

„Express-Pumpen“ mit elektrischem Antrieb.

Unter raschlaufenden Pumpen sind gegenwärtig solche zu verstehen, welche mit Umlaufszahlen über den normalen der Dampfmaschinen arbeiten.

Die Pumpen waren ursprünglich ganz langsamlaufende Maschinen mit Kolbengeschwindigkeiten von 1 Fuss, später von 1 m in der Sekunde, bei höchstens 25—30 Umdrehungen in der Minute. Der Fortschritt im Dampfmaschinenbau, die Verwendung normaler Betriebsdampfmaschinen mit Umlaufszahlen von 60 bis 100 in der Minute, bei Kolbengeschwindigkeiten von 2—3 m, hat normale Pumpen nothwendig gemacht, die unmittelbar mit den Dampfmaschinen gekuppelt werden können.

Das Bedürfniss nach noch rascher laufenden Pumpen ist jedoch immer vorhanden:

beim Antrieb durch Turbinen,
durch raschlaufende Dampfmaschinen,
durch Gaskraftmaschinen und
durch Elektromotoren.

In solchen Fällen war bis zur neuesten Zeit das alte Mittel der Zwischenübersetzung zwischen Motor und Pumpe die Regel.

Mit der Entwicklung der Elektrotechnik trat das Bedürfniss immer gebieterischer hervor, zum raschlaufenden Elektromotor eine raschlaufende Pumpe zu schaffen, welche unmittelbar mit dem Motor gekuppelt werden kann. —

Damit war eine neue Aufgabe gestellt, die zu einem weitgehenden Fortschritt im Pumpenbau zwang, einem viel grösseren Fortschritte, als je zwischen den bisherigen Entwicklungsstufen gemacht wurde.

Die Betriebsgeschwindigkeit der Elektromotoren von vielen hundert Umdrehungen und die der Pumpen lagen bisher so weit auseinander, dass als Ziel anfänglich nur angestrebt wurde, die Zwischenübersetzung zu vereinfachen, nicht aber zu beseitigen.

Dafür lagen zahlreiche Vorbilder vor bei den Pumpen, welche durch Wassermotoren unter Einschaltung von Räder-, Riemen- oder Seilübersetzungen angetrieben werden; ebenso bei Pumpen für Fabriks-Wasserversorgungen, die durch Transmissionswellen vermittelt Riemen getrieben wurden. Bei den anfänglich beschei-

denen Anforderungen der Elektrotechnik war davon vieles verwendungsfähig.

Beispiele von Pumpen mit solchem Antrieb sind:

Die städtischen Wasserwerkspumpen in Regensburg und Zwickau, die in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1890, veröffentlicht wurden.

Abb. 1—3: Wasserwerkspumpen in Greifswald. Minutl. Leistung 1,6 cbm auf 16 m bei 58 Umdrehungen. Zwillingspumpe mit doppelwirkendem Plunger von 140 mm Durchm. Eincylinder-Dampfmaschine von minutl. 90 Umdrehungen.

Abb. 4—6: Wasserwerkspumpen der Stadt Bautzen. Minutl. Leistung 2 cbm auf 74 m bei 60 Umdrehungen. Differenzialpumpe von 200 u. 155 mm Plunger-Dchm. Gasmotor von 360 mm Cylinder-Dchm., 140 Umdr. min.

Abb. 7—9: Wasserversorgungspumpe für eine Papierfabrik. —

Trotz der grossen Entwicklung der Elektrotechnik wurde an solchen Pumpen mit Zwischenübersetzungen festgehalten. Statt die Pumpen für die Eigenart des elektrischen Antriebes weiter auszubilden und dem Elektromotor in der Betriebsgeschwindigkeit näher zu bringen, hat man für die völlig geänderten Betriebsverhältnisse als Pumpen angeboten und ausgeführt, was an Modellen eben vorrätig war oder wohl gar aus den Ueberbleibseln vergangener Zeit ausgegraben werden konnte. Häufig wurden von Elektrikern vorhandene Pumpen einfach so wie sie waren „installirt“, d. h. mit Elektromotoren irgendwie zusammengekuppelt und zusammengestoppelt, und das Ganze nannte sich dann: Wasserwerksmaschine, Wasserhaltungsmaschine u. s. w., je nach dem, was eben verlangt wurde. Erfahrene Pumpenkonstrukteure und Maschinenfabriken haben sich von dieser Art des Pumpenbaues allerdings ferngehalten.

