

Wasserwerksmaschinen mit stehender Antriebsmaschine oder stehenden Pumpen.

Der wesentlichste Fortschritt im Bau stehender Wasserwerksmaschinen liegt in der unmittelbaren Uebertragung der Kraft der Dampfmaschine auf die Pumpe. Für den richtigen Bau langhubiger Maschinen von grosser Bauhöhe ist diese unmittelbare Uebertragung eine unerlässliche Voraussetzung. Früher wurden die Kräfte erst vom Maschinengestänge auf einen Balancier und durch ein weiteres Gestänge auf die Pumpe übertragen; letztere stand meist in gar keinem starren Zusammenhang mit der Dampfmaschine, und der Zusammenhang wurde nur durch das Fundamentmauerwerk hergestellt.

Jetzt wird die Pumpe unmittelbar unter die Dampfcylinder gestellt und unmittelbar durch die verlängerte Kolbenstange angetrieben. Bei liegenden Pumpmaschinen ist dies (abgesehen von den alten Maschinen mit Zahnrad-Zwischenübersetzung) nie anders ausgeführt worden, wenn auch in den Einzelheiten grobe Fehler begangen wurden. Nur bei unmittelbarer Kraftübertragung und starrer Eisenverbindung zwischen Pumpe, Dampfmaschinenrahmen und Maschinengerüst ist es möglich, grosse Maschinen richtig auszuführen und ohne schädliche Kraftwirkungen zu betreiben. Das Fundamentmauerwerk war früher Konstruktionstheil der Maschine; als solcher hatte es alle Kräfte aufzunehmen, die in den Eisentheilen der Maschine überhaupt nicht aufgenommen wurden, und den Verband der Maschinenteile untereinander herzustellen. Bei richtiger Bauart dient das Fundament nur noch als Masse zur Sicherung des Betriebes. Die Triebwerks- und Gegenkräfte hingegen werden nicht auf das Fundament übertragen, sondern im starr zusammenhängenden Maschinengerüst aufgenommen. Diese selbstverständliche Konstruktion beruht auf dem wichtigsten Grundsatz des Maschinenbaues: alle Kräfte unmittelbar und wo sie auftreten zu beherrschen und ihnen nicht erst Gelegenheit zu geben, durch Hebelarme als Kraftmomente und auf Umwegen ungünstig zu wirken.

Die Ursache, weshalb dieser Grundsatz früher nicht befolgt wurde, liegt darin, dass früher angenommen wurde, die Pumpenkolben dürften eine normale Geschwindigkeit von 0,3—0,5 m nicht überschreiten. Erst bei dem Bau normallaufender Pumpen war die Mög-

lichkeit gegeben, sie mit den normallaufenden Gestängen von Dampfmaschinen unmittelbar zu kuppeln. Auch hier hat die Verbesserung der Pumpen und ihrer Ventile als Mittel, raschen Gang zu erzielen, den Fortschritt im ganzen Aufbau der Maschine, den unmittelbaren Antrieb durch die Dampfmaschine, dann die Geschwindigkeitssteigerung von Dampfmaschine und Pumpe, bessere Dampfkonomie der Maschine und Ersparniss an Anlage- und Betriebskosten ermöglicht.

Der weitere Fortschritt im Bau von Pumpmaschinen, der mit dem erwähnten unmittelbar zusammenhängt, liegt bei stehenden wie bei liegenden Maschinen in der richtigen Berücksichtigung und Beherrschung der Massenbewegungen, weiter aber auch in der Berücksichtigung der Formveränderungen, welche durch die Betriebskräfte einschliesslich der bewegten Massen hervorgerufen werden; ferner darin, dass die Maschinenteile nicht nur für bestimmte, nach statischen Berechnungen zulässige Beanspruchungen, sondern für den dynamischen Betriebszustand bemessen werden, und dass nur zulässige Formveränderungen in den Maschinenteilen und im ganzen Maschinenaufbau auftreten. Im Zusammenhang damit und mit den immer steigenden Forderungen steht die Rücksichtnahme auf die Genauigkeit der Maschine, die erforderlich ist, um richtige Beherrschung der Kräfte, insbesondere bei raschem Gange, zu ermöglichen. Da es sich um die Genauigkeit im Betriebe handelt, so müssen auch die Formveränderungen im Betriebe als massgebende Grössen beachtet werden. Das Bestreben, genau arbeitende Maschinen herzustellen, führt daher wieder auf das wichtige Gebiet der Formveränderungen als unvermeidliche Folgen der Kraftwirkungen und insbesondere auf die Formveränderung durch die Wärmeausdehnung einzelner Maschinenteile.

Die Ausrüstung der Maschinen mit vervollkommenen, selbstthätigen Armaturen zur Schmierung und Bedienung, zur Vervollkommnung und zugleich Vereinfachung des Betriebes ist ein Lebenselement aller grossen stehenden Maschinen, insbesondere der raschlaufenden. Wegen der grossen Bauhöhe solcher Maschinen ist die vollkommene Ausbildung der Betriebsausrüstung von besonderer Wichtigkeit.

Alle diese Grundsätze gelten für Maschinen und Pumpen jeder Art, sowohl stehender wie liegender Aufstellung, ihre Befolgung ist aber bei stehenden Maschinen schwieriger, und Verstösse dagegen sind bei ihnen folgenschwerer. Bei richtiger Bauart der stehenden Maschinen sind hingegen Vortheile gegenüber den liegenden erreichbar. Aus diesen Gründen ist die stehende Pumpenanordnung hier gesondert behandelt.

Die eigenthümliche Entwicklung der Pumpmaschinen für städtische Wasserwerke zeigt sich bei den stehenden Maschinen noch auffälliger als bei den liegenden.

Stehende Pumpmaschinen waren seit dem Beginn des Gross-Maschinenbetriebes bei Wasserwerken die Regel. Die englischen Vorbilder waren bis vor 3 Jahrzehnten nur Balanciermaschinen von leidlicher Güte, wenn die Leistungsfähigkeit des damaligen Maschinenbaues in Betracht gezogen wird; später wurden sie in schlecht verstandener Nachahmung der berühmten Cornwaller Wasserhaltungsmaschinen arg verschlechtert, und bei zahlreichen deutschen Wasserwerken bildeten die Hubmaschinen ohne Schwungrad mit Kataraktsteuerung die Regel. So waren noch in den 50er Jahren solche Maschinen bei den Wasserwerken ganz allgemein in Verwendung und noch in den 70er Jahren in Hamburg, Magdeburg, Leipzig, Breslau, Köln, Rostock u. s. w. in Betrieb. Die blinde Nachahmung englischer Vorbilder war bei den Wasserwerksmaschinen die Regel, und sie hat noch reichlich zwei Jahrzehnte angedauert, nachdem der deutsche Maschinenbau längst richtige Wege betreten hatte. Mit solchen Maschinen waren die nachtheiligen Folgen: unsicherer Betrieb wegen der fehlenden Hubbegrenzung, Unmöglichkeit, ohne Gefahr und ohne grosse Belastungsgewichte nennenswerthe Expansion des Dampfes zu erzielen, daher grosser Dampfverbrauch, unvermeidlich verbunden. Trotzdem wurden diese Maschinen für höherwerthig als liegende gehalten, und dies hat die selbständige Entwicklung des Baues von richtigen Wasserwerksmaschinen bei uns lange gehindert.

Das andere englische Vorbild war die Balanciermaschine mit stehendem Dampfzylinder am einen Ende und mit dem Triebwerk am anderen, dazwischen die Pumpen, die mit verringertem Hub vom Balancier aus angetrieben wurden. Das Streben nach Hubverkürzung und geringerer Kolbengeschwindigkeit war der Anlass zu solcher Bauart. Der fehlende starre Zusammenhang von Dampfmaschine und Pumpe war ihr unvermeidlicher Mangel, dazu die Unmöglichkeit, nennenswerthe Betriebsgeschwindigkeit zu erreichen. Ausserordentlich grosse Anlage- und Betriebskosten waren die weiteren Folgen. Auch diese Maschinenbauart hat das Auf-

kommen richtig gebauter Pumpmaschinen lange Zeit gehindert.

Gründlicher Wandel wurde erst in den 80er Jahren geschaffen. Indem die schon erwähnten Grundsätze berücksichtigt wurden: unmittelbare Uebertragung der Triebkräfte und unmittelbare Auffangung der Gegenkräfte im starren Maschinengestell, also nur in der Eisenkonstruktion, ohne Zuhilfenahme des Fundamentmauerwerks, Beherrschung der unvermeidlichen und Vermeidung der entbehrlichen Formveränderungen und richtige Beherrschung der Massenbewegung, konnte der Bau stehender Pumpmaschinen grosse Fortschritte machen. Manches Lehrgeld musste allerdings gezahlt werden, weil sich Fehler gegen diese Grundsätze gerade bei den stehenden Pumpmaschinen am empfindlichsten rächen und insbesondere die Beherrschung der Formveränderungen und Massenbewegungen genaue Berücksichtigung aller massgebenden Ursachen erfordert.

Mehrere Wasserwerke, die von früher her mit überlieferten mangelhaften Maschinen nach englischen Vorbildern ausgestattet waren, haben sich rasch die Fortschritte des modernen Maschinenbaues angeeignet, sind jedoch bei den stehenden Pumpmaschinen verblieben, die wegen leichter Beherrschung der Saughöhe, geringerer Fundirungsschwierigkeiten, geringeren Raum-, Fundament- und Gebäudebedarfs grosse Vorzüge bieten und meist auch in der Gesamtanlage weniger kosten als liegende Maschinen.

Die richtige Beherrschung der Saugverhältnisse ist in den meisten Fällen das für die Wahl stehender Maschinen entscheidende Moment. Bei grossen Saughöhen und liegender Maschinenanordnung bleibt keine andere Wahl, als entweder die ganze Dampfmaschine und Pumpe auf die erforderliche Tieflage zu bringen, was bei grossen Maschinen an den Fundirungsschwierigkeiten scheitert, oder zwischen der hochliegenden Maschine und der tiefliegenden Pumpe eine Zwischenübersetzung einzuschalten, die unter allen Umständen zu umständlicher Anordnung und geringer Uebersichtlichkeit führt und die Erreichung hoher Betriebsgeschwindigkeiten erschwert. Die naturgemässe Tieflage der Pumpe, welche ohne grosse Fundirungsschwierigkeiten auf die richtige Saughöhe gestellt werden kann, und die natürliche Höhenlage der Dampfmaschine sind Vortheile, die in vielen Fällen allein schon zu gunsten der stehenden Maschinen entscheiden. Wenn berücksichtigt wird, dass bei Grundwasserversorgung, die künftig für städtische Wasserleitungen doch die Regel bilden wird, die Saughöhe in der Regel oder wenigstens zeitweilig und insbesondere bei wachsendem Bedarf grösser sein wird als voraus angenommen, so kann zweckmässigerweise nur angestrebt werden, die Pumpen von vornherein möglichst tief zu stellen. Die stehende Anordnung ist der einfachste Weg hierzu.

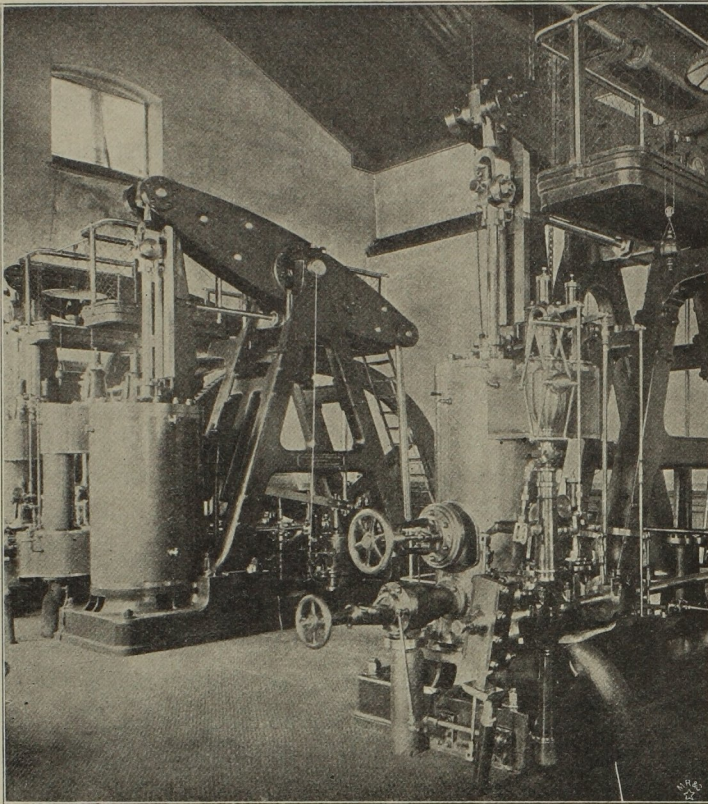


Abb. 203. Gesamtbild der Antriebsdampfmaschine.

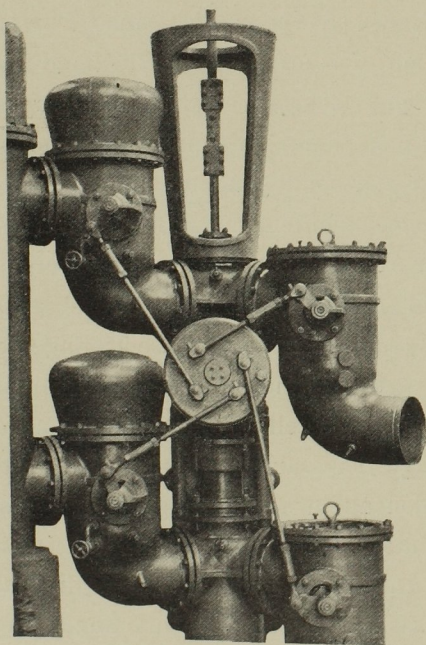


Abb. 204. Seitenansicht der Pumpensteuerung.

Wasserwerks-Pumpen der Stadt Leipzig in Naunhof.

So sind u. a. die Wasserwerke in Leipzig und Hamburg mit richtigen Maschinen ausgestattet worden, die nicht nur zu den eigenartigsten, sondern auch zu den besten ihrer Art gehören. Kopenhagen, Dresden, Breslau und andere Städte haben ebenfalls in wenigen Jahren solche neue Maschinen erhalten.

Vom betriebstechnischen Standpunkte wird die Pumpmaschine mit stehender Dampfmaschine und direkt angetriebener stehender Pumpe in vielen Fällen Vortheile bringen; es wird auch die Gesamtanlage, wenn Fundament und Gebäude mitgerechnet werden, mit solchen stehenden Maschinen billiger ausfallen.

Die stehenden Pumpmaschinen, als Balanciermaschinen gebaut, bildeten bisher die Regel, obwohl sie infolge des nothwendigen Zwischengliedes kostspieliger sind. Balanciermaschinen gestatten, alle Vortheile raschlaufender Maschinen auszunutzen, und können bei richtiger Massenausgleichung allen Anforderungen entsprechend gebaut werden. Voraussetzung ist jedoch, dass die stehenden Pumpen unmittelbar durch die verlängerten Kolbenstangen der Dampfmaschine angetrieben, die Dampfzylinder auf Trägern gelagert werden und der Maschinenrahmen starr mit der Pumpe verbunden wird, und dass die Pumpe selbst hinsichtlich Ventil- und Massenbewegung den Anforderungen für raschen Gang genügt. Solche Balancieranordnung hat dann vor anderen stehenden Anordnungen den Vorzug, dass das Triebwerk auf der zweiten Balancierseite frei zugänglich ist.

Die Wasserwerksmaschinen für das Leipziger Wasserwerk, von Baurath Thiem gebaut, sind für die weitere Ausbildung dieser Maschinen vorbildlich gewesen. Die Einzelheiten darüber sind in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1890, veröffentlicht.

Abb. 203 giebt ein Bild der Antriebsmaschine, Abb. 204 der doppelwirkenden Pumpe und ihrer Steuerung und der Anordnung der Hilfswindkessel. Die einzelnen Pumpenseiten münden in einen stehenden Zwischenwindkessel, von dem aus ein gemeinsames Druckrohr zum gemeinsamen Windkessel für die Gesamtanlage abzweigt.

Seither sind in ähnlicher Bauart viele Wasserwerksmaschinen ausgeführt worden. Der wesentliche Fortschritt ist die Ausführung von Differenzialpumpen anstelle der, insbesondere in den Rohrleitungen unständlichen doppelwirkenden Pumpen; die Zahl der Ventile und der Steuerungsorgane wird auf die Hälfte vermindert, und alle Theile werden besser zugänglich als bei doppelwirkenden Pumpen.

Nach dem Vorbilde der Leipziger Maschinen wurden u. a. ausgeführt:

die neuen Wasserwerkmaschinen für die städtische Wasserleitung in Riga, gebaut von der Rigaer Maschinenfabrik vorm. Felser & Co. in Riga.

Minutl. 6 cbm auf 59 m bei 60 Umdr. 2 Pumpen von 298 und 238 mm Plungerdchm., 760 mm Hub, Dampfmaschine von 330 und 550 mm Cyl.-Dchm.

Abb. 211 und 212 zeigen die Anordnung der Maschinen und Pumpen und des Hauptwindkessels,

Abb. 208 und 209 die Antriebsdampfmaschine mit Corliss-Steuerung,

Abb. 210 die Druck-Differenzialpumpe und Abb. 207 die äussere Steuerung der Pumpe.

