Hochdruckzylinder wird der Dampf durch einen um den Hochdruckzylinder führenden Kanal 4 in den Schieberkasten 5 des Niederdruckzylinders geleitet. Der Niederdruckzylinder wird durch einen Flachschieber 51 gesteuert, der einfache Einströmung, aber doppelte Ausströmung zuläßt, die in das an der Unterseite des Niederdruckzylinders angeschlossene Abdampfrohr 43 erfolgt.

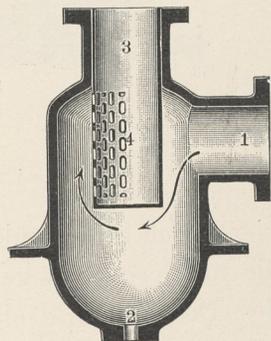


Fig. 158. Wasserabscheider.

Die Umsteuerung geschieht durch eine Stephenson'sche Kulisse (vgl. Fig. 129). Diese (15 in Fig. 159/160) wird von dem Vorwärtsexzenter 23 und dem Rückwärtsexzenter 24 angetrieben und ist an der Stange 16 aufgehängt. Das andere Ende dieser Stange ist mit dem einen Schenkel des Winkelhebels 17 gelenkig verbunden, der fest auf der drehbar gelagerten Welle 18 sitzt und mit seinem anderen Schenkel durch Stange 19 an das Schneckenrad 21 angelenkt ist. In das Schneckenrad greift eine

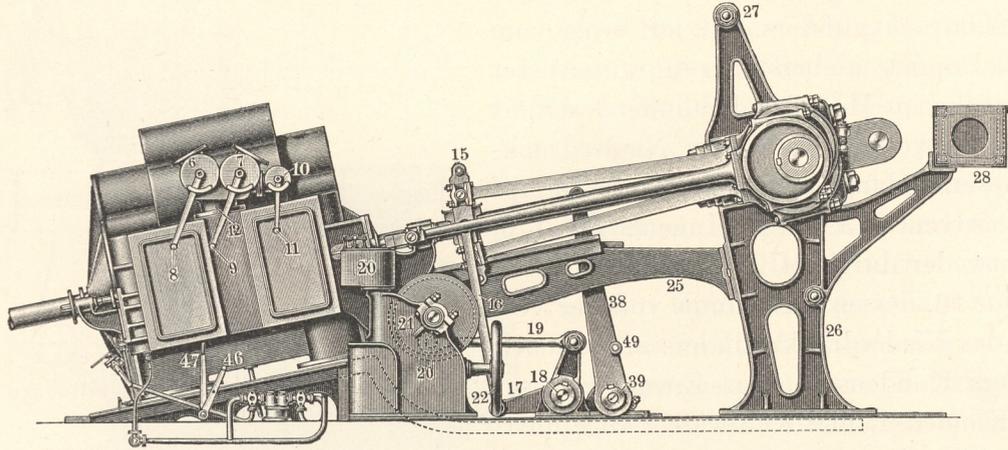


Fig. 159.

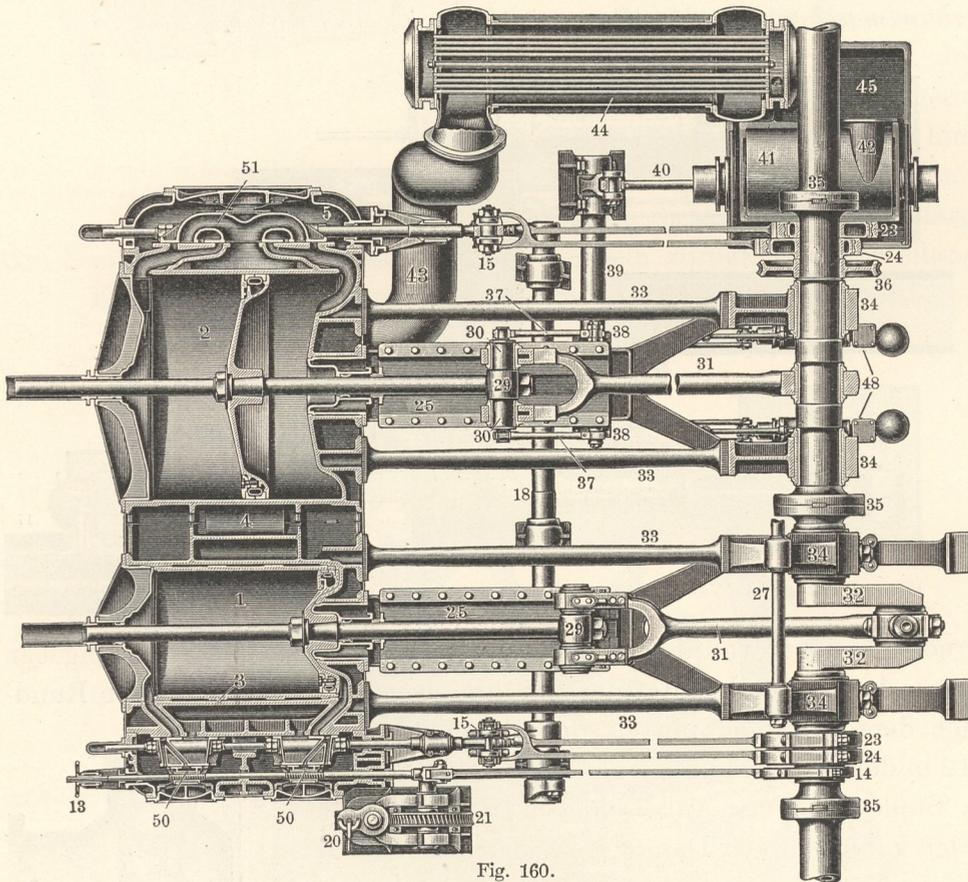


Fig. 160.