Während die Elektrotechnik sich mächtig entwickelte, spielte so die Pumpe in den Händen der Elektrotechniker eine umso kläglichere Rolle. Alle Neuerungen an Zwischenübersetzungen, wie Rohhauträder u. s. w., konnten hieran nichts ändern, da die Pumpen selbst meist nur durch Agenten, oder auf dem

Offertwege vom Mindestfordernden, oft von ganz minderwerthigen Fabriken bezogen wurden.

Auf solchem Wege sind viele schlechte Pumpenanlagen entstanden und alte, unvollkommene Pumpenkonstruktionen am Leben erhalten oder zu einem neuen,

verfehlten Dasein wiedererweckt werden. Der immer wachsende Bedarf nach raschlaufenden Pumpen mit elektrischem Antrieb ohne Zwischentrieb blieb aber über ein Jahrzehnt lang unerfüllt.

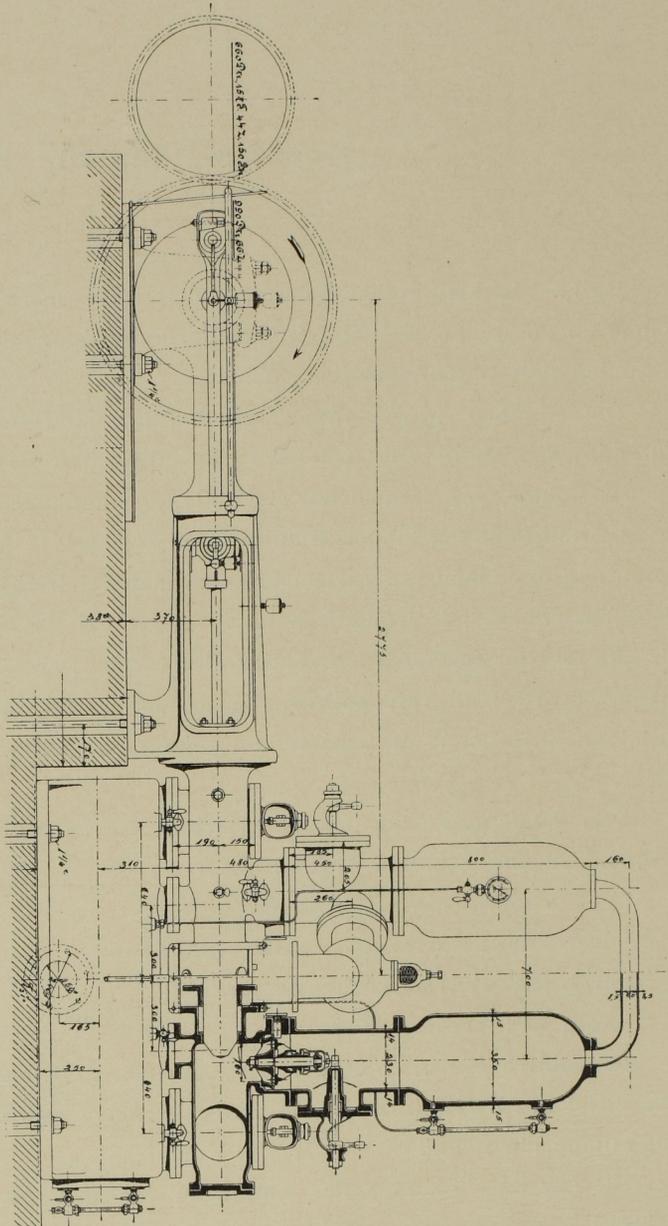


Abb. 1. Seitenansicht und Längsschnitt der Pumpe. Massst. 1:30.