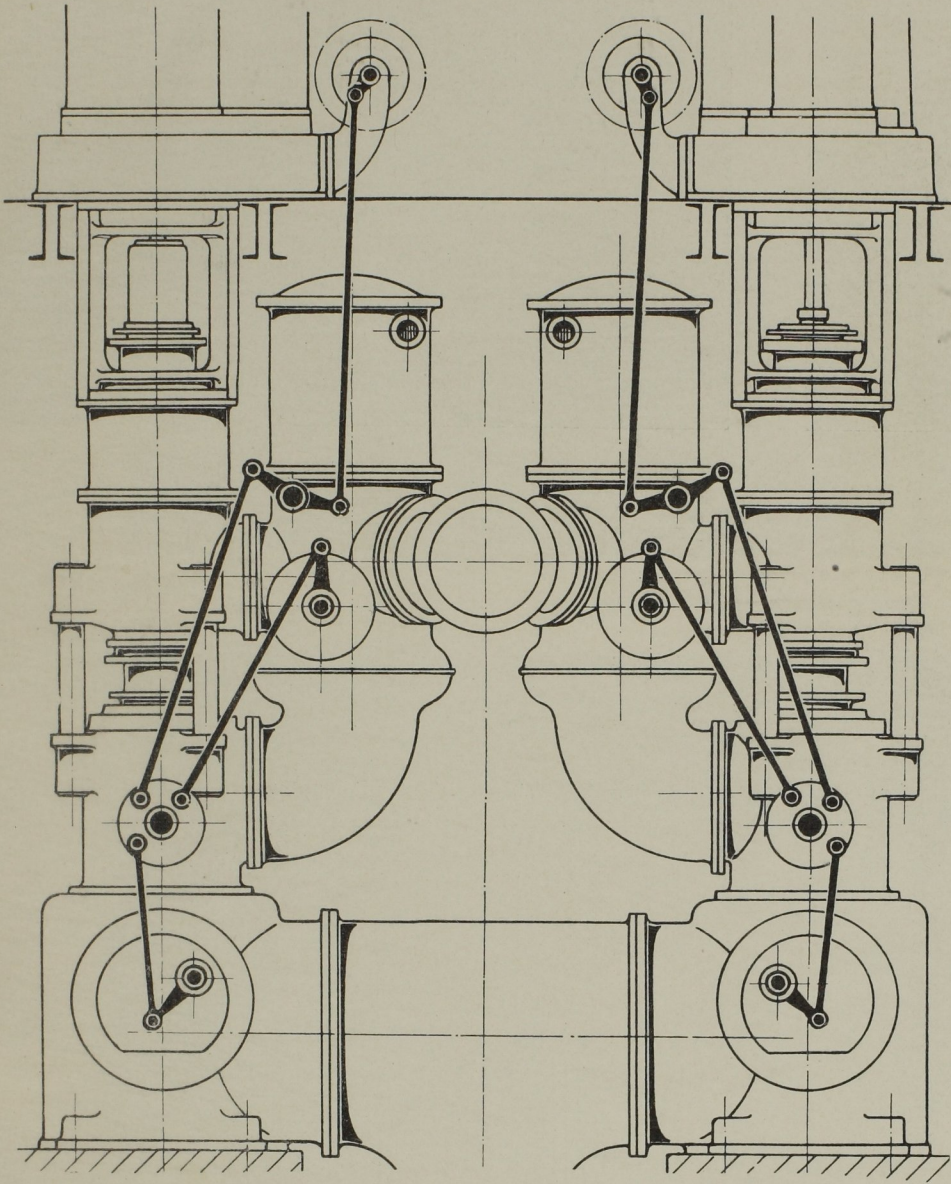


Abb. 205. Seitenansicht der Zwillings-Differenzialpumpe. Masst. 1:50.

Wasserwerkmaschine der Stadt Hamburg.

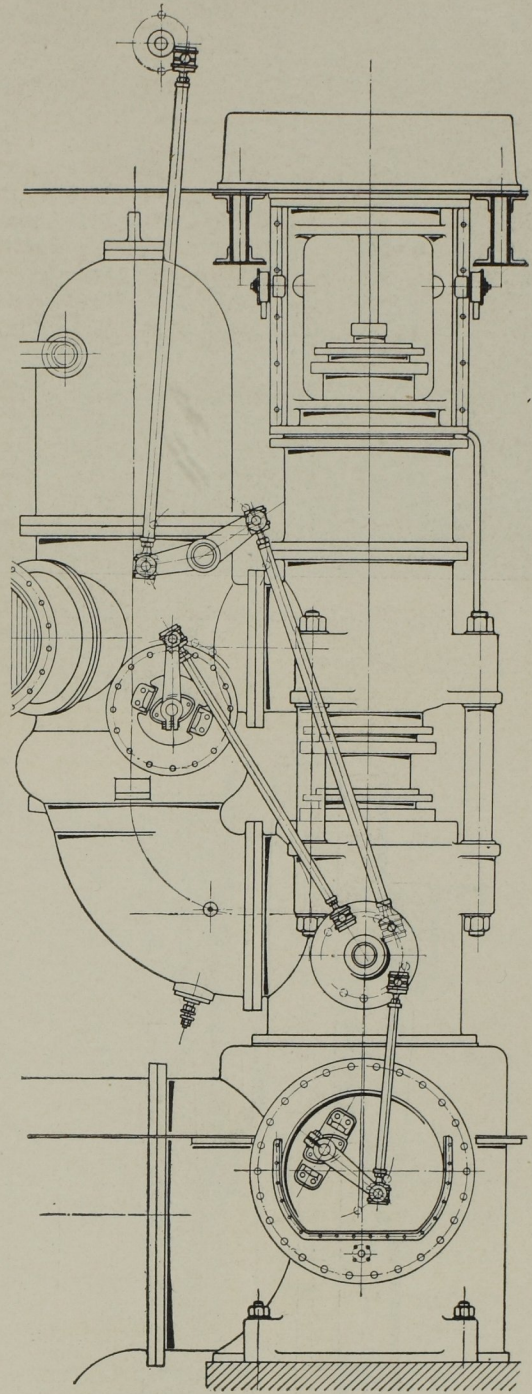


Abb. 206. Steuerung einer Pumpe. Masst. 1:50.

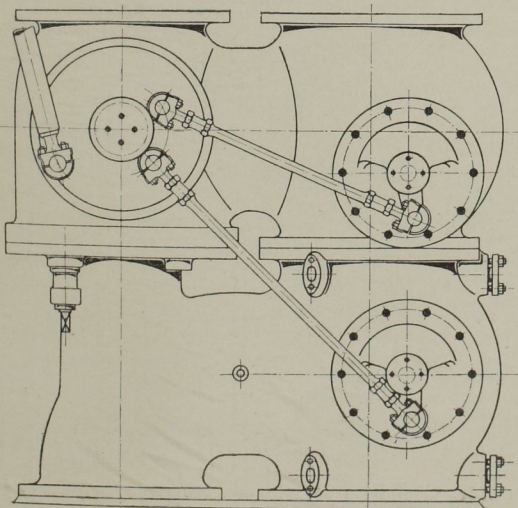


Abb. 207. Seitenansicht der Pumpensteuerung. Masst. 1:25.
Wasserwerk der Stadt Riga.

Die Pumpen zeigen eine Vereinfachung der Konstruktion. Die Ventilkasten für die Saug- und Druckventile liegen übereinander und seitlich davon ist der Pumpenkolben mit Stopfbüchse angebracht. Die letztere liegt innen, kann aber von aussen durch Schrauben angezogen werden. Ueber der Stopfbüchse des Gegenplungers ist ein zweitheiliges Verbindungsstück aufgebaut, welches die Verbindung mit dem Maschinenrahmen herstellt. Das Verbindungsstück kann auf Rollen seitwärts weggefahren werden, um die Stopfbüchse freizulegen oder den Kolben auszubauen. Die Ventile und Sitze sind von oben zugänglich. Die Krahnkette kann in der Pumpenachse herabgelassen und die Theile hochgezogen werden.

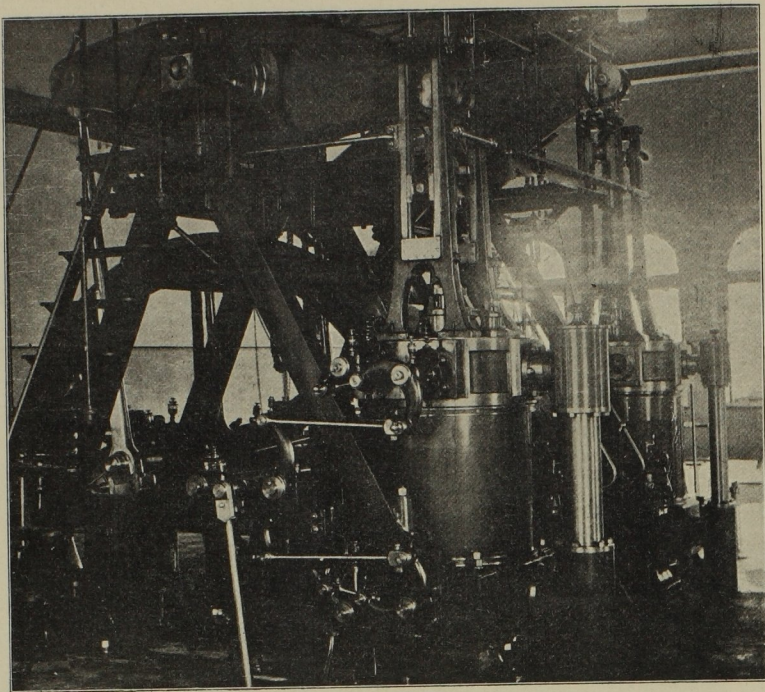


Abb. 208. Gesamtbild der Antriebsdampfmaschine.

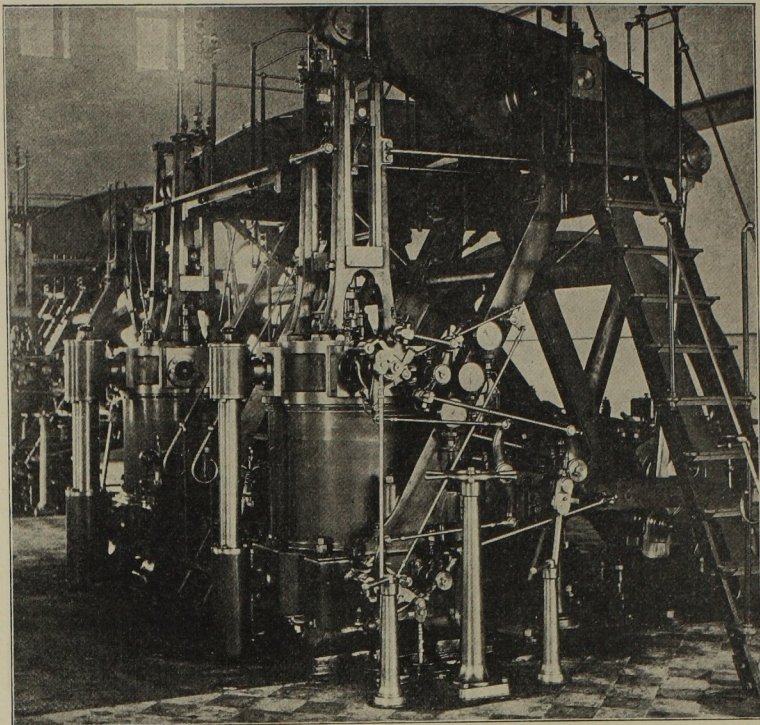


Abb. 209. Gesamtbild der Antriebsdampfmaschine.

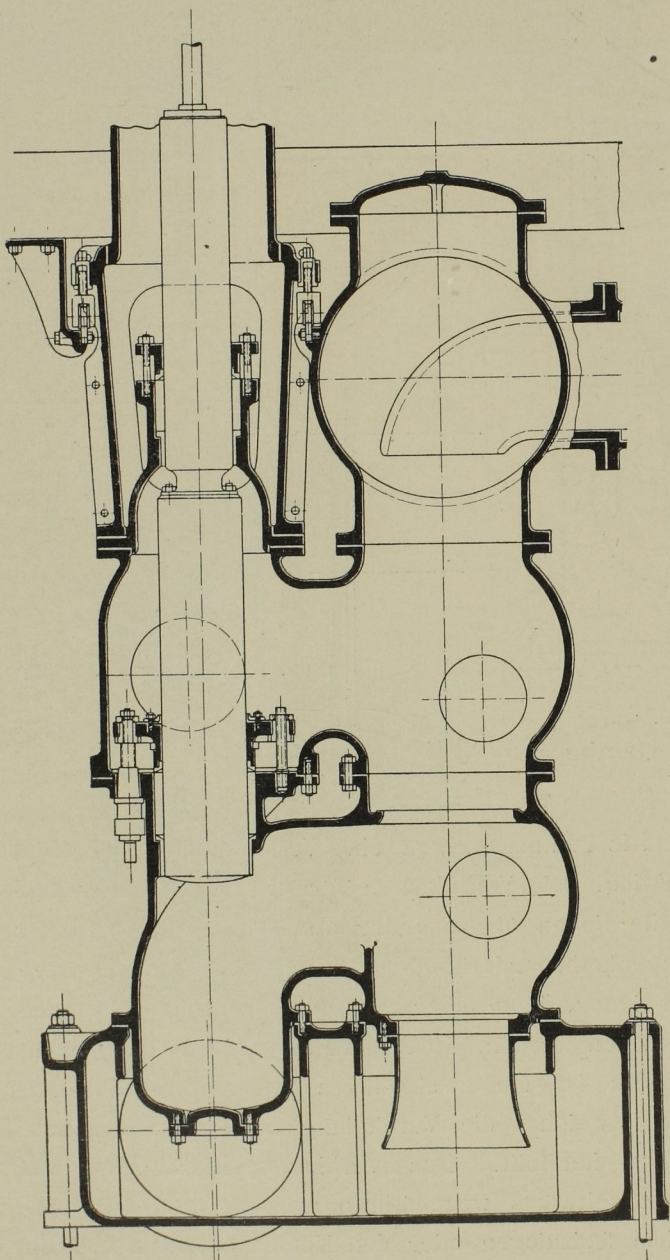


Abb. 210. Längsschnitt durch die Pumpe. Masst. 1:25.

Abb. 212. Seitenansicht der Pumpmaschine und Rohrleitung.
Masst. 1:250.

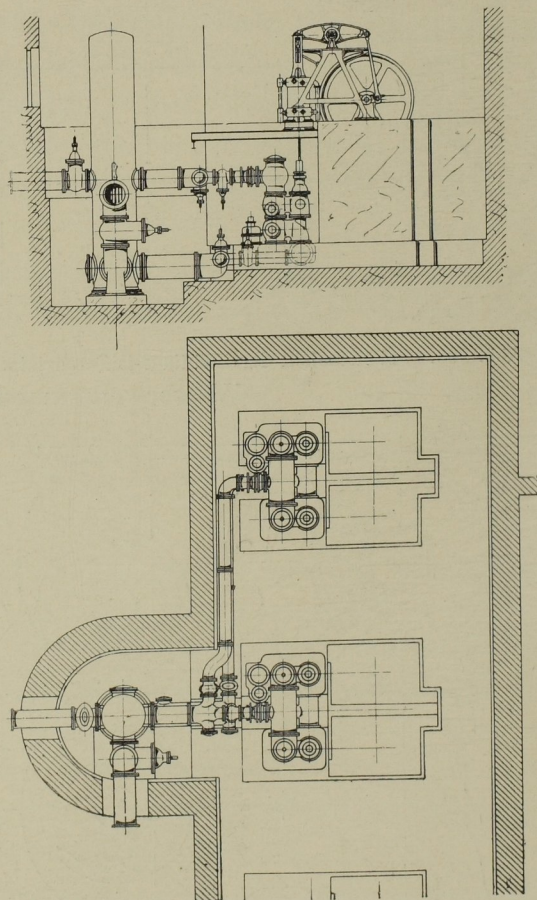


Abb. 211. Grundriss der Anlage. Rohrplan. Masst. 1:250.

Stehende Wasserwerks-Pumpen der Stadt Riga, gebaut von der Rigaer Maschinenfabrik vorm. Felsler & Co.

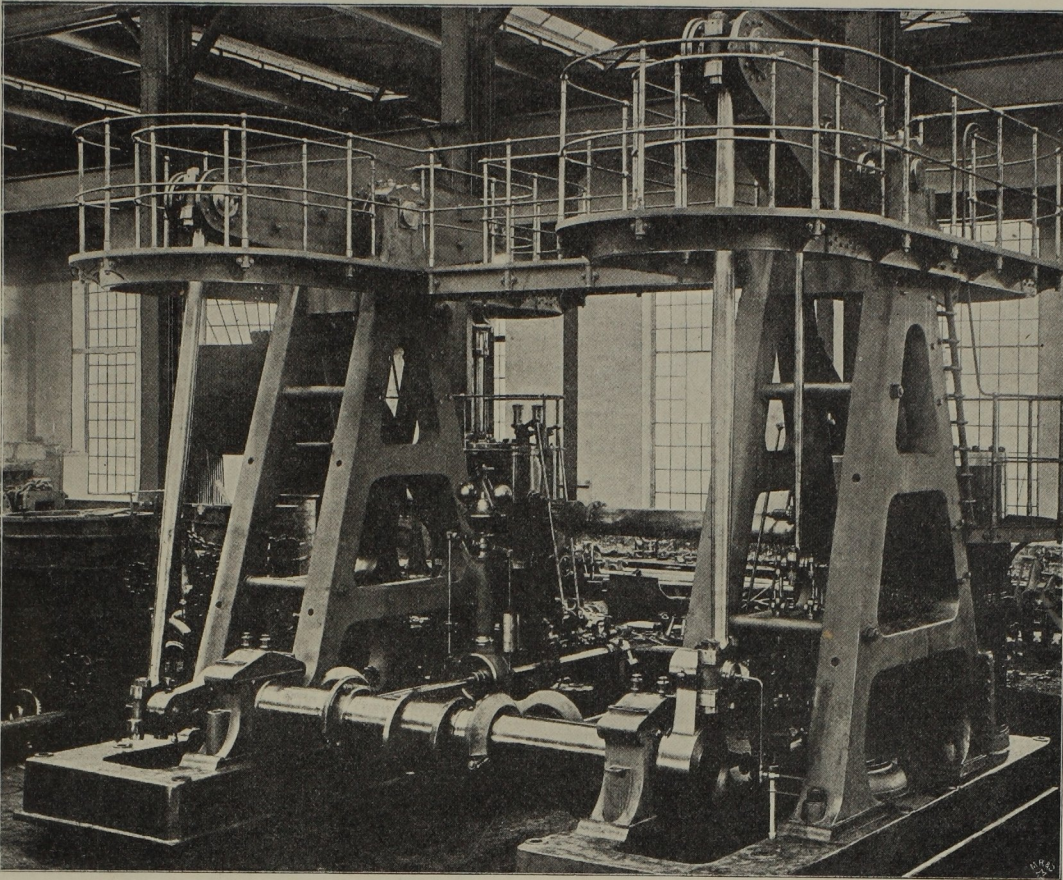


Abb. 213. Gesamtbild der Antriebsdampfmaschine.