Fig. 159 und 160. Schrägliegende Schiffsmaschine (Verbundmaschine).

auf der Spindel des Handrades 22 sitzende Schnecke ein. Das Heben und Senken der Kulisse erfolgt durch Drehen des Winkelhebels 17, indem die Schnecke von Hand oder mittels einer kleinen Dampfmaschine 20 gedreht wird. Gleichzeitig wird auch die zu dem Niederdruckzylinder gehörige Kulisse verstellt, denn wie ersichtlich (Fig. 160), ist die Welle 18 unter der Maschine nach der Niederdruckseite hin verlängert und steht am dortigen Ende ebenfalls mit der Kulisse 15 in Verbindung. Die Bewegung der Kolben wird auf die Kreuzköpfe 29 übertragen, an deren seitliche Zapfen 30 die an einem Ende gabelförmigen Schubstangen 31 angreifen, die mit ihren anderen Enden auf die Kurbeln 32 treibend wirken. Die Kurbelwelle ist aus vier durch Scheibenkuppelungen 35 fest miteinander verbundenen Stücken zusammengesetzt. An die mittleren Stücke greifen die Schubstangen 31 an; auf den äußeren sitzen die Schaufelräder des Dampfes. Gelagert ist die Kurbelwelle in vier von den Stahlgußböcken 26 getragenen Lagern 34, deren Deckel mit Wasserkühlung versehen sind. Mit den Zylindern sind die Böcke 26 durch die Gleitbahnen 25 der Kreuzköpfe und die Säulen 33 verbunden. Außerdem werden sie unter sich durch Anker 27 zusammengehalten und stehen mit dem Schiffskörper durch die Träger 28 in Verbindung. Der durch das Rohr 43 abziehende Abdampf gelangt zunächst in den Vorwärmer 44 für das Kesselspeisewasser und aus diesem in den Einspritzkondensator 45, der sein Betriebswasser

Fig. 159 und 160. Schrägliegende Schiffsmaschine (Verbundmaschine).

dem Fluß entnimmt. Kühlwasser und Kondensat werden von der Naßluftpumpe 41 abgesaugt und durch ein sich an den Stützen 42 anschließendes Rohr nach außen in den Fluß abgeführt. Der Antrieb der Luftpumpe erfolgt von dem Kreuzkopf des Niederdruckzylinders aus, dessen Zapfen 30 in kleinere Zapfen auslaufen, die durch Stangen 37 mit drehbaren Hebeln 38 verbunden sind; letztere übertragen ihre Bewegung durch die Welle 39 auf einen anderen Hebel, an den die Kurbelstange 40 der doppeltwirkenden Luftpumpe angreift. Von dem Zapfen 49 des

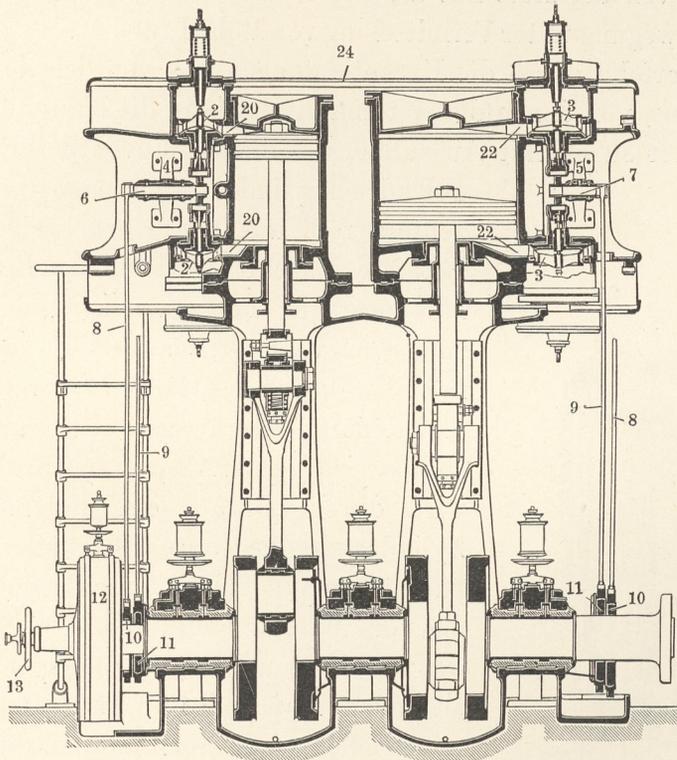


Fig. 161.

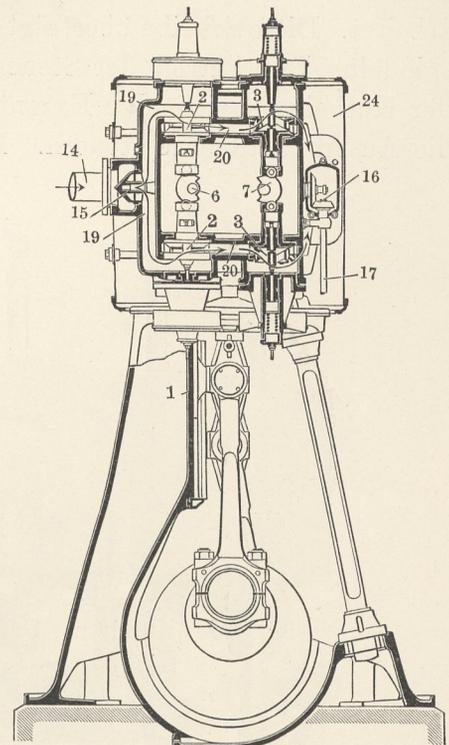


Fig. 163.