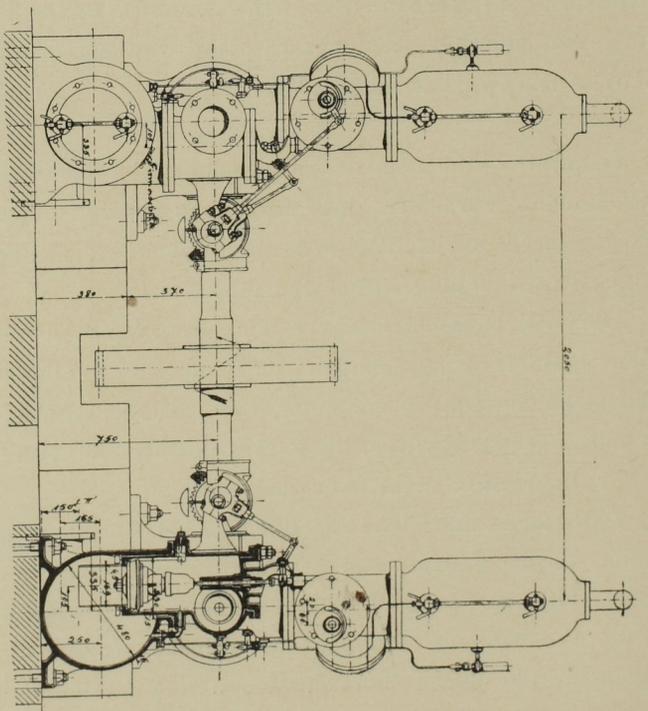


Abb. 2. Stirnansicht und Querschnitt der Pumpe.

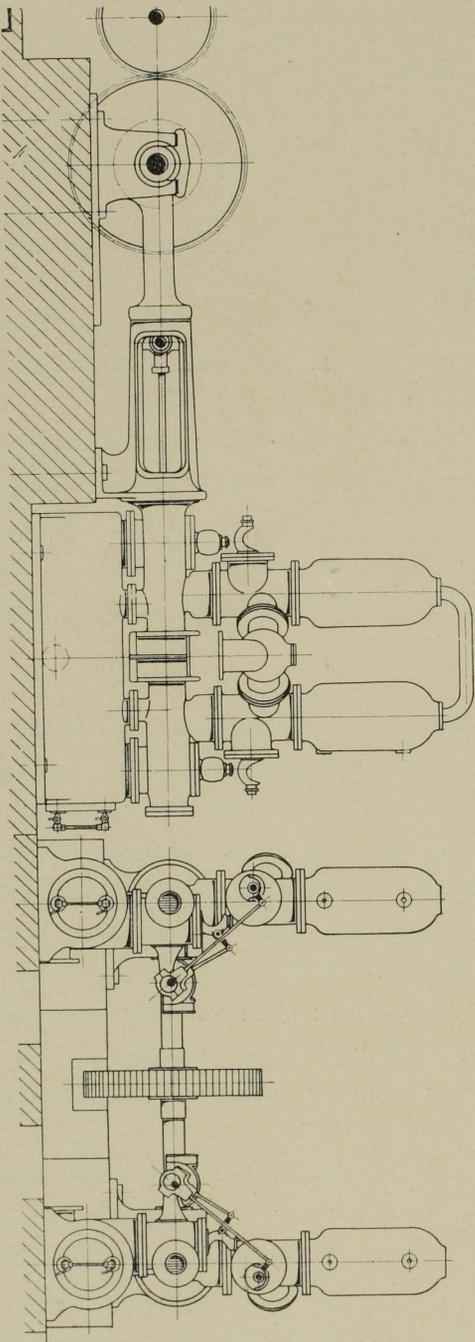


Abb. 3. Gesamtanordnung der Pumpe. Massst. 1:40.

Druckpumpe des städtischen Wasserwerks in Greifswald, gebaut von der Hamoverschen Maschinenbau-A.-G.