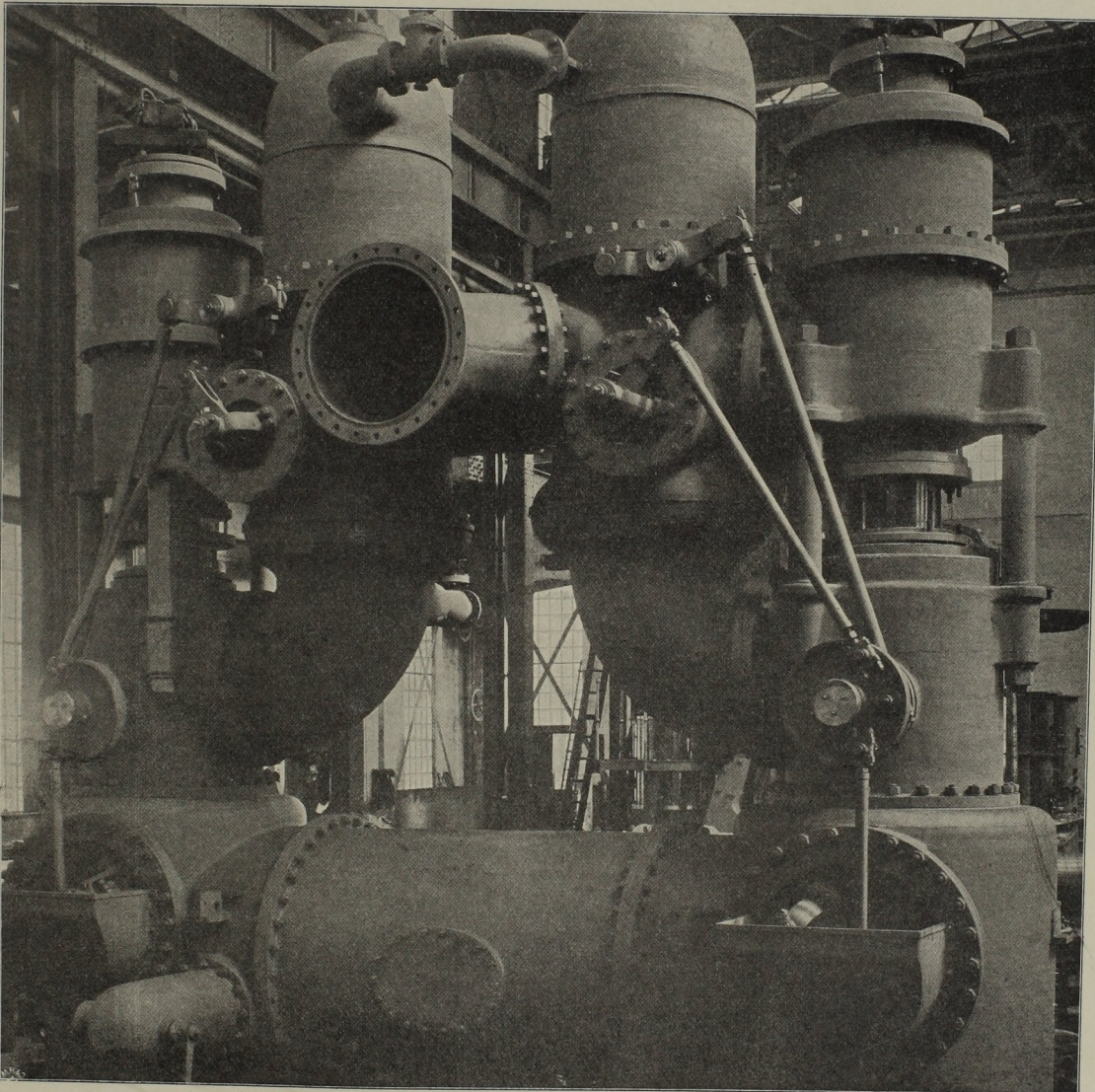


Abb. 214. Gesamtbild der Differenzialpumpen und ihrer Steuerung.
Wasserwerksmaschine der Stadt Hamburg, gebaut von der Gutehoffnungshütte in Sterkrade.

Abb. 205 zeigt den ersten Entwurf der stehenden Zwillings-Druckpumpe des Wasserwerks Hamburg - Rothenburgsort, Abb. 206 u. 214 die tatsächliche Ausführung durch die Gutehoffnungshütte in Sterkrade.

Minutl. Leistung 22 cbm bei 50 Umdr., 2 stehende Differenzialpumpen von 495 u. 400 mm Plungerdchm., 1200 mm Hub. Stehende Verbund-Dampfmaschine von 600 u. 1000 mm Cyl.-Dchm.

Abb. 213 gibt das Gesamtbild der Antriebsmaschine.

Auch bei dieser Maschine sind Differenzialpumpen anstelle von doppeltwirkenden ausgeführt, jedoch das Saugventil unter den Pumpenkolben, das Druckventil neben diesen gelegt. Die mittleren Stopfbüchsen sind doppelt ausgeführt und von aussen zugänglich. Die Steuerung der tiefliegenden Pumpen wird von der Steuerwelle der Dampfmaschine durch eine Stirnkurbel abgeleitet, vermittelt eines Zwischenhebels auf eine Steuerscheibe oberhalb des Saugventils und von dort auf die beiden Ventile übertragen.

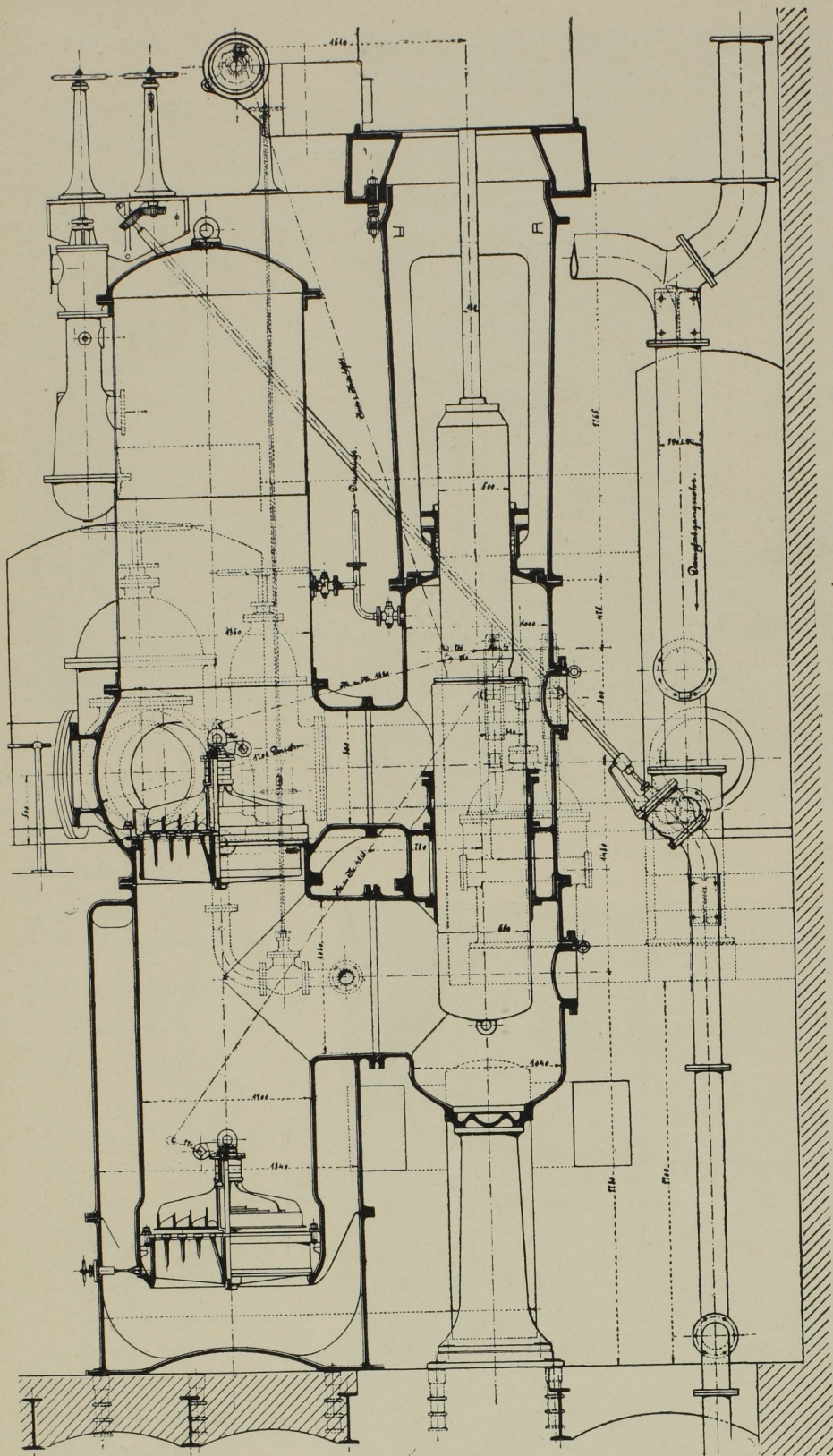


Abb. 215. Schnitt durch die Differenzial-Druckpumpe. Massst. 1 : 50.

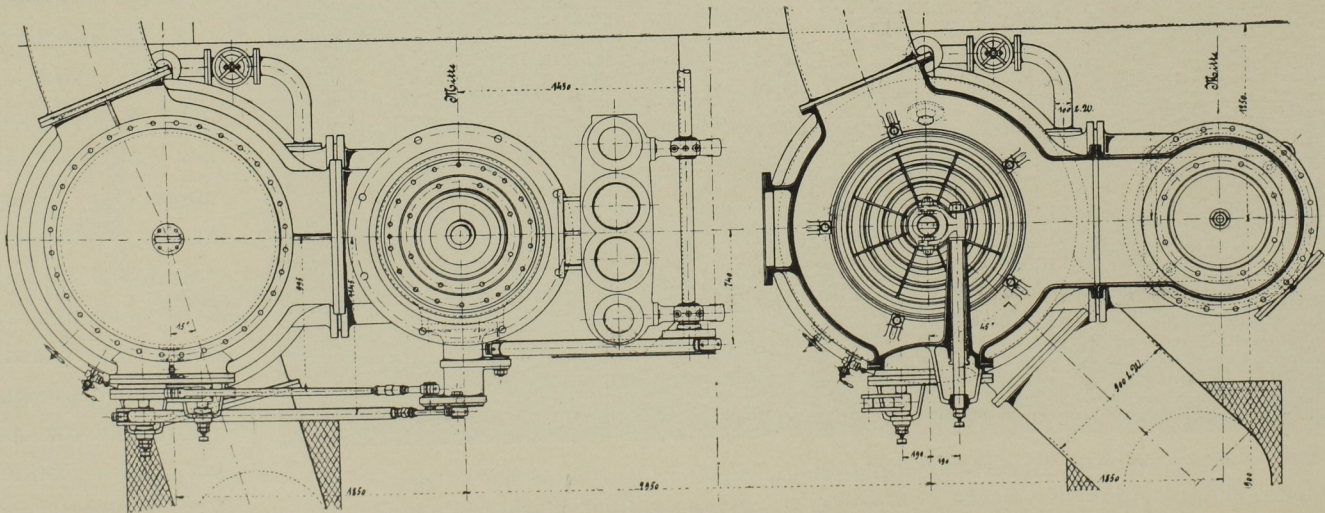
Abb. 216. Grundriss und Schnitt der Pumpen. Massst. 1 : 45.
Pumpmaschine des Wasserwerks Breslau, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Abb. 215—220: Wasserwerks-Pumpe für die Stadt Breslau, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Minutl. Leistung bei 40—54 Umdrehungen 30—40 cbm auf 40 m Widerstandshöhe.

Zwei Differenzialpumpen von 650 und 500 Kolbendchm., 1200 Hub; stehende Verbunddampfmaschine von 810 Hochdruck-, 1150 Niederdruck-Cyl.-Dchm.

Abb. 219 und 220: Antriebsdampfmaschine mit Ventilsteuerung.

Abb. 218: Allgemeine Anordnung der Pumpen und ihrer Steuerung.

Abb. 217: Einzelheiten zum Steuerungsantrieb.

Abb. 215 und 216: Anordnung der Druckpumpe.

Für die Aufstellung und den Bau dieser Maschinen waren folgende Verhältnisse massgebend:

Im Wasserturm des alten Wasserwerks waren zwei Abtheilungen durch die alten Balanciermaschinen von Wöhlert, eine durch eine alte stehende Maschine von Ruffer in Anspruch genommen. In die vierte noch freie Abtheilung musste die neue Pumpmaschine eingebaut werden. Der beschränkte Raum liess nur stehende Anordnung zu. Die Bauart wurde so gewählt, dass alle Kräfte in der Maschine geschlossen sind, dass die Druckpumpe unmittelbar durch die verlängerte Kolbenstange der Dampfmaschine angetrieben wird und das Triebwerk der Dampfmaschine oben liegt.

Saugleitung und Anschluss an die vorhandenen 824 mm weiten Druckleitungen bereiteten wegen der beschränkten Oertlichkeit einige Schwierigkeiten. Veränderungen in den Umfassungsmauern waren unzulässig.

Das anzusaugende Wasser war den Reinwasserbehältern zu entnehmen, deren Zufluss-

röhren vorhanden waren. Die Aufstellung musste so getroffen werden, dass trotz der beschränkten Räumlichkeit der Reinwassersumpf mit den vorhandenen Zuflussröhren in Verbindung gebracht wurde. Ausserdem war die vorhandene Saugleitung der alten Filterpumpen zu berücksichtigen.

erschien bei den grossen Abmessungen bedenklich. Es wurde deshalb centrische unmittelbare Berührung der Eisenkonstruktion hergestellt, aber in die Verschraubung eine Federverbindung eingeschaltet, welche einige Nachgiebigkeit ermöglicht.

Die Dichtung des grossen Pumpenkolbens wurde innenliegend angebracht und ohne Stopfbüchse, nur durch einen genau hergestellten auswechselbaren Einsatzcylinder bewirkt. Ausserdem ist eine Hilfsdichtung vorgesehen. Die Steuerung der Pumpenventile wird von der Welle der Dampfmaschinensteuerung nach abwärts

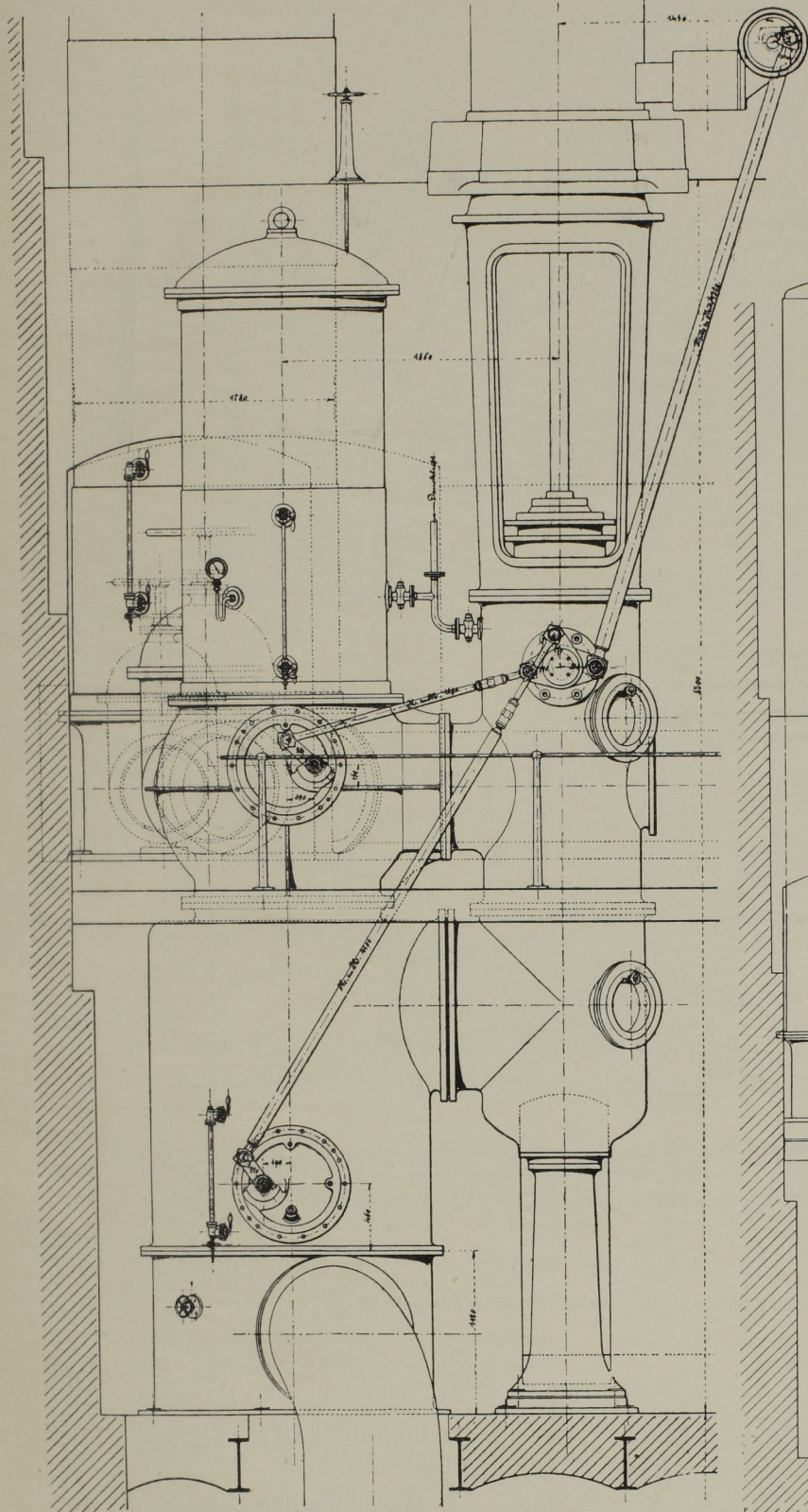


Abb. 217. Steuerungsantrieb. Massst. 1:45.

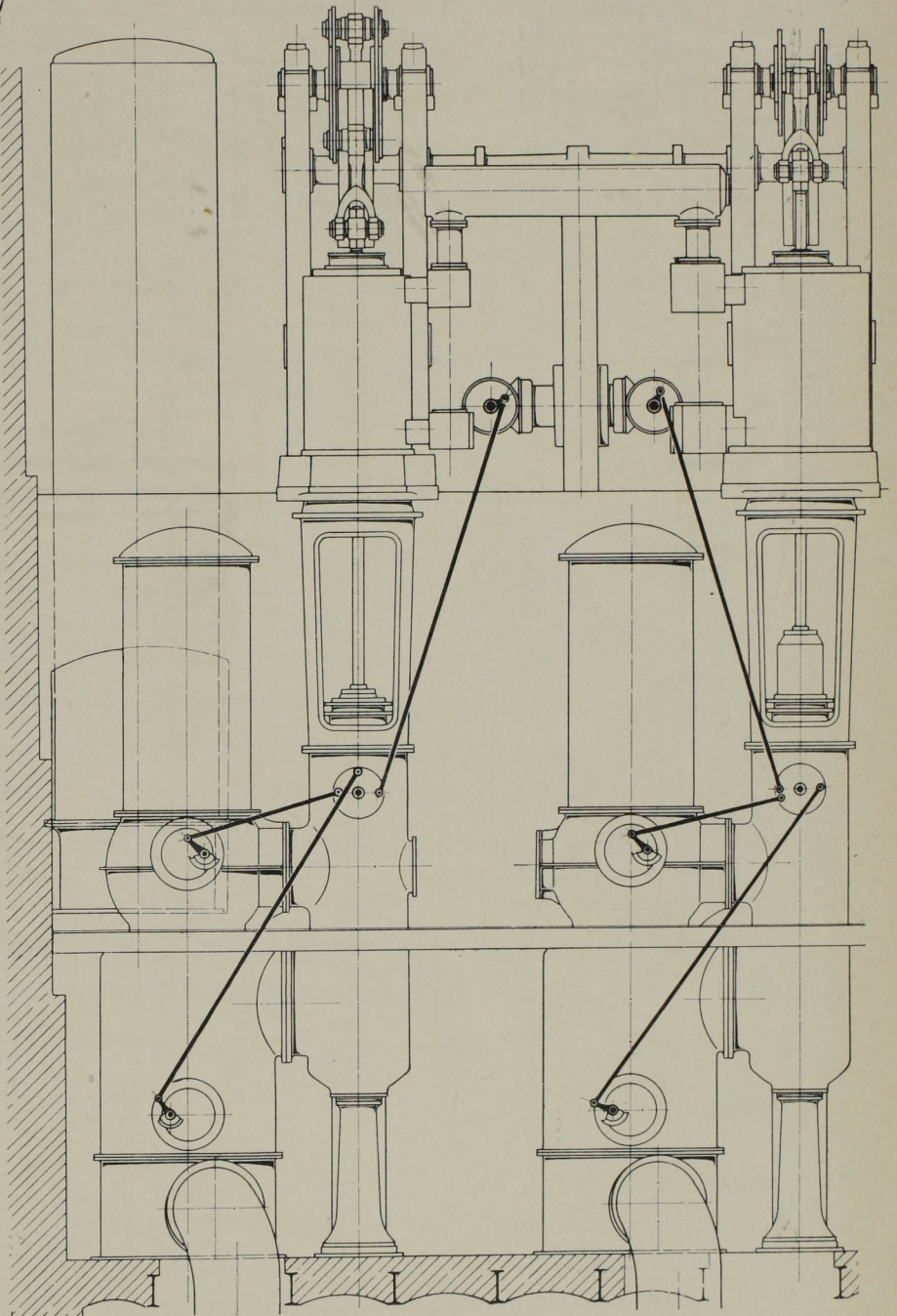


Abb. 218. Anordnung der Pumpe und ihrer Steuerung. Massst. 1:75.