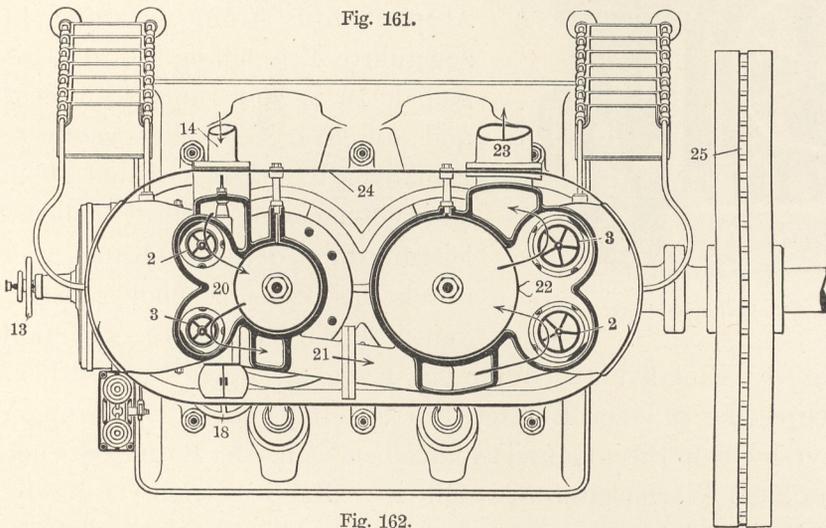


Fig. 162.

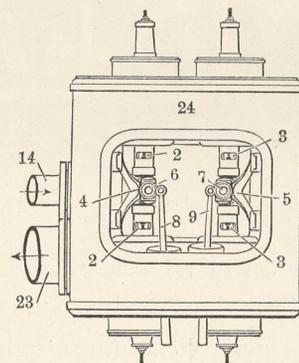


Fig. 164.

Fig. 161—164. Stehende Verbundmaschine mit Lentzsteuerung von Gebr. Meer, München-Gladbach.

Hebels 38 wird ferner noch der Antrieb der Hilfspumpen, Speise- und Lenzpumpen 48 abgeleitet. Zum Drehen der Maschine in kaltem Zustande dient das auf der Kurbelwelle sitzende Schneckenrad 36, das von einem Schaltwerk angetrieben wird. Am Maschinistenstand befindet sich ferner neben der Umsteuermaschine 20 noch ein Hebel 46 für das Einspritzventil des Kondensators sowie ein Hebel 47 zum Öffnen und Schließen der Zylinderentwässerungshähne.

Als Steuerorgane finden bei den stehenden Maschinen vorzugsweise Kolben- und Flachschieber Verwendung, nicht selten auch Ventilsteuerungen. Eine mit Ventilsteuerung (System Lentz) ausgerüstete stehende Verbundmaschine von Gebr. Meer in München-Gladbach zeigen die Fig. 161—164. Die Maschine leistet bei 200 minutlichen Umdrehungen 200 PS. Hoch- und

Niederdruckzylinder ruhen auf einem die Gleitbahnen 1 für die Kreuzköpfe tragenden Ständer, der mit der Grundplatte zusammengegossen und an seiner Vorderseite durch zwei Säulen unterstützt ist. Jeder Zylinder ist seitlich mit vier in einer Ebene liegenden Ventilen versehen, von denen die beiden Einlaßventile 2, 2 und die beiden Auslaßventile 3, 3 untereinander liegen. Zwischen den Ein- und Auslaßventilen befindet sich je ein Bock 4, 5, der das Lager für die die Steuernocken tragenden Wellen 6, 7 bildet. Zur Steuerung der beiden Ein- und Auslaßventilpaare dient je eine aus zwei Nocken zusammengesetzte Scheibe, von der stets nur die obere oder die untere Hälfte arbeitet. Diese Scheibe überträgt die Steuerbewegung unter Vermittlung von Rollen auf die Ventilspindeln. Der Antrieb der Steuerwellen 6, 7 erfolgt durch die Exzenterstangen 8, 9 von den auf der Kurbelwelle sitzenden Exzentern 10, 11 aus, von denen die ersteren die Einlaß-, die letzteren die Auslaßventilpaare steuern. Diese Exzenter sitzen mit Ausnahme des die Einlaßventile des