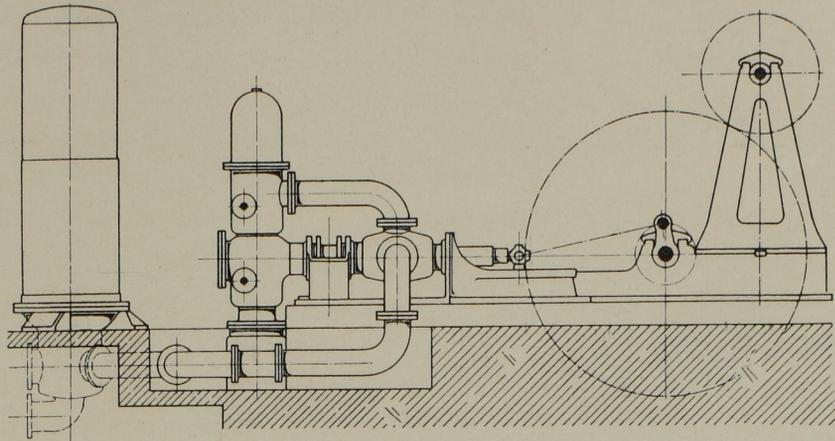


Abb. 4. Seitenansicht der Pumpe mit Antrieb. Masst. 1:60.

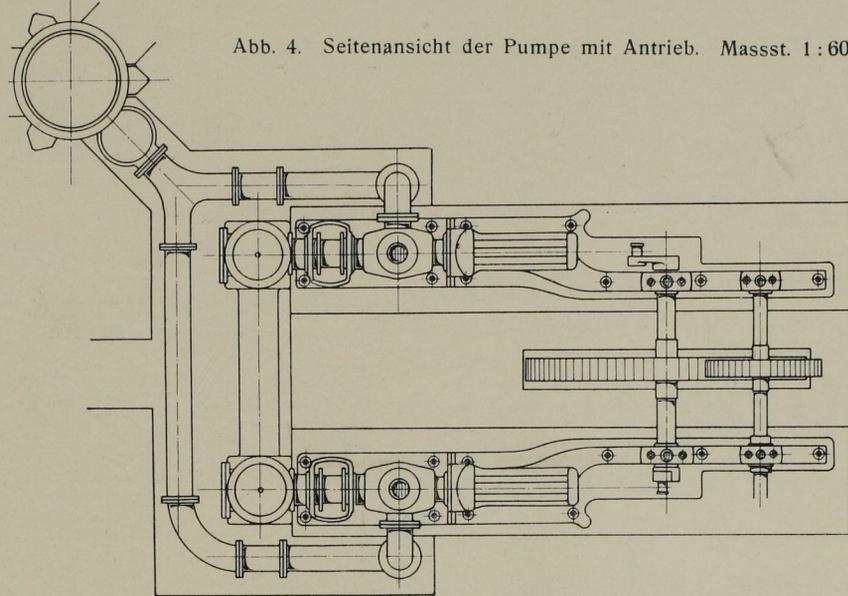


Abb. 5. Grundriss der Pumpe mit Antrieb. Masst. 1:60.