Druckpumpen des Wasserwerks Breslau, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

sichtigen, welche nicht verlegt werden durfte. Der Reinwassersumpf musste unmittelbar unter den Druckpumpen hergestellt werden, um genügenden Wasservorrath durch seitliche Vergrösserung zu schaffen. Jede Druckpumpe musste ein besonderes Saugrohr erhalten.

Die starre Verbindung mit den Dampfzylindern

übertragen. Die Uebertragung auf die Ventilspindel erfolgt durch Kniehebel. Alle Steuerungsgestänge sind bei der grossen Länge als Rohrgestänge ausgeführt.

Die alten Wöhlertschen Cornwall-Maschinen mit einfachwirkenden Pumpen machten im Mittel 5,8 Hübe in der Minute und arbeiteten bei 5,3 m Förderhöhe der

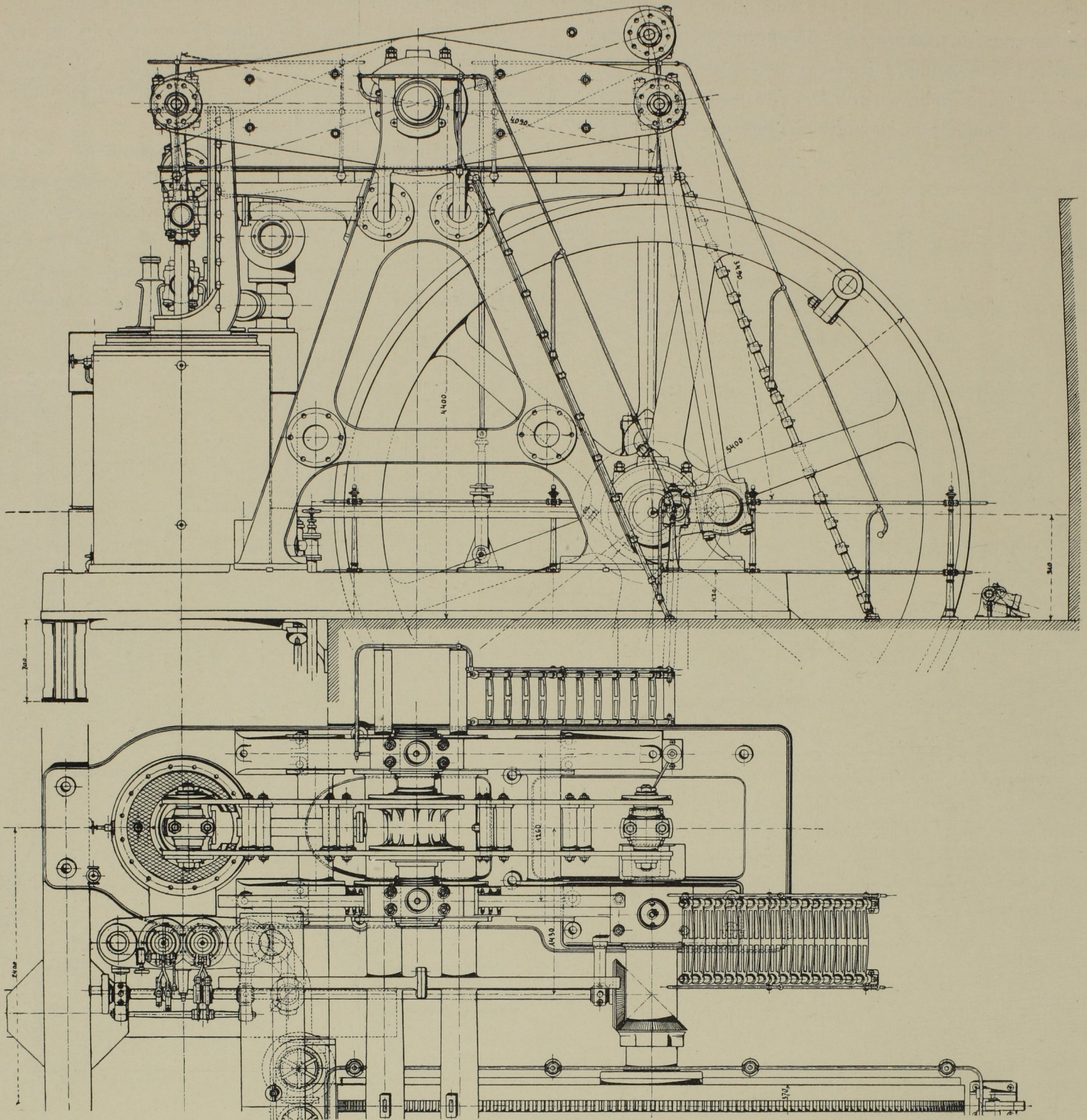


Abb. 219. Seitenansicht und Grundriss der Dampfmaschine.

Wasserwerksmaschine der Stadt Breslau, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Filterpumpen, 40,1 m Förderhöhe der Druckpumpen mit einem Dampfverbrauch von 15,05 kg auf die Stunde und Pferdekraft.

Die später aufgestellte Verbunddampfmaschine von Ruffer in Breslau mit doppeltwirkenden Pumpen ergab bei 11,25 Hüben minutlich und 4,8 bzw. 40 m Förderhöhe einen Dampfverbrauch von 12,8 kg.

Die neue Maschine der Sächsischen Maschinenfabrik ergab bei den Abnahmeversuchen eine Leistung von 31,43 mt mit 1 kg Dampf von 5,5 Atm. Spannung, auf die Stundenpferdekraft bezogen also einen Dampfverbrauch von 8,6 kg.

Abb. 221—228: Wasserwerksmaschine zu Dresden-Tolkewitz, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik, Chemnitz.

Normale Leistung: 14 cbm minutlich auf 70 m Höhe bei 40 Umdrehungen. 2 einfachwirkende Pumpen von 440 mm Plungerdchm., 1200 mm Hub. Dampfmaschine von 570 und 900 mm Cyl.-Dchm.

Die Kurbeln der Dampfmaschine sind unter 180° gegeneinander versetzt, sodass das Ganze ein doppeltwirkendes System bildet.

Die auf- und niedergehenden Gewichte sind durch den zu überwindenden Wasserdruck ausgeglichen.

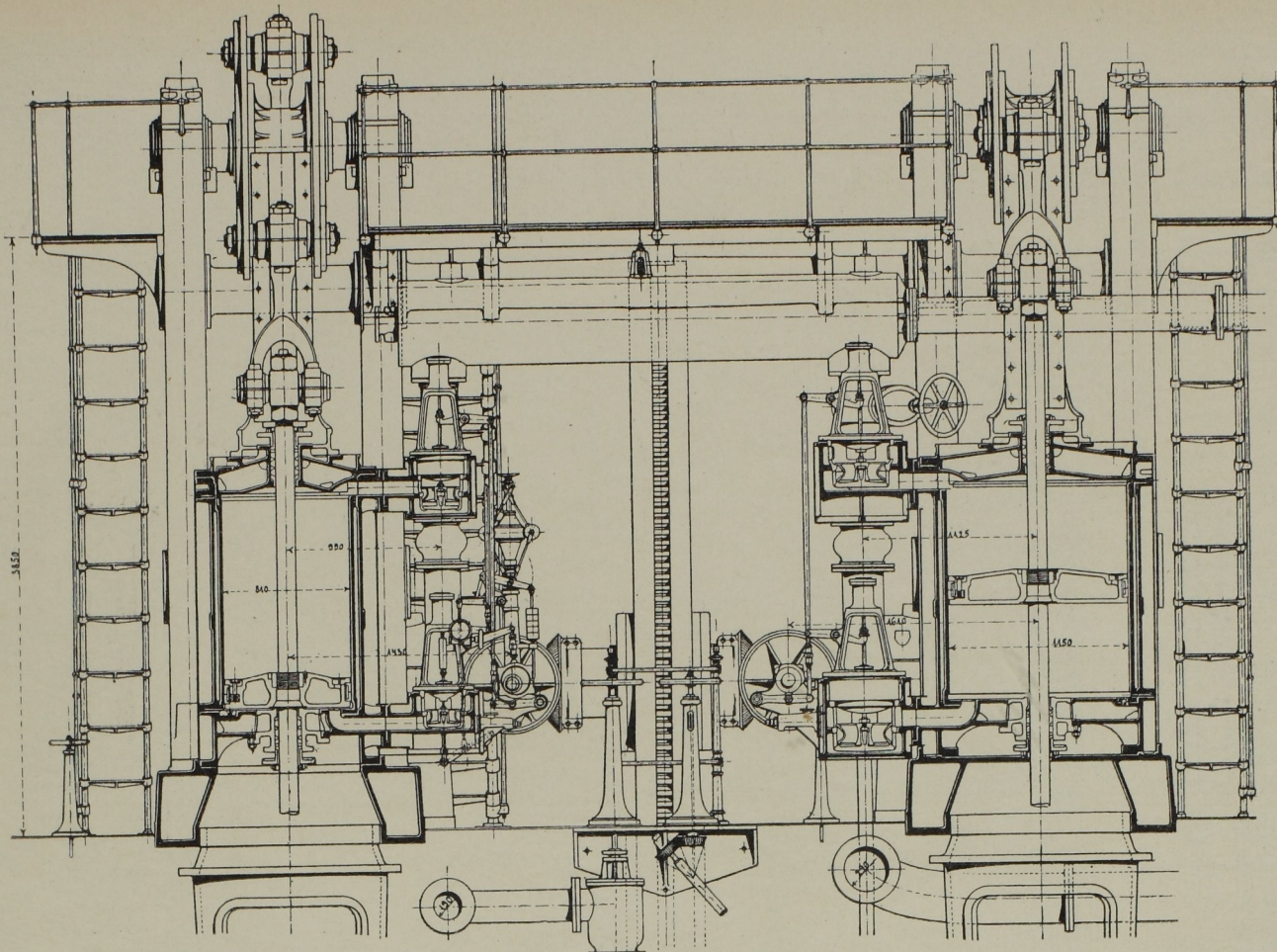


Abb. 220. Schnitt durch die Antriebs-Dampfmaschine. Massst 1:45.

Wasserwerksmaschine der Stadt Breslau.

Die Umdrehungszahl der Pumpmaschine wird von Hand durch Verstellung des Füllungsgrades und Einstellung des Regulators verändert.

Der Dampfmaschinenrahmen ist mit den wegen der grossen Saughöhe tiefliegenden Druckpumpen durch gusseiserne Cylinder und 4 kräftige Zugstangen starr verbunden.

Da das Uebertragungsgestänge grosse Länge besitzt, ist in die Verbindung eine Kreuzkopfführung eingeschaltet.

Garantirt ist eine Leistung von normal $29\frac{1}{3}$ mt auf 1 kg Dampf.

Die fertige Wasserwerksanlage umfasst 3 Pumpmaschinen; davon sind bisher zwei aufgestellt.

Abb. 223, 226 und 227 zeigen die Antriebs-Dampfmaschinen mit Ventilsteuerung. Sie sind gegenüber den Leipziger Maschinen im Aufbau der Ständer, Anbringung der Gallerien und in mehreren Einzelheiten wesentlich verbessert.

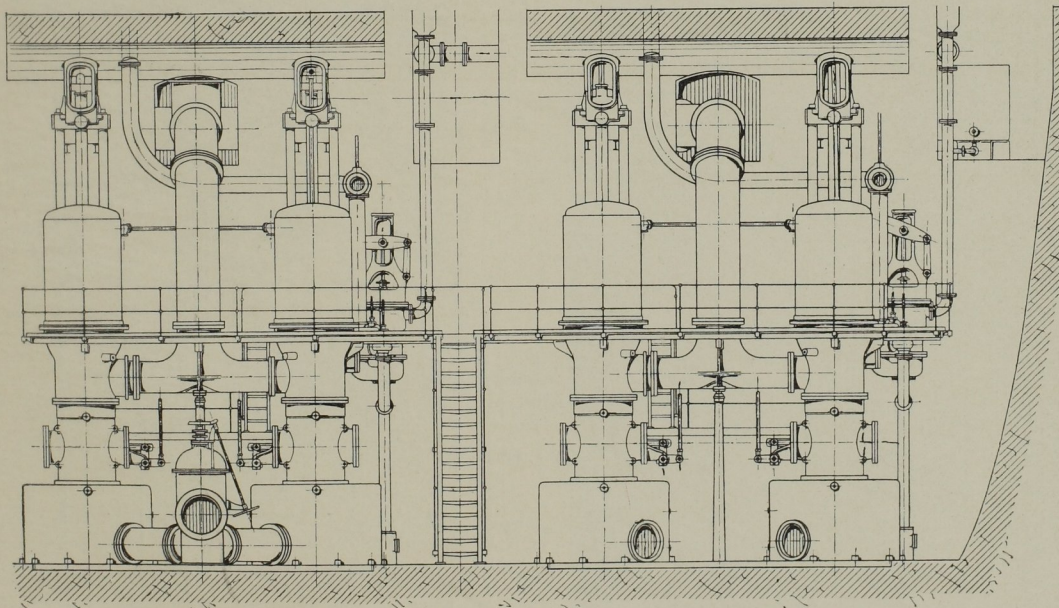


Abb. 221. Vorderansicht der Druckpumpen. Massst. 1:120.

Pumpmaschinen des neuen Dresdener Wasserwerks in Tolkwitz, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

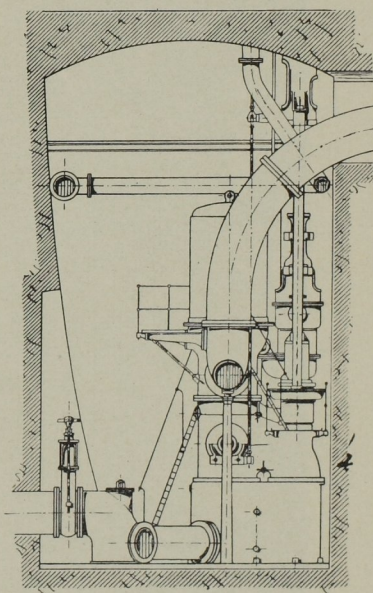


Abb. 222. Seitenansicht der Druckpumpe.

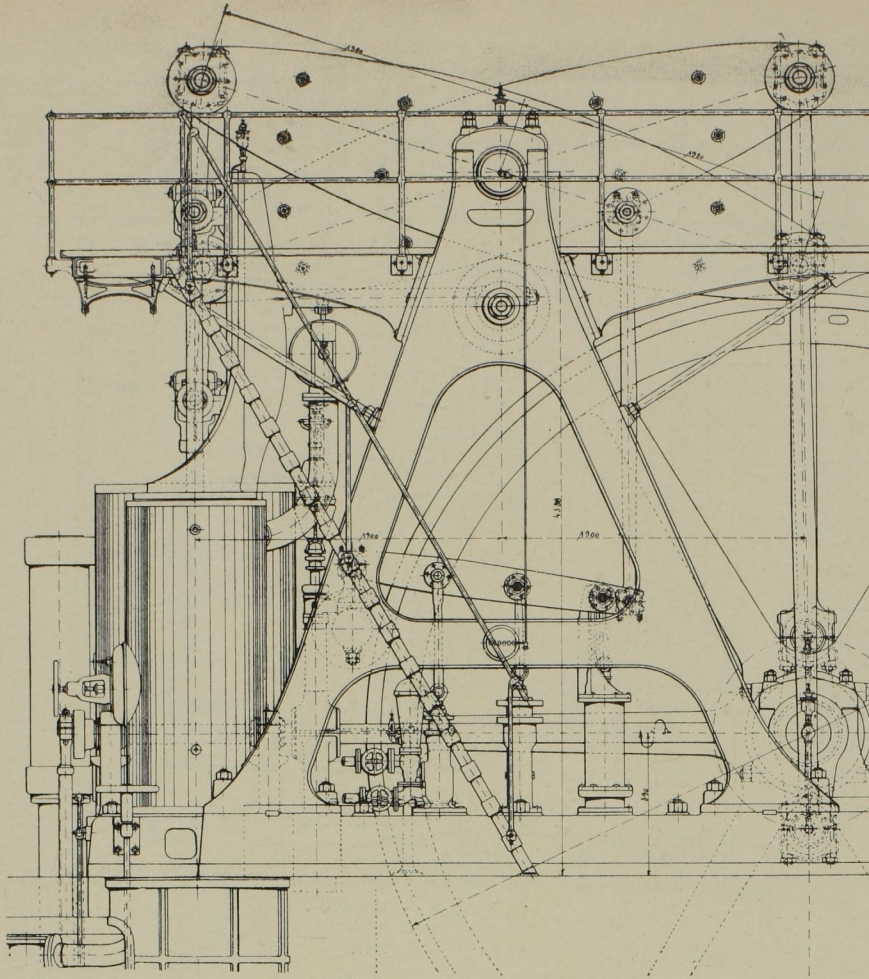


Abb. 223. Antriebs-Dampfmaschine. Massst. 1:45.