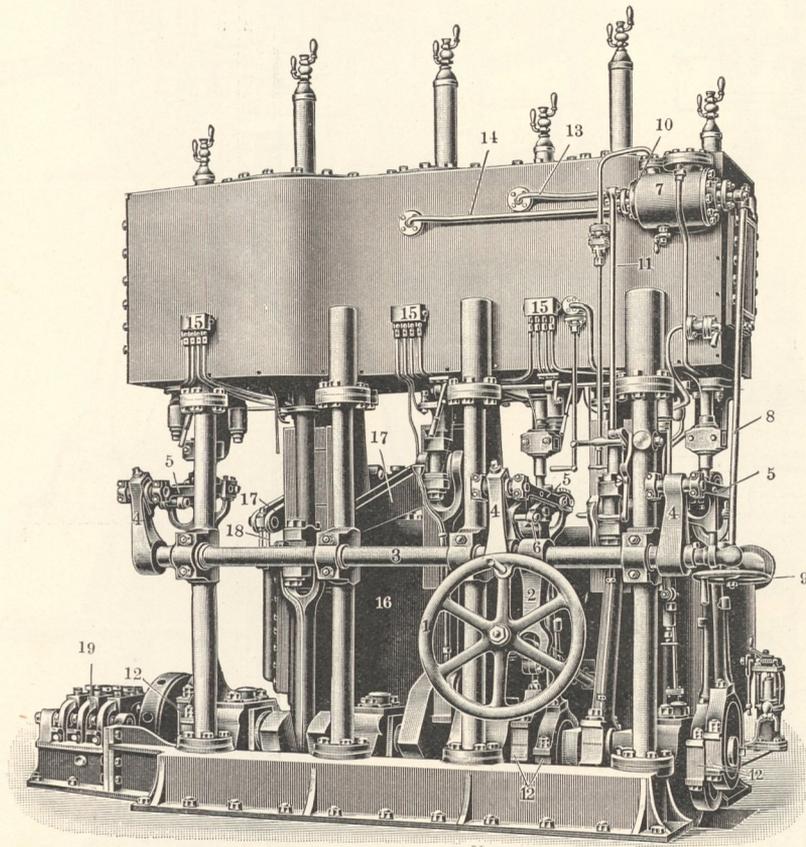


Fig. 165. Stehende Dreifachexpansions-Schiffsmaschine.

Hochdruckzylinders steuernden Exzenter fest auf der Kurbelwelle. Letzteres Exzenter wird von dem Beharrungsregler 12 (vgl. Lentzsteuerung S. 62) verstellt, der durch Handrad 13 während des Ganges auf verschiedene Umdrehungszahlen einstellbar ist. Das Absperrventil 15 wird durch ein auf der anderen Zylinderseite liegendes Kegelräderpaar 16 geöffnet bzw. geschlossen, das vom Maschinisten durch Drehen des auf der senkrechten Spindel 17 sitzenden Handrades 18 (Fig. 162) angetrieben wird. Nach Öffnen des Absperrventils strömt der durch 14 zugeführte Frischdampf durch die Kanäle 19 zu den Einlaßventilen 2 und durch das jeweilig geöffnete Einlaßventil und den Kanal 20 in den Zylinder, den er nach der Arbeitsleistung durch denselben Kanal, aber durch das entsprechende Auslaßventil 3 wieder verläßt. Hierauf

strömt er durch 21 und nach Öffnung des Einlaßventils durch den Kanal 22 in den Niederdruckzylinder, aus dem er durch 23 ins Freie oder in einen Kondensator abgeführt wird. Die Zylinder sind nicht geheizt, sondern lediglich von einem Blechmantel 24 umgeben, wobei der Raum zwischen Mantel und Zylinder mit einem schlechten Wärmeleiter ausgefüllt ist. Zur Inbetriebsetzung der Maschine dient ein Schaltwerk, das in einen in das Schwungrad eingegossenen Zahnkranz 25 eingreift. Bei hochgespanntem Dampf (10 at und darüber) und großen Leistungen finden vorteilhaft die *Dreifach-Expansionsmaschinen* Verwendung, die bis zu den größten Abmessungen gebaut werden. Sie empfehlen sich namentlich für wenig veränderliche Kraftleistungen, bei denen es auf größtmögliche Dampfersparnis ankommt. Ohne Kondensation werden sie selten ausgeführt. Bei den liegenden Dampfmaschinen wird die Anordnung der Firma Gebr. Sulzer in Ludwigshafen a. Rh., bei der auf einer Seite der Maschine Hoch- und Mitteldruckzylinder hintereinander liegen (Tandemanordnung) und auf der anderen Seite der Niederdruckzylinder, bevorzugt (s. Fig. 149). Die Antriebskurbeln sind hierbei um 90° gegeneinander versetzt. Das Dampfabsperrentil befindet sich, wie aus Fig. 122 zu ersehen ist, in der Mitte auf der oberen Hälfte des Hochdruckzylinders; dessen Steuerung wird vom Regulator beeinflusst, der seinen Antrieb von der Steuerwelle aus

mittels Schraubenräder erhält. Nur die Steuerung des Hochdruckzylinders ist als Ausklinksteuerung ausgebildet. Die Einlaßventile des Mittel- und Niederdruckzylinders erhalten eine ähnliche Steuerung wie die Auslaßventile, die nur von Hand einstellbar ist.