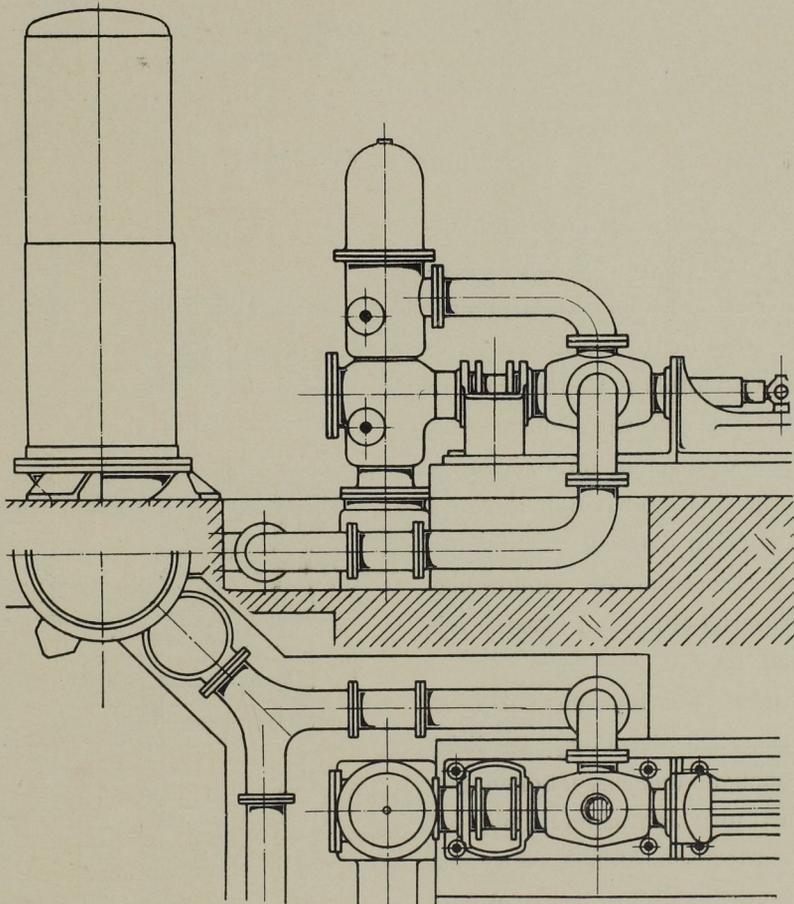


Abb. 6. Anordnung der Pumpe und Rohrleitung. Masst. 1:40.

Wasserwerkspumpe der Stadt Bautzen, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

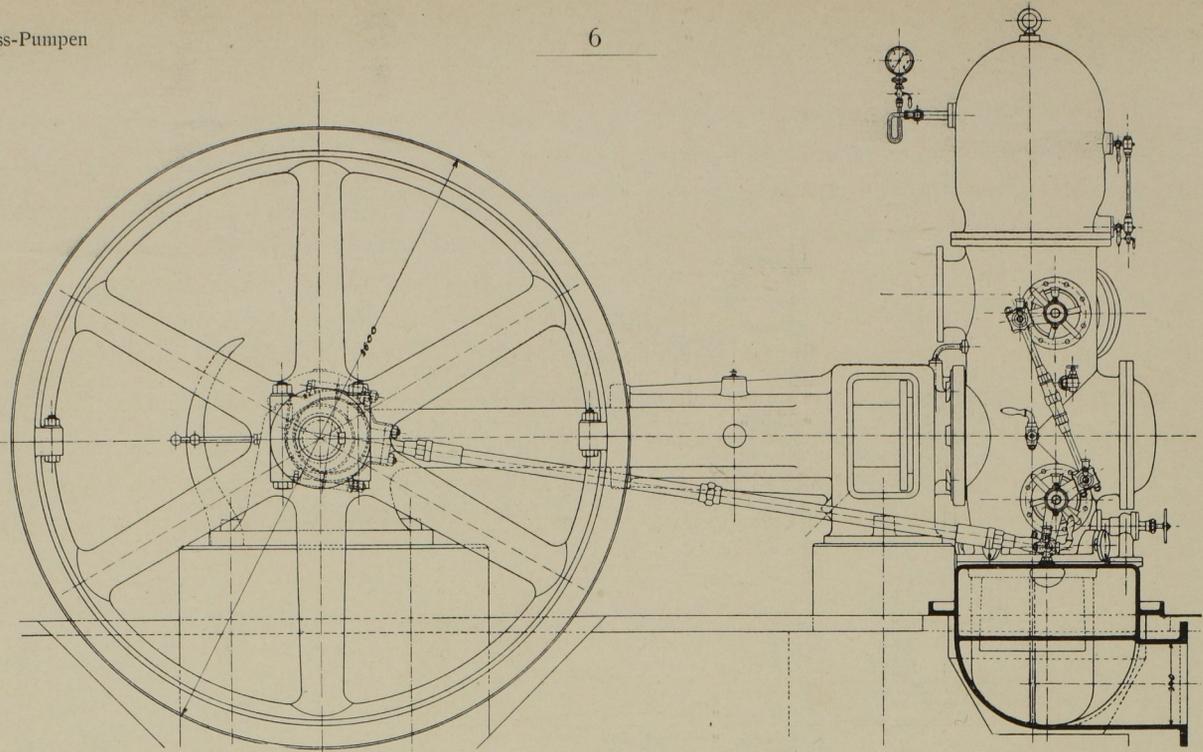


Abb. 7. Seitenansicht der Pumpe. Masst. 1:30.