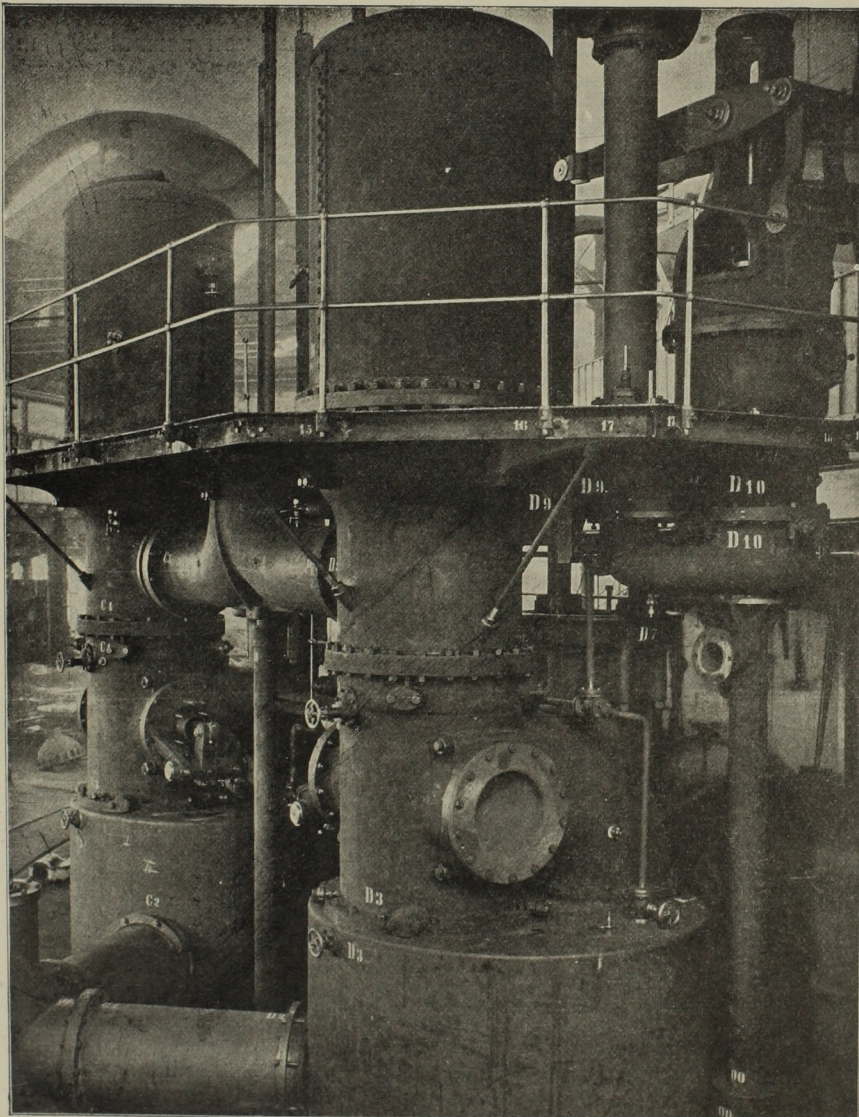


Abb. 224. Gesamtbild der Druckpumpen.

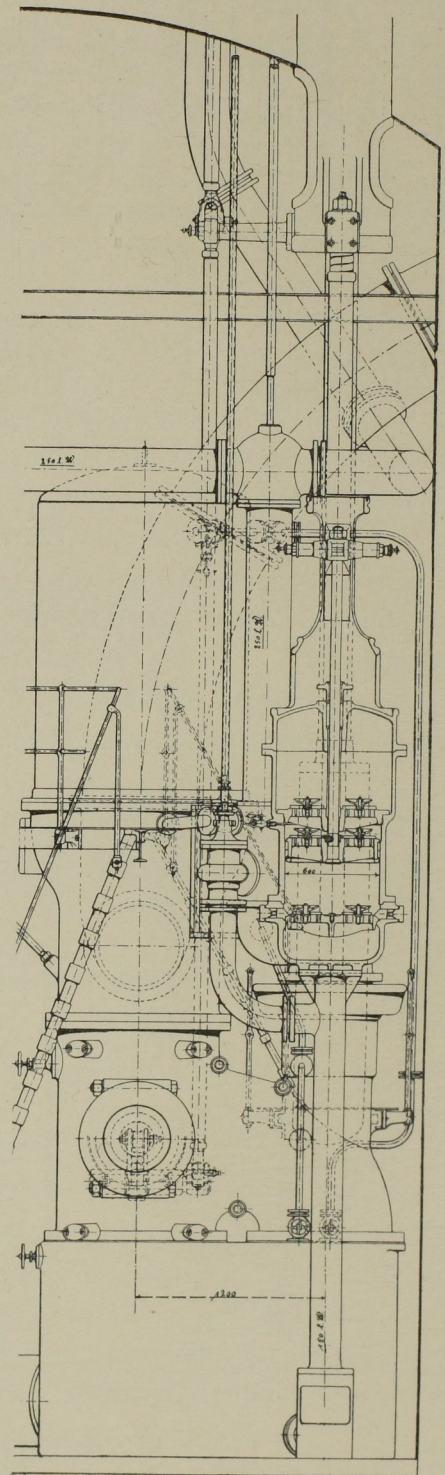


Abb. 225. Seitenansicht der Druckpumpe und Luftpumpe.

Abb. 221, 224 und 225 zeigen die Anordnung und die Einzelheiten der Druckpumpen.

Die Ventilkasten liegen vor den Pumpen. Sie sind auf den Saugwindkessel aufgebaut. Saug- und Druckventile sind über einander angeordnet. Die Steuerung erfolgt von seitwärts, und zwar durch einen Verdrängerkolben mit innenliegenden Uebertragungshebeln auf das direkt gesteuerte Saugventil und das indirekt gesteuerte Druckventil.

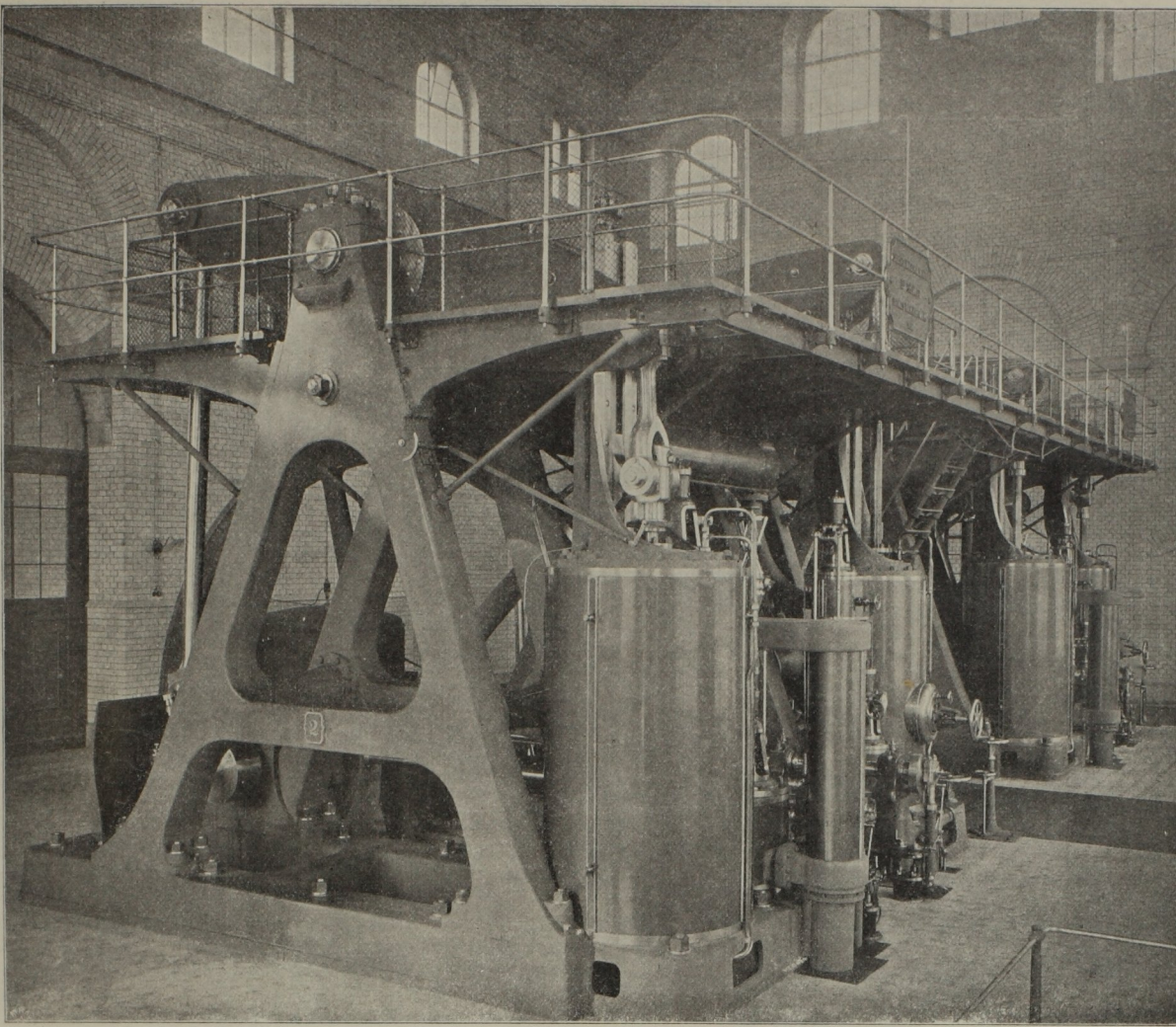


Abb. 226. Anordnung der Antriebs-Dampfmaschinen.

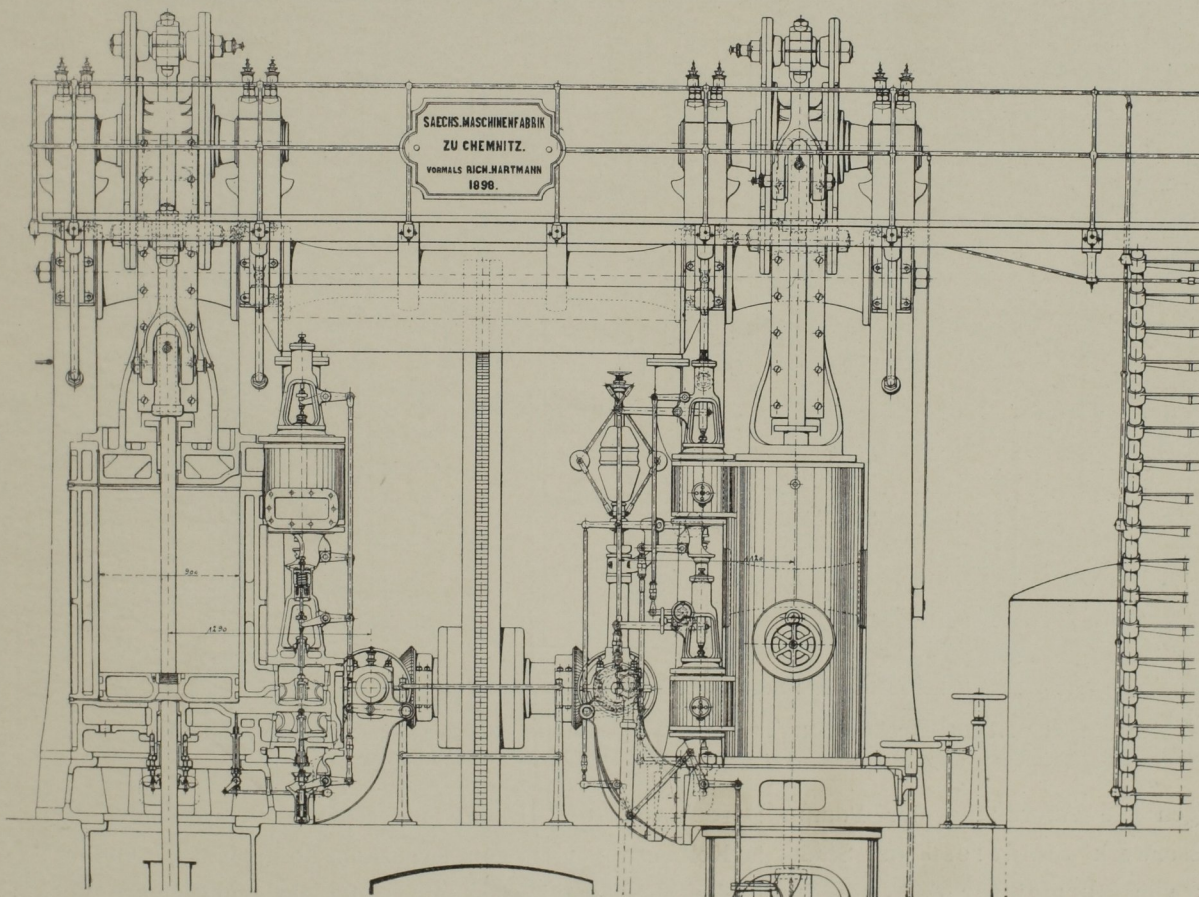


Abb. 227. Seitenansicht und Schnitt der Dampfmaschine. Massst. 1:45.

Pumpmaschinen des Dresdener Wasserwerks in Tolkwitz,
gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Der Antrieb der Steuerung (Abb. 228) erfolgt durch ein Rohrgestänge von der Steuerungswelle der Dampfmaschine aus, an deren Ende eine Stirnkurbel aufgesetzt ist.

Auch bei dieser Pumpe liegt die Hauptstopfbüchse innen, kann aber von aussen nachgezogen werden.

Die Anordnung der beiden Pumpen im Fundament, die Lage der Saug- und Druckleitungen und des Kondensators u. s. w. ist aus den Abb. 221 und 222 ersichtlich.

Einfacher als die Aufstellung stehender Maschinen mit Balancier lässt sich die stehende Bauart bei unmittelbarem Antrieb der Pumpen und des Maschinentriebwerkes durchführen. Die Zwischenglieder des Balanciertriebs fallen dann weg, es muss aber die Maschinenkurbel mit Umführungsstangen oder durch eine sonstige Konstruktion umfahren werden.

Mehrere solche Anordnungen mit Querhaupt und Doppelumführungsstangen sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

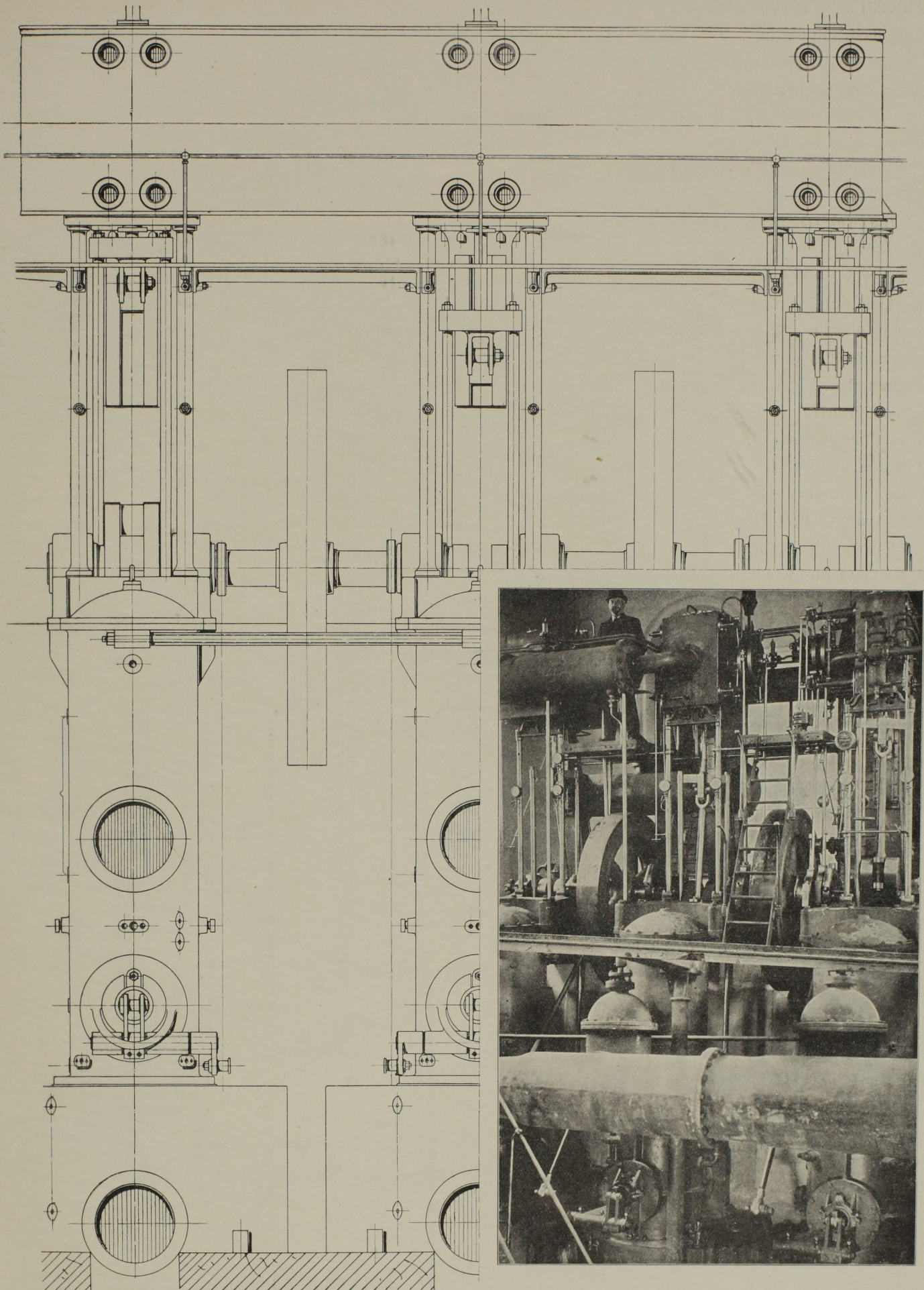


Abb. 229. Vorderansicht der Drillings-Pumpmaschine. Massst. 1 : 30.

Abb. 230. Gesamtbild der Pumpmaschine.

Wasserwerkmaschine für Kopenhagen-Sondersö,
gebaut von Burmeister & Wain, Kopenhagen.

Minutliche Leistung 20 cbm auf 19 m bei 60 Um-
drehungen. 3 stehende einfachwirkende Pumpen von

505 mm Plunger-Dchm., 600 Hub. Dreifach-Expansions-
Dampfmaschine von 290, 465 u. 725 mm Cylinder-Dchm.

Abb. 231 zeigt die Anordnung der Dreikurbel-Maschine in der Seitenansicht und die Anordnung der Pumpe mit ihrer Ventilsteuerung.

Abb. 232 giebt ein Projekt von Doppelpumpen wieder, welches für die Wasserversorgung von Gjentofte-Ordруп (Dänemark) ausgearbeitet wurde.

Die tiefliegende Filterpumpe befindet sich auf der Hochdruck-Maschinenseite, die höher liegende Druckpumpe auf der Niederdruckseite der stehenden Antriebs-Dampfmaschine, deren Kolbenstangen durch Kreuzkopf und Doppelstange unmittelbar mit den einfachwirkenden Pumpen verbunden sind.

Die Saug- und Druckventile liegen übereinander; über dem Druckventil ist der Druckwindkessel angebracht, auf dessen oberes Ende sich der Maschinenrahmen stützt. Durch einen Deckel sind die Ventile zugänglich und kann die Krahnkette unmittelbar in den Ventilkasten eingehängt werden.

Abb. 233 zeigt die Pumpensteuerung der ähnlich angeordneten, von A. Borsig in Tegel bei Berlin gebauten 2 Druckpumpmaschinen für das Wasserwerk der Stadt Hamburg in Rothenburgsort, die gegenwärtig in Aufstellung begriffen sind.

Minutliche Leistung jeder Maschine: 18 cbm auf 51,5 m Förderhöhe bei 40 Umdrehungen. 2 Differenzialpumpen von 516 mm grossem Plungerdurchmesser und 1100 mm Hub.

Die Steuerung ist gegenüber den älteren Pumpen wesentlich vereinfacht und wird von einem Excenter auf der Schwungradwelle der Maschine angetrieben.