Während sich bei den liegenden Dreifach-Expansionsmaschinen die Zweikurbelmaschinen einer gewissen Beliebtheit erfreuen, werden bei der stehenden Bauart die Zylinder gewöhnlich nebeneinander angeordnet und die Kurbeln um 120° gegeneinander versetzt. Eine derartige Maschine zeigt die in Fig. 165 dargestellte Schiffsmaschine von 300 indizierten Pferdestärken der Firma Gebr. Sachsenberg in Roßlau a. d. Elbe. Als Steuerorgan finden Kolben- und Flachschieber Verwendung, die von Stephenson'schen Kulissen bewegt werden. Die Umsteuerung der Maschine erfolgt durch Drehen des an ihrer Vorderseite angeordneten großen Handrades 1, wodurch der Hebel 2 eine hin und her schwingende Bewegung erhält, die durch die Steuerwelle 3 auf die Hebel 4 übertragen wird, deren Enden durch die Stangen 5 mit den Kulissen 6 verbunden sind. Die Enden der Kulissen werden von den neben den Antriebskurbeln sitzenden Exzentern 12 angetrieben. Der im Gehäuse 7 sitzende Dampfabsperrschieber wird durch Drehen der Spindel 8 mittels des Handrades 9 geöffnet bzw. geschlossen. Neben dem Hauptabsperrschieber sitzt noch ein Hilfsschieber 10, der durch ein Gestänge 11 geöffnet wird und durch die Leitungen 13, 14 Dampf in den Mittel- bzw. Niederdruckreceiver einläßt, um das für Schiffsmaschinen erforderliche rasche Anspringen zu sichern. Zur Schmierung der einzelnen Teile dienen neben den üblichen Schmierpumpen und Schmiergefäßen noch drei Ölbehälter 15, von denen Ölleitungen nach den verschiedenen Teilen führen. Der Abdampf wird in den hinter der Maschine liegenden Kondensator 16 geleitet, hinter dem eine Luftpumpe stehender Bauart angeordnet ist; der Antrieb dieser Luftpumpe erfolgt durch die Doppelhebel 17, die ihre Bewegung mittels der Gelenkstangen 18 vom Kreuzkopfe des Niederdruckzylinders erhalten. Da die Welle von dem auf ihr sitzenden Propeller einen axialen Schub erhält, ist ein Teil von ihr als Druckwelle ausgebildet und mit angeschmiedeten Ringen versehen, die sich gegen ein Drucklager 19 stützen.

Eine der beiden gewaltigen *Vierfach-Expansionsmaschinen* des Schnelldampfers *Kaiser Wilhelm II.* ist in der Abteilung „Schiffbau“ dargestellt.

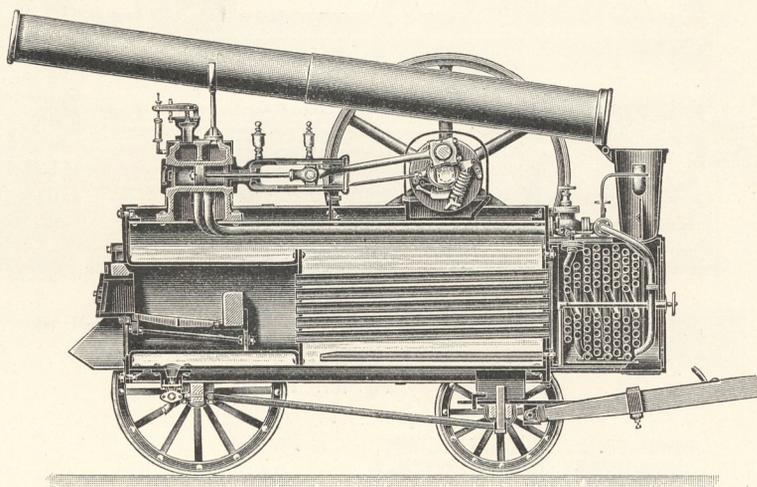


Fig. 166. Fahrbare Heißdampflokobile von R. Wolf.

Die Lokomobilen.

Die Lokomobilen sind von der Stelle bewegliche, mit allen Betriebsteilen, einschließlich des Kessels, auf einem Wagen angeordnete Dampfmaschinen. Sie werden benutzt, wo es sich um eine vorübergehende Arbeitsleistung handelt, wie bei Dreschmaschinen, Dampfpflügen usw., aber auch in Betrieben, die eine häufige Ortsveränderung der Maschine bedingen, wie Betrieb von Sägen im Walde, Trockenlegen von Baugruben usw. Eine derartige Lokobile zeigt Fig. 166. Der auf dem Wagengestell ruhende Röhrenkessel mit in der Rauchkammer angeordnetem Überhitzer dient als Unterlage für die liegende Dampfmaschine, deren Zylinder in dem Dampfdom eingelagert ist. Da die Zylinder und Lager unmittelbar auf der Kesselwandung ruhen, müssen Einrichtungen vorgesehen sein, die die Ausdehnungen beim Warmwerden des Kessels unschädlich machen.

Als Brennmaterial dienen Stein- und Braunkohle, Holz, Torf, Sägespäne, häufig auch, namentlich in Rußland und Rumänien, Stroh, Rohpetroleum und Naphtha (vgl. Fig. 79). Zur Vermeidung von Feuersgefahr müssen die Lokomobilen Funkenfänger tragen und dürfen nur

in feuersicher bedachten Gebäuden aufgestellt werden. Bei Lokomobilen, die einen in der Rauchkammer angeordneten Überhitzer besitzen, ist ein Funkenfänger überflüssig, da die glühenden Kohleteilchen der Rauchgase auf den kälteren Wandungen der Überhitzerschlange zum Verlöschen gebracht werden und infolge der fortwährenden Richtungsänderung in der Rauchkammer zu Boden fallen. Da es für die Haltbarkeit des Kessels und für gute Ausnutzung des Brennstoffs wichtig ist, die Kesselwand möglichst rein zu halten und Kesselstein schnell entfernen zu können, werden für die Lokomobilen meist ausziehbare Röhrenkessel (s. Fig. 83) benutzt.

Die einfachen Lokomobilen, etwa bis zu 30 Pferdestärken, werden in der Regel mit nur einem

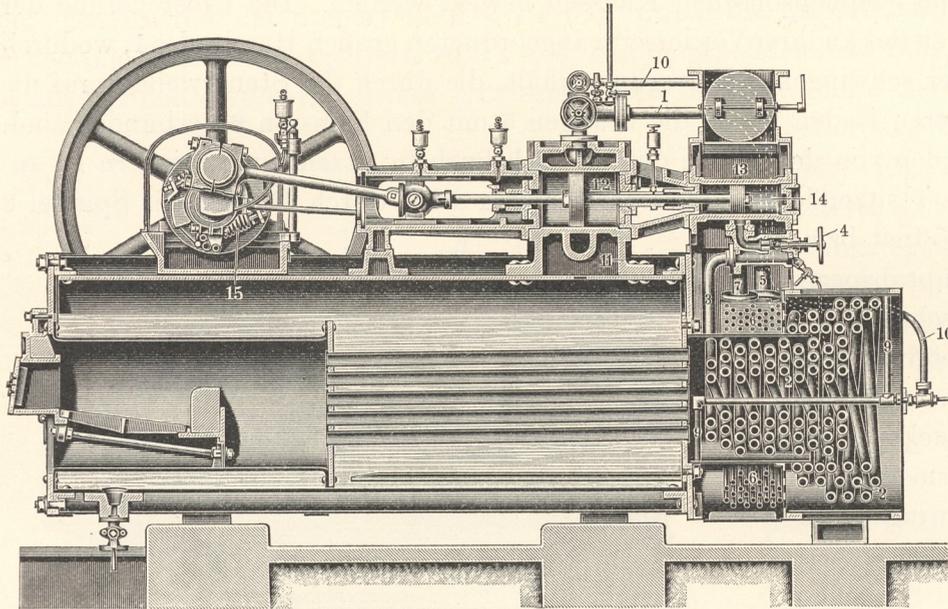


Fig. 167. Längsschnitt.

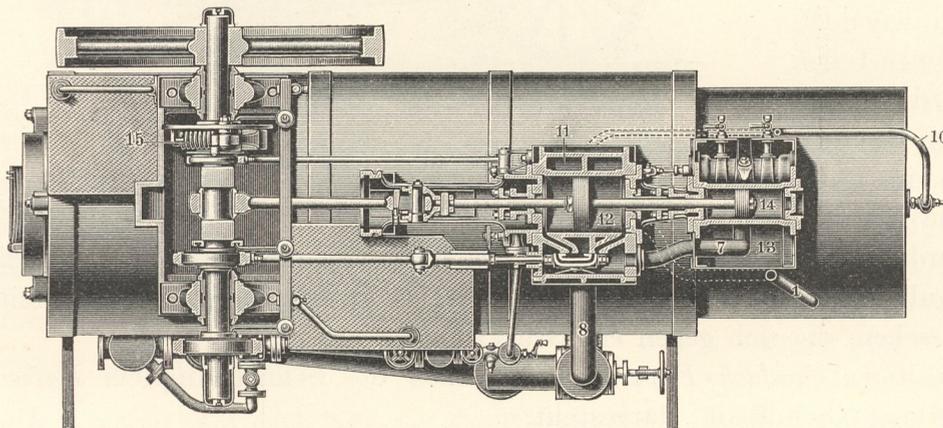


Fig. 168. Grundriß.

Fig. 167 und 168. Heißdampf-Tandemlokomobile von R. Wolf.

Zylinder und die kleineren nur mit einfacher Expansionssteuerung versehen, die von Hand auf verschiedene Füllungen eingestellt werden kann. Der Regulator wirkt hier auf eine Drosselklappe, die den Dampfzutritt und damit die Leistung und Umdrehungszahl der Maschine selbsttätig regelt (s. Fig. 130). Die größeren haben eine vom Regulator beeinflusste Ridersteuerung. Für größere Leistungen sind außerdem die Maschinen mehrzylindrig ausgebildet.

Die Betriebskraft der Lokomobile kann in mannigfaltiger Weise auf die Arbeitsmaschine übertragen werden. Zumeist erfolgt der Antrieb von dem als Riemen- oder Seilscheibe ausgebildeten Schwungrade. Durch Anbringen einer Pumpe auf dem Wagen kann die Lo-

komobile zu einer fahrbaren Pumpmaschine, durch Vereinigung mit einer Dynamomaschine zu einer provisorischen Beleuchtungsanlage benutzt werden. Während früher unter Lokomobile allgemein eine fahrbare Dampfmaschine verstanden wurde, hat R. Wolf die sogenannte *Halb- oder Industrielokomobile*, die auf Tragfüßen gelagert ist, geschaffen, die in allen Industriezweigen große Verbreitung gefunden und zum Bau von Lokomobilen von sehr großen Leistungen, bis zu 1000 PS, geführt hat. Für diese großen Leistungen werden Verbundlokomobilen mit Kondensationseinrichtung benutzt. Gegenüber Maschinenanlagen mit getrenntem Dampfkessel nehmen diese Halblokomobilen nur wenig Raum ein und bedürfen keines großen Maschinenhauses und schweren Fundaments mit Verankerung. Sie sind rasch aufzustellen, die Bedienung ist einfacher, Reinigung und Revision sind bequemer, die Anschaffungs-, Aufstellungs- und Betriebskosten geringer als bei einer gewöhnlichen Dampfmaschine gleicher Leistung. Auch fällt der bei getrenntem Dampfkessel durch lange Leitungen