Die Pumpmaschinen im Hamburger Wasserwerke zeigen besonders anschaulich die fortschreitende Entwicklung der Pumpmaschinen und den Einfluss der verbesserten Maschinen. Auch ist man dort mit Recht

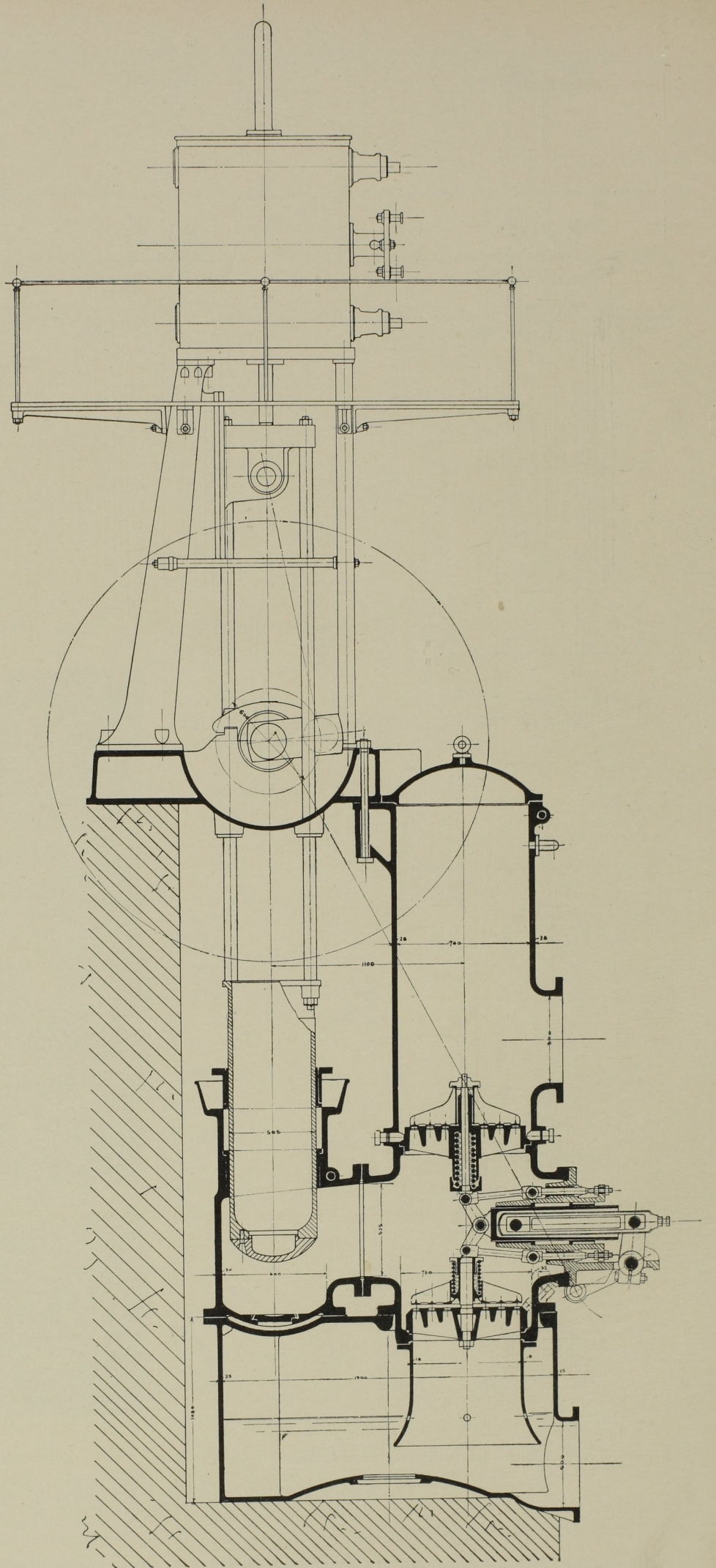


Abb. 231. Seitenansicht und Schnitt der Pumpmaschine. Masst. 1:30.
Wasserwerkmaschine Kopenhagen-Sondersö.

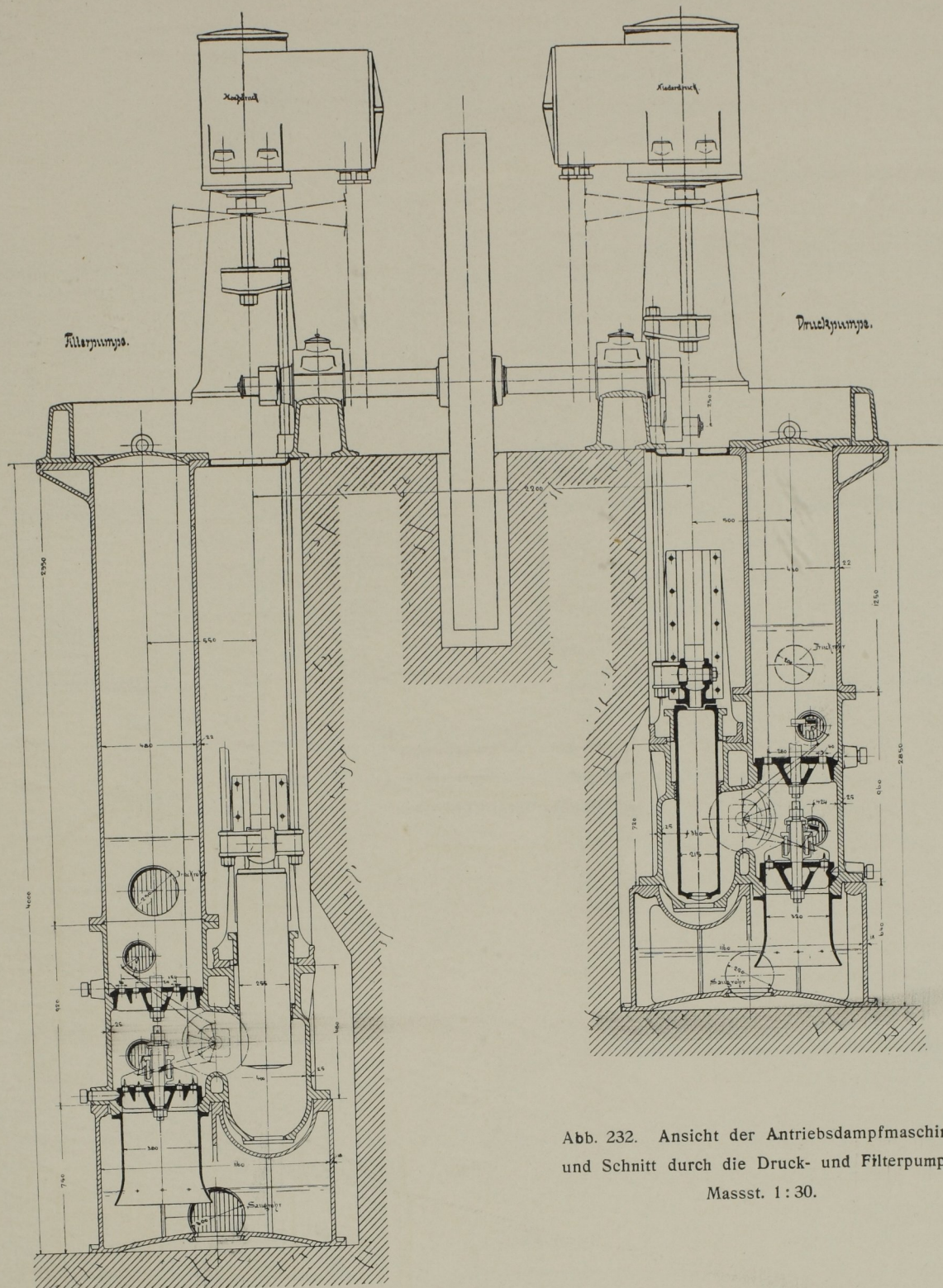


Abb. 232. Ansicht der Antriebsdampfmaschine
und Schnitt durch die Druck- und Filterpumpe.
Massst. 1:30.

Projekt einer Pumpmaschine für das Wasserwerk Gjentofte-Ordrup.

bei stehenden Pumpmaschinen geblieben. Die ältesten Pumpmaschinen im Hamburger Wasserwerk sind noch ohne Schwungrad und mit Kataraktsteuerung ausgeführt. Dann kamen die langsamlaufenden stehenden Balanciermaschinen mit Schwungrad, deren grösste Ausführungen mit minutlich 10 Umdrehungen und 3 m Hub bei 1200 mm Kolbendurchmesser betrieben werden. Hierauf folgten die rascher laufenden, mit 40 Umdrehungen minutlich betriebenen Balanciermaschinen gleicher Bauart, von nur 500 Kolbendurchmesser und 1 m Hub, während die neuesten Maschinen auf minutlich 50 Umdrehungen vorgeschritten und in der Bauart wesentlich verbessert sind.

Herr Bauinspektor Schröder, der sich um diese Entwicklung grosse Verdienste erworben hat, beabsichtigt die Hamburger Maschine im Zusammenhang zu veröffentlichen, sodass hier weitere Angaben unterbleiben.

Abb. 234 zeigt die Anordnung, welche dem Entwurf der neuen Hamburger Pumpe von der dortigen Bauleitung zugrunde gelegt war.

Abb. 235 und 236 stellen weitere Anordnungen dar, die geringe Bauhöhe ergeben; Abb. 236 zeigt insbesondere eine Anordnung, wobei die Schubstange von der Führung an der Pumpe nach aufwärts die Kurbel treibt, sodass der Dampfzylinder unmittelbar über dem Kurbellager aufgebaut wird.

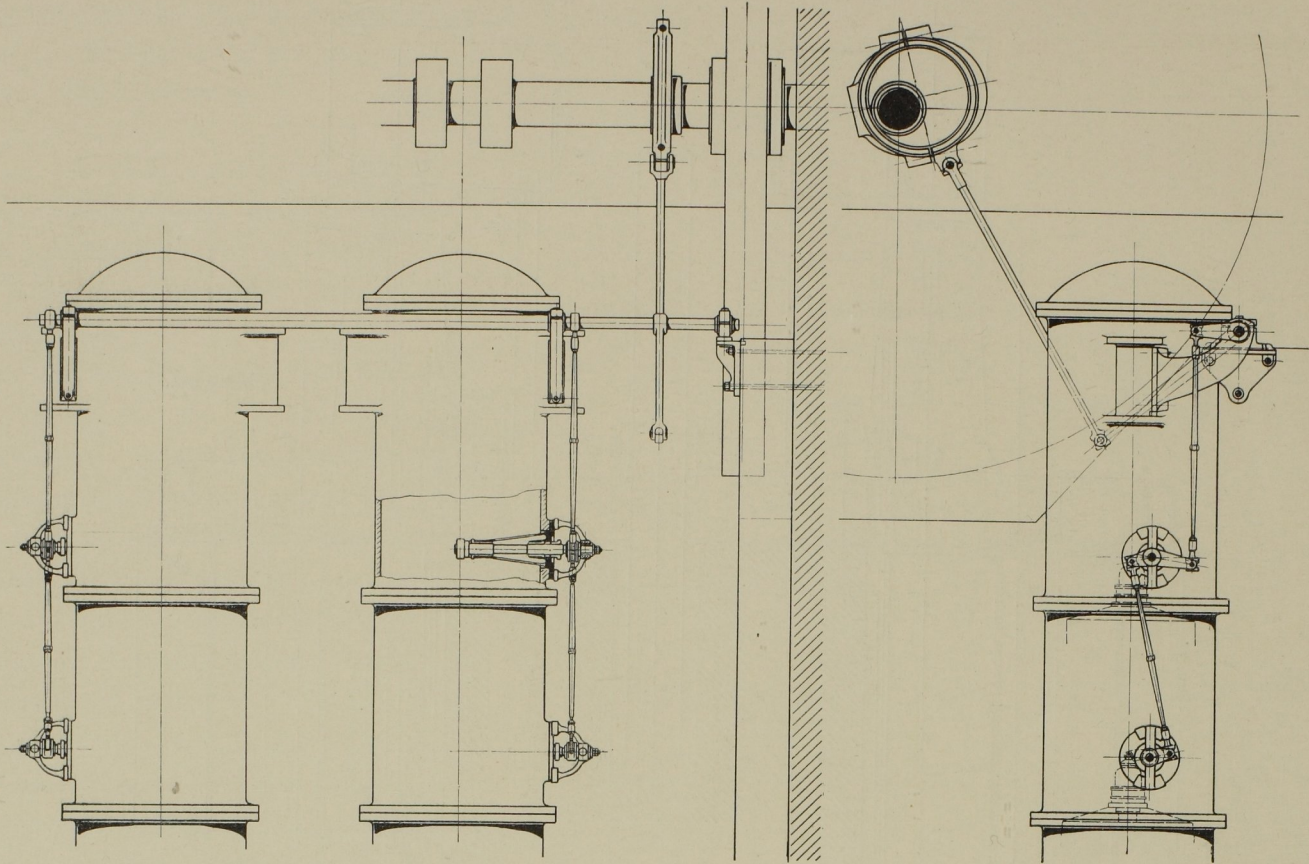


Abb. 233. Pumpensteuerung. Masst. 1 : 50.

Neue Wasserwerksmaschine für Hamburg,
gebaut von A. Borsig in Tegel bei Berlin.

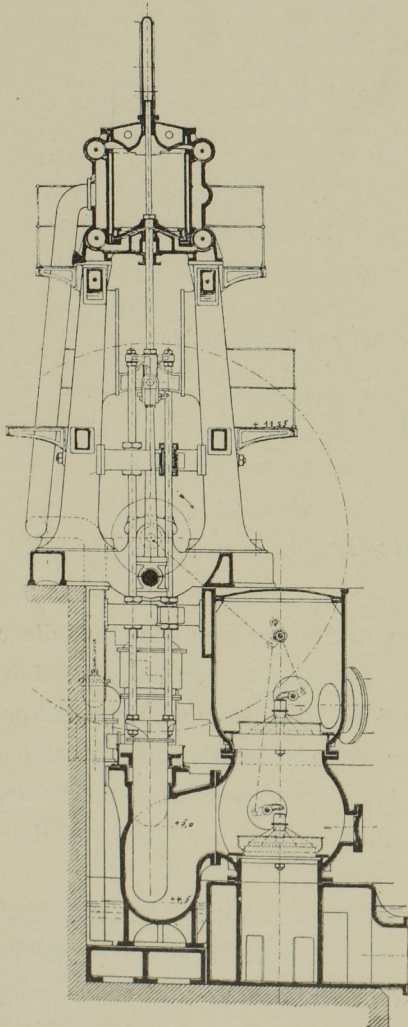


Abb. 234. Masst. 1 : 100.

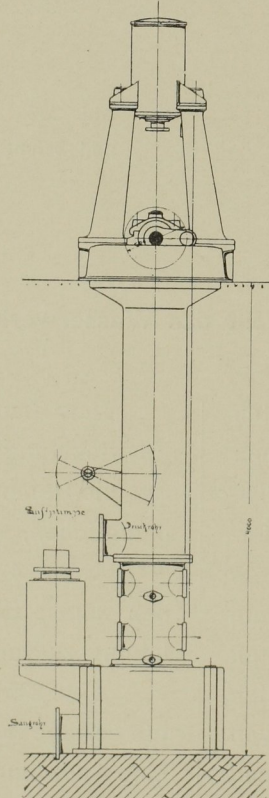


Abb. 235. Masst. 1 : 120.

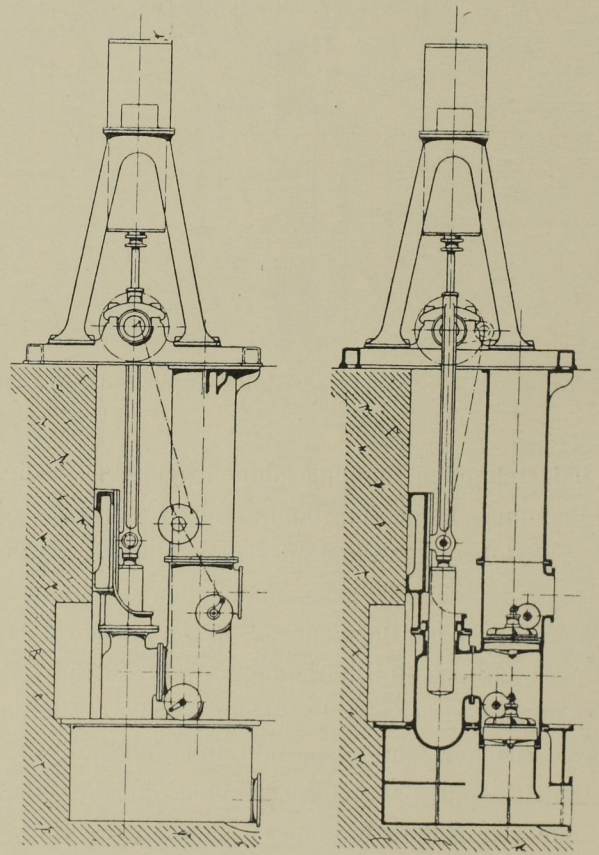


Abb. 236. Masst. 1 : 120.

Anordnung stehender Wasserwerksmaschinen.

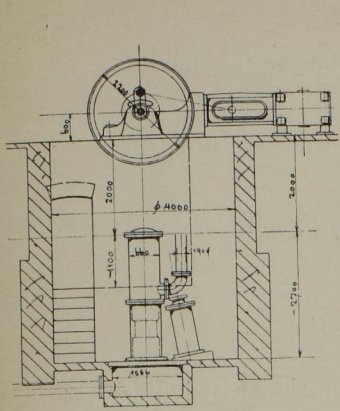


Abb. 237. Filterpumpe.
Massst. 1 : 150.

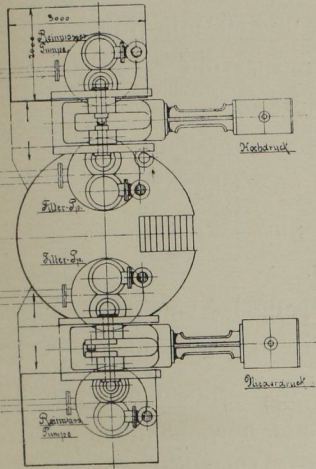


Abb. 238. Grundriss der Gesamtanlage. Massst. 1 : 150.

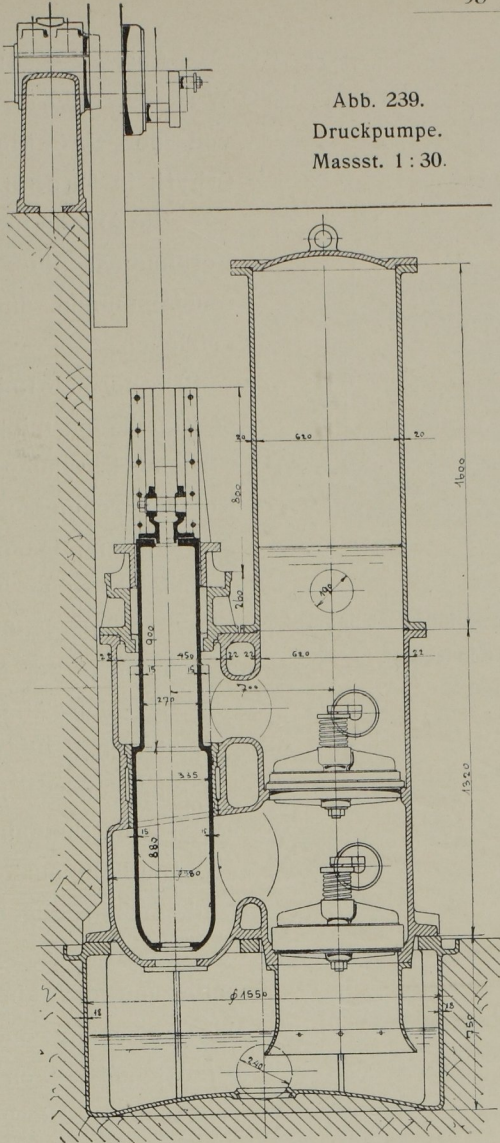


Abb. 239.
Druckpumpe.
Massst. 1 : 30.