unvermeidliche Dampfverlust fort. Ein weiterer wichtiger Fortschritt war die Einführung der *Heißdampflokomobile* von R. Wolf, dem die Lokomobile mit zweifacher Überhitzung gefolgt ist. Nach Versuchen haben derartige Lokomobile einen Dampf- und Wärmeverbrauch, der dem der besten ortfesten Maschinen gleichkommt. Fig. 167 und 168 zeigen die Anordnung einer *Heißdampf-Tandemlokomobile*. Der im Kessel erzeugte Dampf tritt, nachdem er den im Dampfdom 11 liegenden Niederdruckzylinder 12 beheizt hat, durch 1 in die größeren Windungen des Vorüberhitzers 2 und strömt aus diesen durch die kleineren, unmittelbar vor den Heizrohren liegenden Windungen und durch das Rohr 3 nach Öffnung des Absperrventils 4 zu dem in der Rauchkammer 13 angeordneten Hochdruckzylinder 14. Hat er in diesem expandierend gewirkt, so tritt er durch Rohr 5 in den als Aufnehmer dienenden Zwischenüberhitzer 6 und wird aus diesem durch 7 in den Niederdruckzylinder 12 geleitet, von dem aus er durch 8 in den Einspritzkondensator abströmt. Die aus den Heizrohren kommenden Verbrennungsgase bespülen also zunächst die in einem Blechmantel eingeschlossenen inneren Windungen des Vorüberhitzers, kehren dann ihre Bewegung um, umströmen dessen äußere Windungen, hierauf den als Nachüberhitzer ausgebildeten Aufnehmer 6 und gelangen nach Heizung des Hochdruckzylinders ins Freie. Zum Abrußen (Rußentfernung) der Heizrohre und Spirale dient die drehbare Vorrichtung 9, der durch Rohr 10 Dampf zugeführt wird. Dieser Dampf strömt durch kleine Öffnungen der senkrechten Rohre 9 aus und bestreicht die zu reinigenden Rohre. Als Steuerung dient für den Hochdruckzylinder ein entlasteter, von einem auf der Kurbelwelle sitzenden Achsenregler 15 beeinflusster Kolbenschieber, für den Niederdruckzylinder ein Trickschieber.

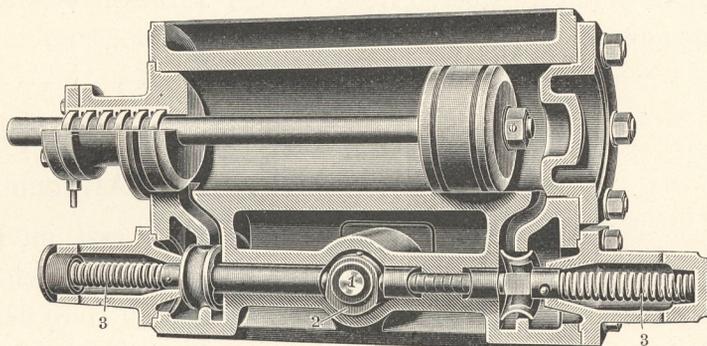


Fig. 169. Lokomobil-Ventilsteuerung System Lentz.

Abweichend hiervon rüstet die Firma Heinrich Lanz in Mannheim ihre Lokomobile mit Ventilsteuerung System Lentz (Fig. 169) aus. Die Ventile sind unterhalb der Zylinder, und zwar in dem sonst ungenutzt bleibenden Zwischenraum zwischen Kessel und Zylinder, eingebaut. Quer zur Zylinderachse sitzt unter dem Zylinder die den Steuernocken 2 tragende Steuerwelle 1, die durch ein auf der Maschinenwelle sitzendes Exzenter in schwingende Bewegung versetzt wird und die Ventile entgegen dem Druck der Federn 3 öffnet. Fig. 170 zeigt die Seitenansicht einer Lanzschen Verbundlokomobile mit Schnitt durch die Kondensations- und Speisewassereinrichtung. Der Dampf fließt durch 1 aus dem Kessel nach dem Überhitzer und von diesem durch 2 nach dem Hochdruckzylinder. Der Antrieb der die Steuernocken tragenden Welle 18 erfolgt durch die Exzenterstange 3. Damit die im Abdampf enthaltene Wärme nicht mit dem Kühlwasser nutzlos verloren geht, sitzt zwischen Arbeitszylinder und Kondensator 8 noch ein Speisewasservorwärmer 5, dem der Abdampf durch 4 zuströmt und dann je nach Stellung des Wechselventils 6 entweder durch 7 ins Freie oder in den

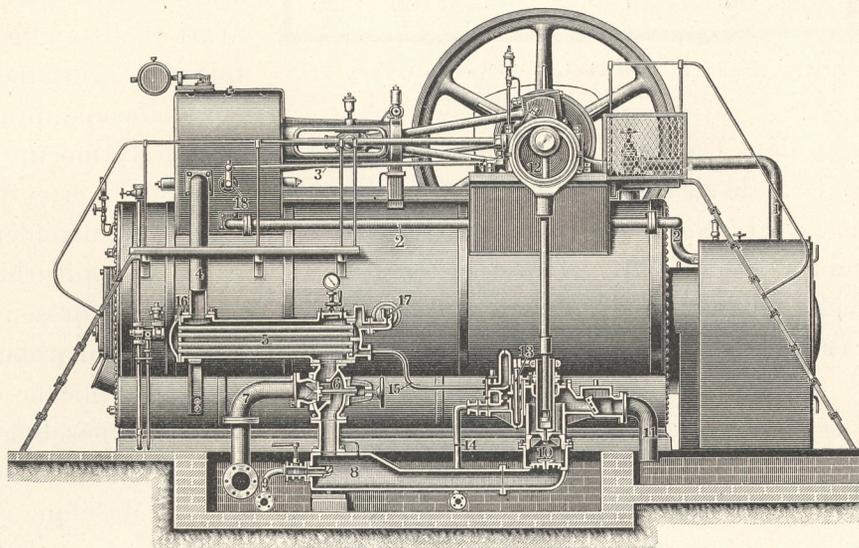


Fig. 170. Schnitt durch die Kondensations- und Speisewassereinrichtung einer Lanzschen Verbundlokomobile.