Abb. 237—239: Wasserwerksmaschine für die Stadt Sundby, projektirt für Burmeister & Wain's Maschinenfabrik in Kopenhagen.

Für eine minutliche Leistung von 3,6 cbm auf 50 m Förderhöhe wurden zwei Pumpeneinheiten geplant, von denen die eine durch den Hochdruck-, die andere durch den Niederdruckcylinder einer Verbund-Dampfmaschine angetrieben wird. Jede Pumpeneinheit besteht aus einer Filterpumpe und einer Reinwasserpumpe, die an beiden Enden der Pumpenwellé an Stirnkurbeln angreifen. Durch eine Kröpfung in der Mitte erhält die Welle selbst ihren Antrieb von der Dampfmaschine.

Statt einer Zubringepumpe ist unmittelbar die Druckpumpe tief in das Fundament gestellt.

Die Regulirung erfolgt beim Hoch- und Niederdruckcylinder auch ohne Regulator selbstthätig, weil der Widerstand immer konstant bleibt und der Gegendruck im Aufnehmer, wenn er zunimmt, die Niederdruckmaschine beschleunigt, die Hochdruckmaschine verzögert und umgekehrt.

Abb. 240—241 zeigen Konstruktionen von Fraser & Chalmers in London-Erith.

Im ersten Fall (Abb. 240) wird die tiefstehende Pumpe von der Kurbelwelle angetrieben. Der Oberflächenkondensator liegt im Pumpendruckrohr; durch Schieber wird der Wasserumlauf für die Kühlung geregelt.

Im zweiten Falle (Abb. 241) erfolgt der Antrieb durch Winkelhebel.

Projekt einer Wasserwerksmaschine für die Stadt Sundby.

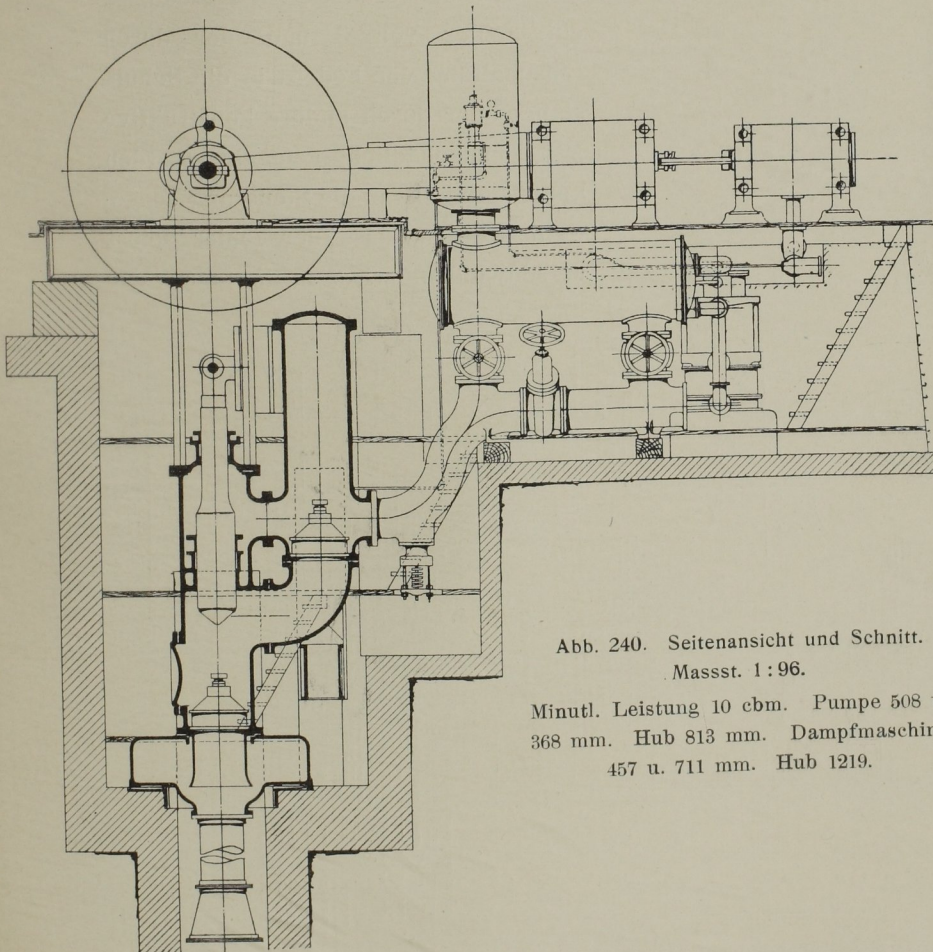


Abb. 240. Seitenansicht und Schnitt.
Massst. 1 : 96.

Minutl. Leistung 10 cbm. Pumpe 508 u. 368 mm. Hub 813 mm. Dampfmaschine 457 u. 711 mm. Hub 1219.

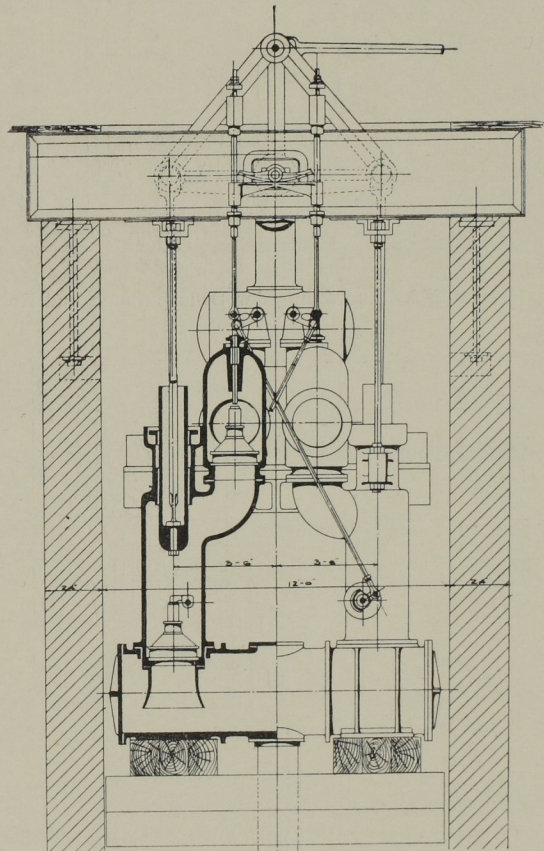


Abb. 241. Seitenansicht und Schnitt. Massst. 1 : 72.

Minutl. 10 cbm auf 110 m bei 100 Umdr. Pumpe 305 mm. Hub 762 mm. Dampfmaschine 330 u. 550 mm. Hub 914 mm.

Pumpmaschinen mit stehender Pumpe, gebaut von Fraser & Chalmers in London-Erith.

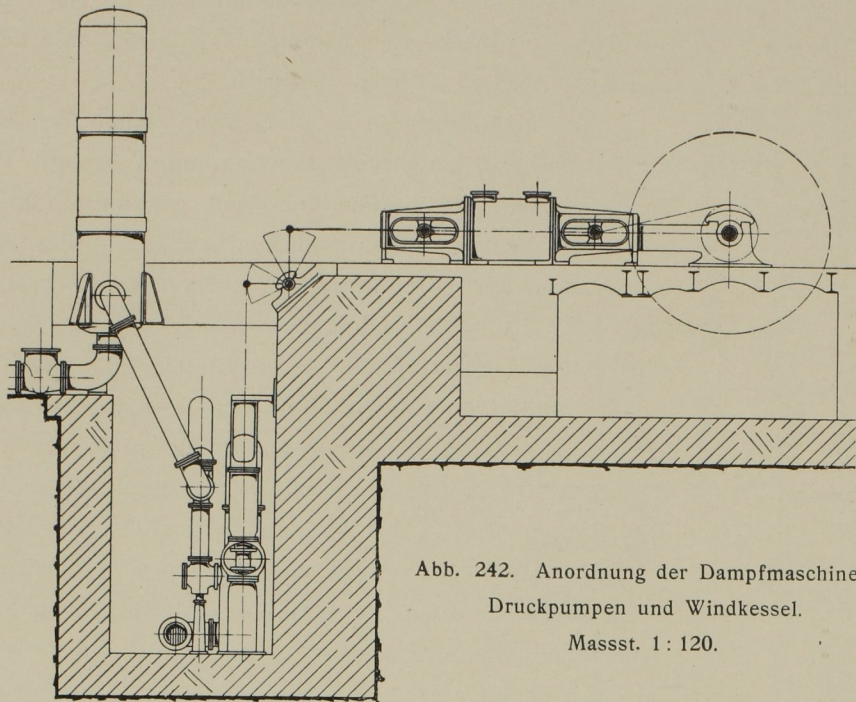


Abb. 242. Anordnung der Dampfmaschinen, Druckpumpen und Windkessel.
 Masst. 1 : 120.

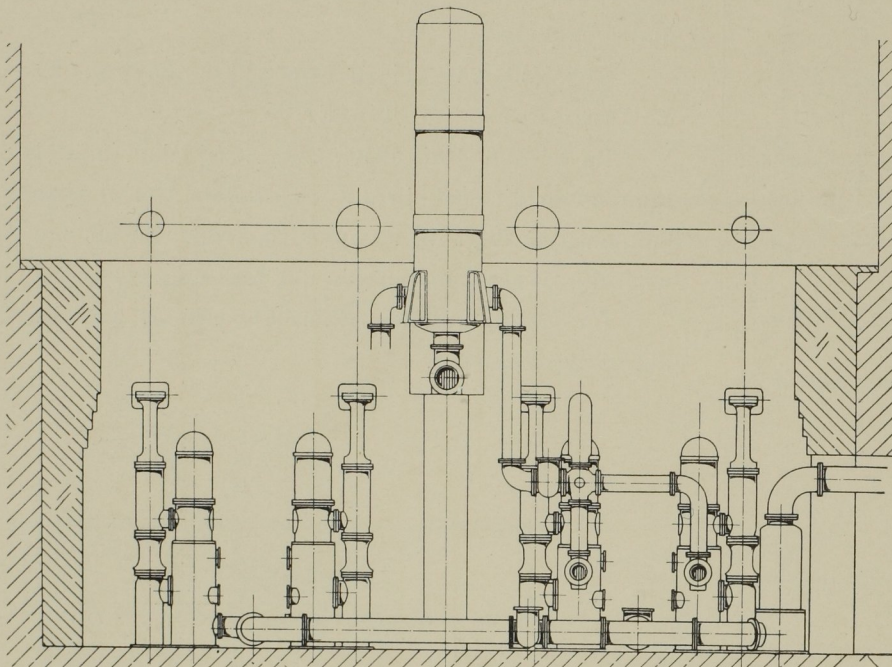


Abb. 243. Anordnung der Druckpumpen und Rohrleitungen. Masst. 1 : 120.

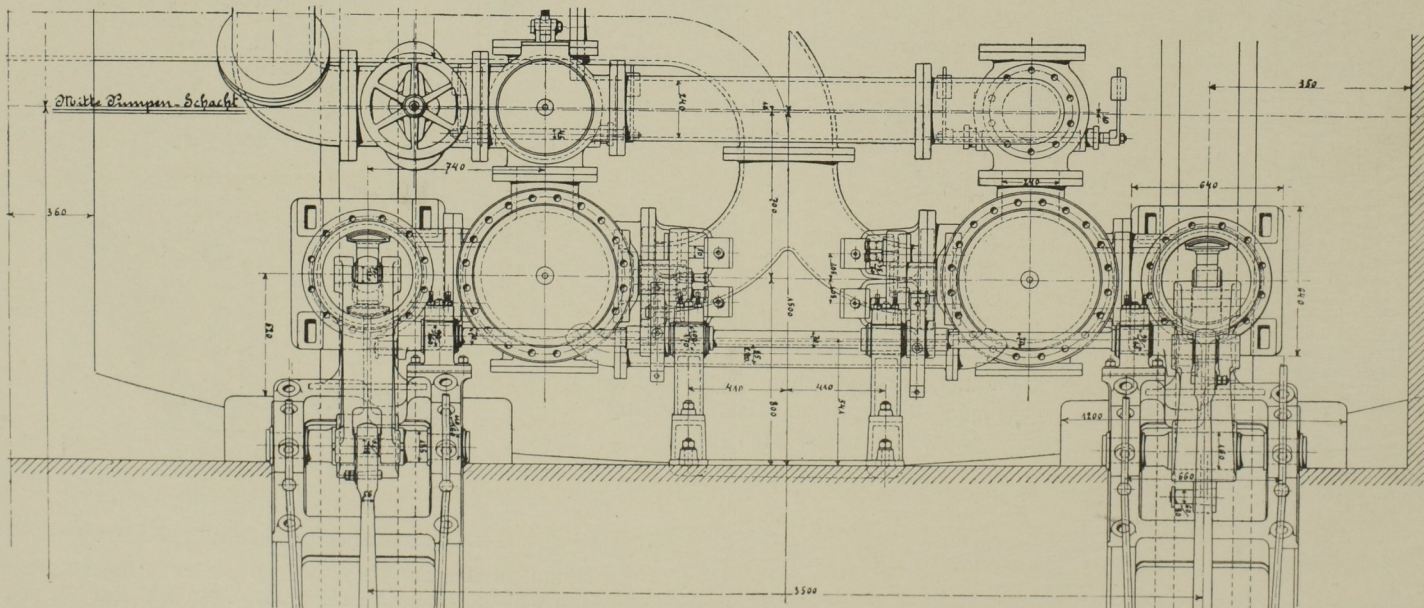


Abb. 244. Grundriss der Druckpumpen. Masst. 1 : 30.

Pumpmaschine des Wasserwerks der Stadt Darmstadt, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Abb. 242—244: Pumpmaschinen des Wasserwerks Darmstadt, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Die Anlage besteht aus 2 liegenden Verbundmaschinen mit stehenden Differenzialpumpen, durch Winkelhebel angetrieben.

Die normale Leistung jeder Maschine beträgt 3 cbm minutlich auf 103 m Förderhöhe. Die Pumpe hat 240 und 188 mm Kolbendurchmesser, 650 mm Hub, die Antriebsdampfmaschine 425 und 700 mm Cylinder-Durchmesser und 800 mm Hub. Die Maschinen laufen normal mit 55 Umdrehungen in der Minute.

Bei den Abnahmeversuchen ergab sich bei 125 m Förderhöhe eine Leistung von 29,3 mt auf 1 kg Dampf von 6 Atm. Spannung.

Die Pumpensteuerung ist von den Winkelhebeln abgeleitet, und es schien am zweckmässigsten, der Hilfssteuerwelle von der hin- und hergehenden Hebelbewegung durch 2 Kurbeln und kurze Schubstangen eine Drehbewegung zu ertheilen. Hierbei ergibt sich aber ein Fehlermaximum von 12,5 mm und, auf den Steuerantrieb reduziert, ein Fehler von 3 mm, der durch Einschaltung von Federn in die Schubstange oder durch andere konstruktive Mittel unschädlich gemacht werden kann. Auch kann die Steuerung so gewählt werden, dass der Fehler selbst verschwindend wird, z. B., indem der

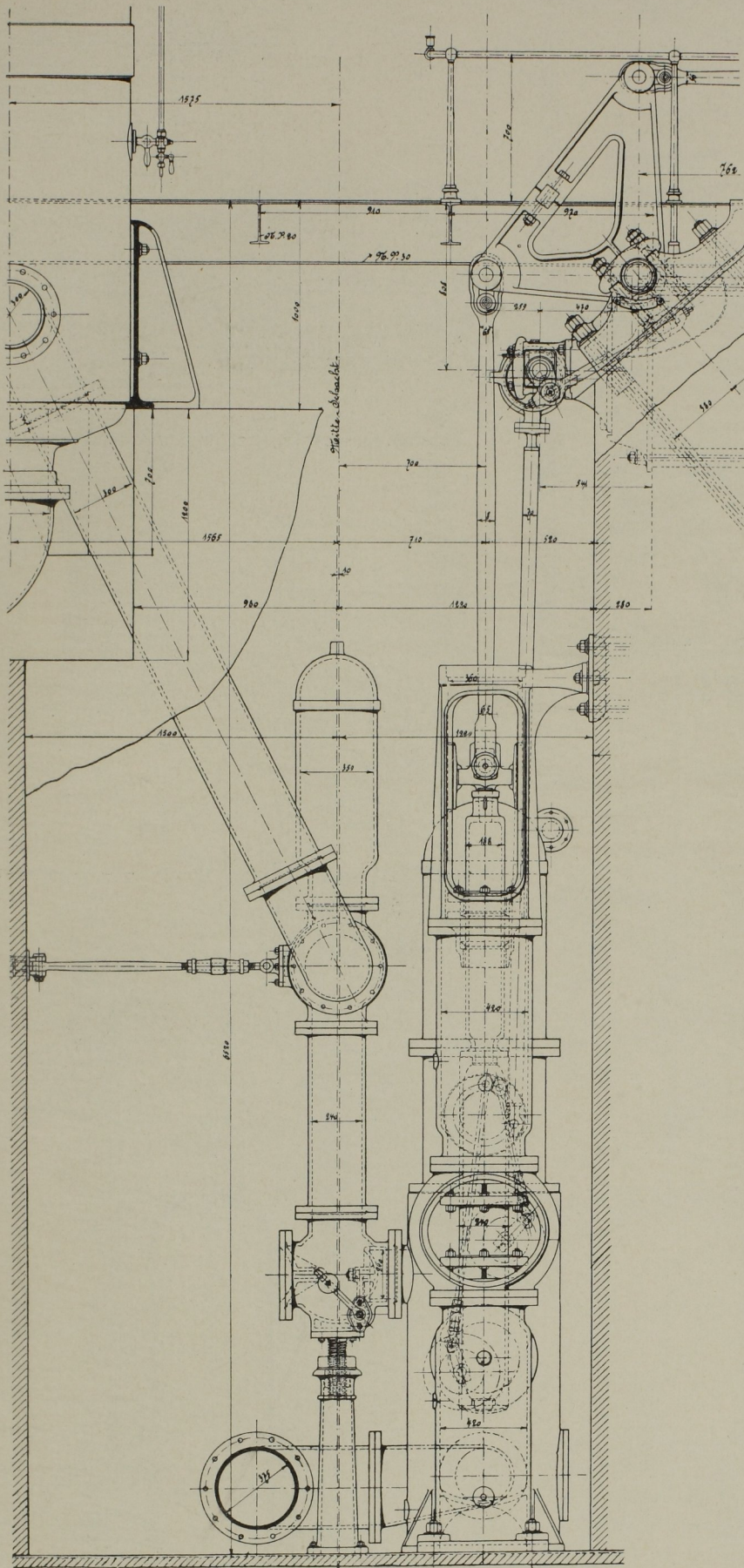


Abb. 245. Anordnung der Druckpumpen. Massst. 1:30.

Wasserwerkmaschinen der Stadt Darmstadt, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Länge der beiden Schubstangen, welche die Bewegung auf die Steuerwelle übertragen, dasselbe Verhältniss zum Kurbelradius gegeben wird wie beim zugehörigen Hauptkurbeltriebe, und indem weiter die Todtlagen und die Drehrichtungen zwischen beiden Kurbeltrieben übereinstimmend gemacht werden.

Der Antrieb der Pumpen-Steuerung von der liegenden Dampfmaschine zur stehenden Pumpe durch Wellenleitung und Rädertrieb erschien unzulässig umständlich.

Abb. 247—250 zeigen die Anordnung der städtischen Wasserwerkmaschinen in Chemnitz, gleichfalls ausgeführt von der Sächsischen Maschinenfabrik.

Liegende Verbundmaschine; hinter jedem Cylinder durch Winkelhebel stehende Pumpen im Schacht angetrieben. Leistung 4,6 cbm minutlich auf 42 m Förderhöhe

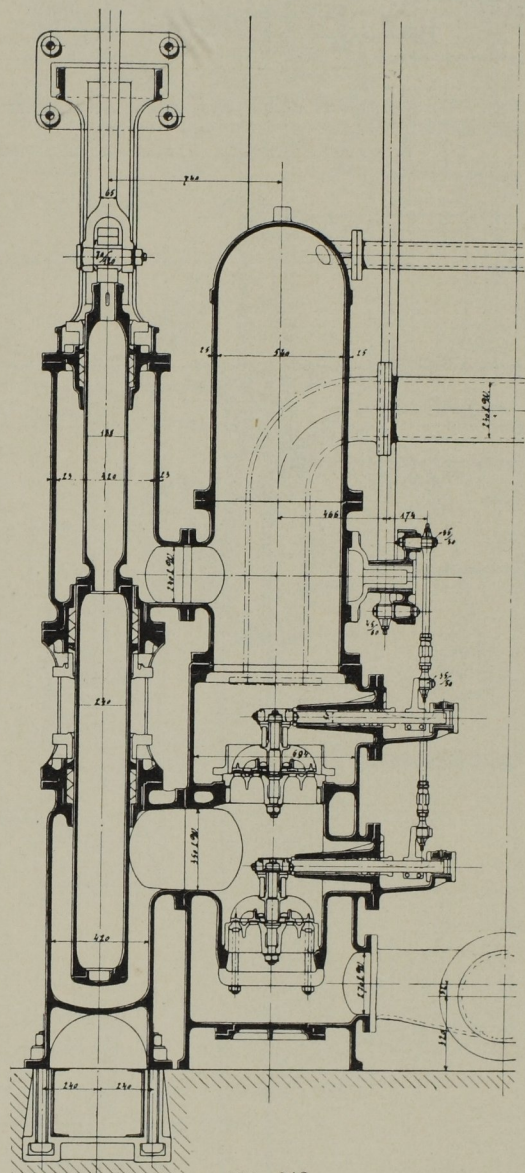


Abb. 246.

Querschnitt durch die Druckpumpe. Massst. 1:30.

bei 60 Umdr. Die Differenzialpumpen haben 280 und 198 mm Plunger-Durchmesser, 650 Hub, die Antriebsmaschinen 320 und 550 mm Cylinder-Durchmesser, 680 Hub.

Bei der Abnahme ergab sich eine Leistung von 23,2 mt bei 51,42 m Gesamtförderhöhe auf 1 kg Dampf von 5,85 Atm. Pressung.

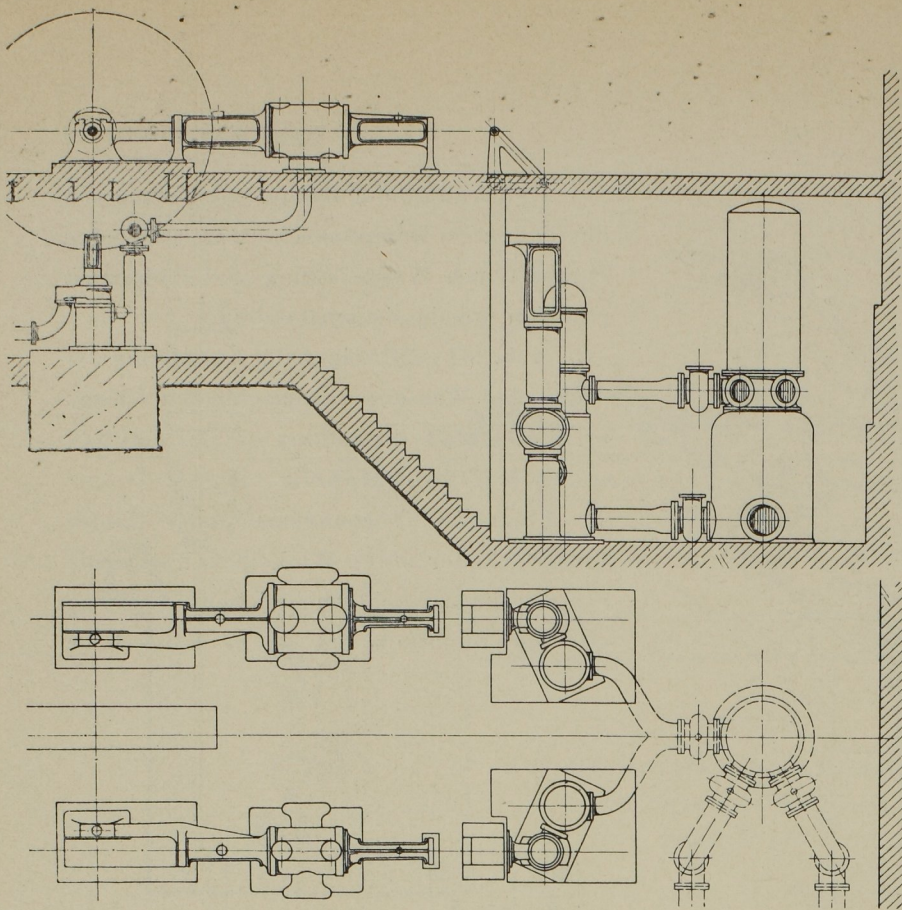


Abb. 247. Grundriss und Seitenansicht der Gesamtanlage. Masst. 1 : .00.

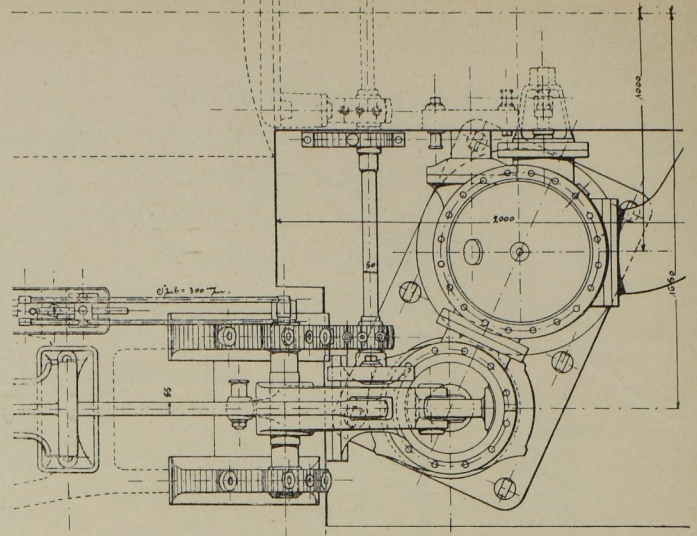


Abb. 248. Grundriss der Pumpe mit Antrieb. Masst. 1 : 30.

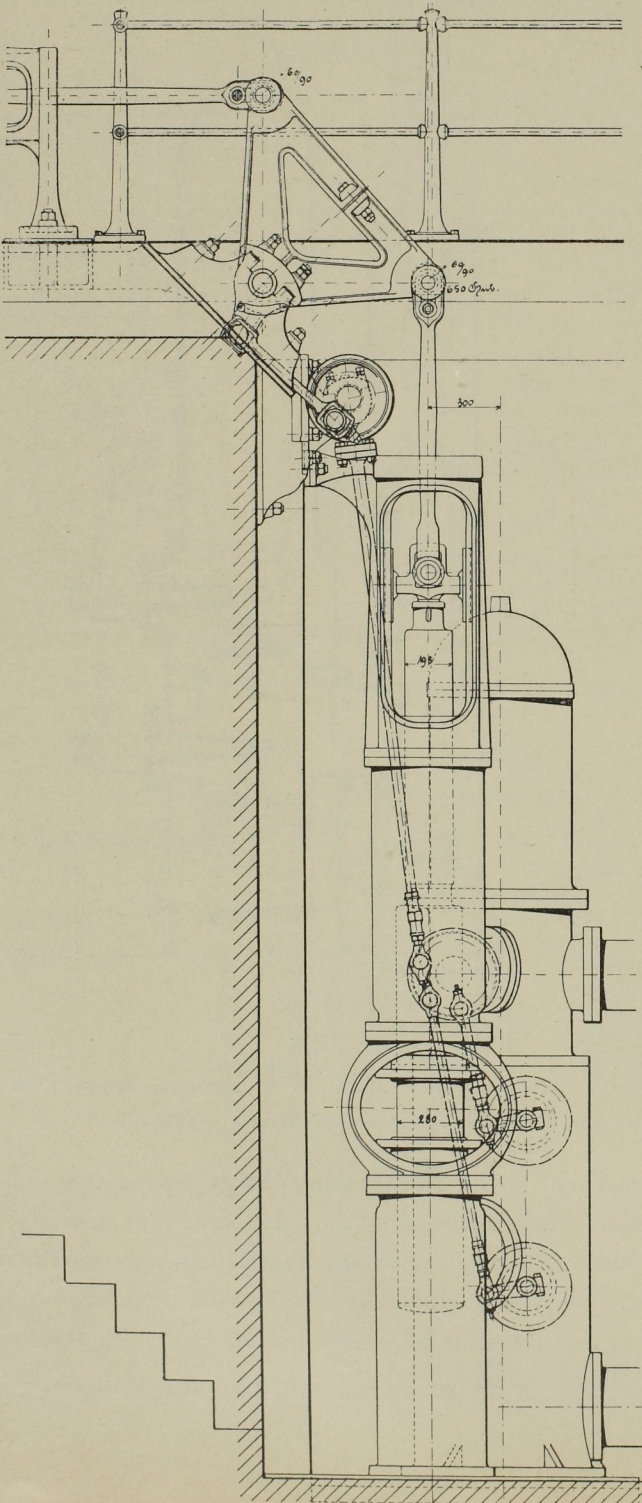


Abb. 249. Seitenansicht der Druckpumpe. Masst. 1 : 30.

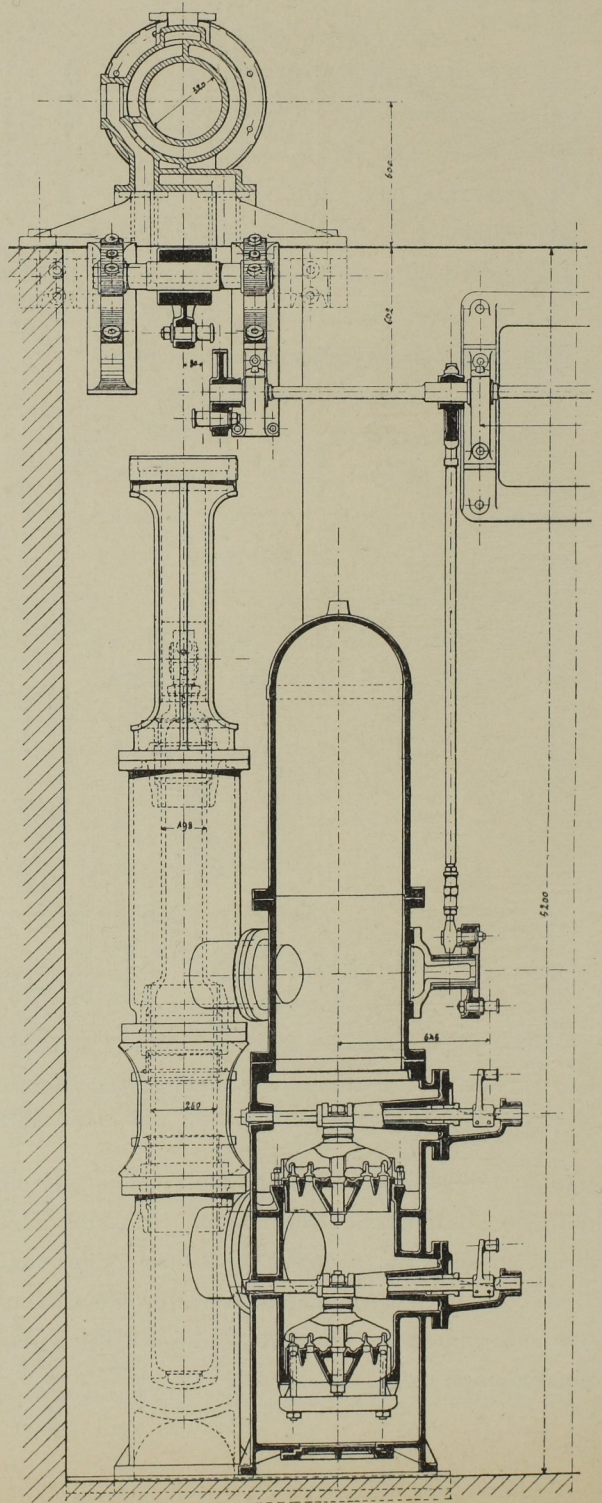


Abb. 250. Schnitt durch die Druckpumpe. Masst. 1 : 30.

Abb. 251: Filterpumpmaschinen der Berliner Wasserwerke am Müggelsee, gebaut von der Berliner Maschinenbau-Akt.-Ges. vorm. L. Schwartzkopff in Berlin.

Die Nachteile solcher stehenden Pumpmaschinen, bei denen der Maschinist nur die Maschine und nicht zugleich die Pumpen überblicken kann, gehen aus den erwähnten Ausführungsbeispielen hervor.

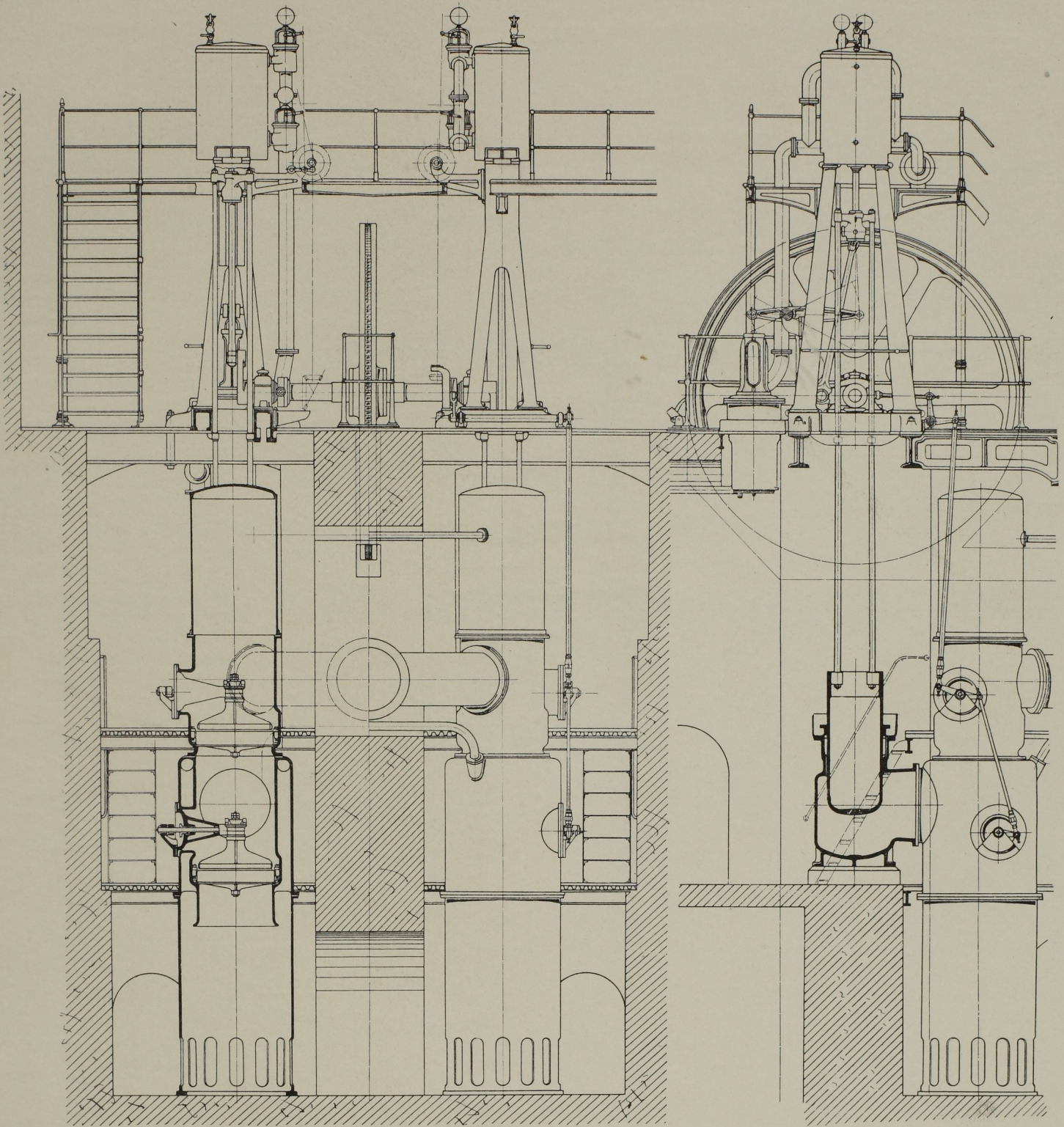


Abb. 251. Vorder- und Seitenansicht der Pumpmaschine und Schnitt durch die Pumpen. Masst. 1:60.

Filterpumpmaschinen der Berliner Wasserwerke am Müggelsee,
gebaut von der Berliner Maschinenbau-A.-G. vorm. L. Schwartzkopff in Berlin.

Pumpenkolben 655 mm, Hub 300. Dampfmaschine 400 und 600 mm. Die Pumpen liegen der Saughöhe entsprechend tief und werden durch Doppelstangen, die die Stirnkurbel umfahren und mit dem Kreuzkopf verbunden sind, angetrieben.

Weitere 3 Maschinen derselben Anlage wurden von der Maschinenbau-Anstalt A. Borsig in Berlin-Tegel ausgeführt.

Wie später gezeigt wird, wären in solchen Fällen durch raschlaufende Pumpen, welche durch gleichfalls auf die tiefste Sohle gelegte Antriebsmaschinen unmittelbar angetrieben werden, grosse Ersparnisse in den Anlagekosten und viel bessere Zugänglichkeit der Pumpen- und Triebwerksteile erreichbar (vergl. „Express-Pumpen“).