Speisewasservorwärmer 5, dem der Abdampf durch 4 zuströmt und dann je nach Stellung des Wechselventils 6 entweder durch 7 ins Freie oder in den

Speisewasservorwärmer 5, dem der Abdampf durch 4 zuströmt und dann je nach Stellung des Wechselventils 6 entweder durch 7 ins Freie oder in den

Kondensator 8 entweicht, der das Einspritzwasser durch 9 erhält. Kondensat und Kühlwasser werden durch die Pumpe 10, deren Kolben mit einem Ventil versehen ist, das beim Niedergehen des Kolbens dem Kondensat den Durchtritt nach dem Raum oberhalb des Kolbens gestattet, in das ins Freie führende Rohr 11 geleitet. Angetrieben wird die Pumpe vom Exzenter 12, das gleichzeitig die mit dem Pumpenkolben der Luftpumpe verbundene Speisewasserpumpe 13 antreibt. Diese saugt das Speisewasser durch 14 an und drückt es durch 15 in den Vorwärmer 5, von dem es zunächst die unteren Rohre durchströmt, hierauf an der hinteren Stirnwand bei 16 emporgeht, durch die oberen Rohre wieder zurückfließt und durch das Rohr 17 in den Kessel tritt. — In neuerer Zeit hat auch die Gleichstromdampfmaschine im Lokomobilbau Verwendung gefunden.

III. Die Dampfturbinen.

1. Allgemeines.

Wenn sich auch die Dampfturbine erst im Laufe der letzten 20 Jahre zu einer brauchbaren Kraftmaschine entwickelt hat, ist sie doch eigentlich die älteste Dampfkraftmaschine, denn schon vor über 2000 Jahren beschrieb Hero der Ältere Vorrichtungen, bei denen strömender Wasserdampf in einer dem Segnerschen Wasserrade (vgl. S. 24) ähnlichen Vorrichtung treibend

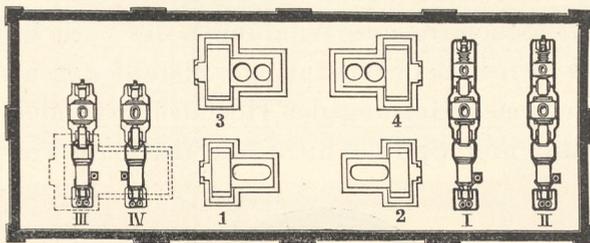


Fig. 171. Grundriß des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes, Essen-Ruhr.

wirkte. Obwohl im Laufe der beiden nächsten Jahrtausende viele Konstruktionen auftauchten und von dem italienischen Mathematiker G. Branca 1628 sogar schon eine Freistrahlturbine beschrieben wurde, machte die Entwicklung doch keine weiteren Fortschritte und geriet nach den Erfindungen von James Watt vollständig ins Hintertreffen. Das hierauf folgende Jahrhundert wurde fast ausschließlich von der Kolbendampfmaschine beherrscht. Auch die 1884

von dem Engländer Parsons gebaute Axialturbine vermochte hieran zunächst noch nichts zu ändern, da sie zu wenig bekannt wurde. Aufmerksamkeit erregte erst die Erfindung des Schweden de Laval (1889); da aber seine Turbine sehr hohe Umlaufzahlen aufwies, blieb ihr Verwendungsgebiet beschränkt, so daß es schien, als ob die Dampfturbine eine weittragende Bedeutung nicht erlangen würde. Hier trat nun wieder Parsons ein, dessen Bemühungen und Erfolge der so rasch vor sich gegangene Umschwung der Verhältnisse zum großen Teil zugeschrieben werden muß.

Vor der Kolbendampfmaschine hat die Dampfturbine den Vorteil, daß sie lediglich im Kreise umlaufende Teile besitzt, während die Kolbenmaschine hin und her gehende Teile hat. Bei großen Maschinen erreichen diese Gestänge gewaltige Gewichte, die bei jedem Hube beschleunigt und verzögert werden müssen. Soll die Maschine einen einigermaßen ruhigen Gang haben, so ist hierzu ein sehr schweres Schwungrad erforderlich, ein Maschinenteil, der bei den Dampfturbinen ganz fortfällt. Desgleichen fehlt bei den Dampfturbinen die Steuerung, durch die Bau und Wartung großer mehrzylindriger Kolbenmaschinen kompliziert werden. Während Kolbenmaschinen meistens erst von Hand oder mit einer besonderen Maschine in die zum Anspringen geeignete Stellung gedreht werden müssen, gehen die Dampfturbinen sofort von jeder Stellung aus an. In bezug auf Wartung und Ölverbrauch (letzterer ist eigentlich nur bei den Lagern vorhanden) stellt die Dampfturbine geringe Anforderungen. Da der Dampf mit dem Öl nicht in Berührung kommt, fällt auch bei den mit Kondensation arbeitenden Turbinen der Ölabscheider fort, der bei Kolbenmaschinen unbedingt erforderlich ist, wenn das Kondensat als Kesselspeisewasser Verwendung finden soll. Schließlich ist noch ein großer Vorteil der Dampfturbinen ihr geringer Raumbedarf. Wie groß dieser, verglichen mit dem der Kolbenmaschinen, ist, zeigt der in Fig. 171 dargestellte Grundriß des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes A.-G. in Essen-Ruhr. Die mit arabischen Ziffern bezeichneten Maschinen bedeuten Kolbendampfmaschinen, 1 und 2 solche zu je 600 PS und 3 und 4 solche zu je 1200 PS. Mit römischen Ziffern