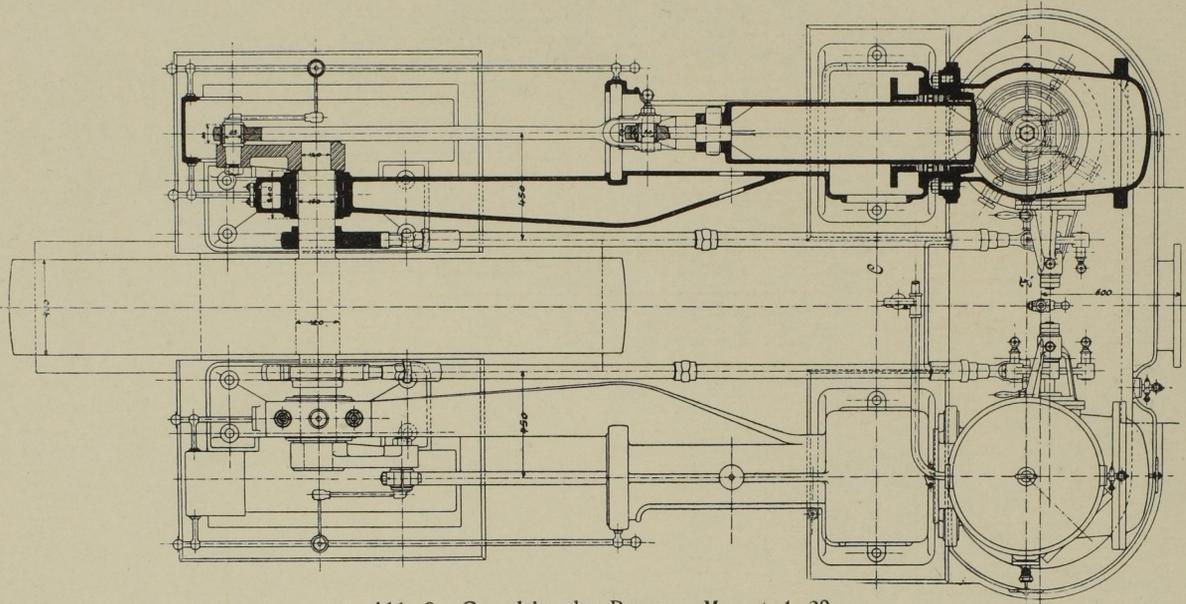
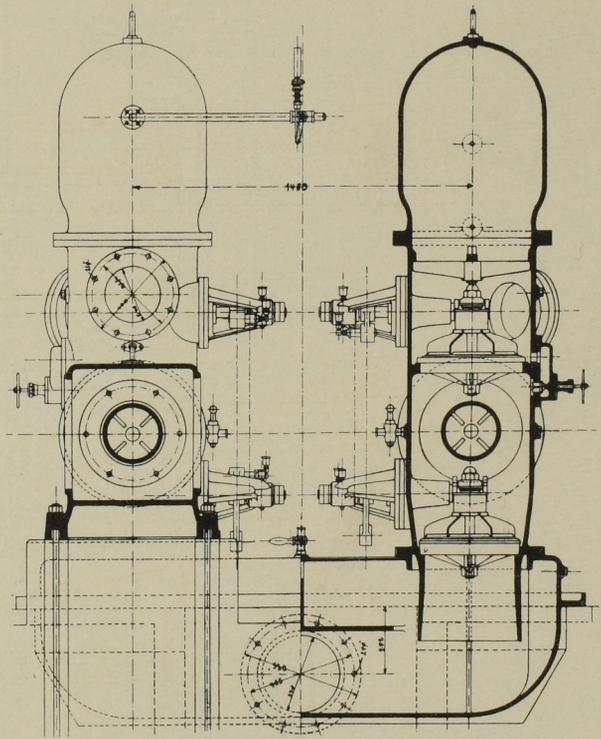


Abb. 8. Grundriss der Pumpe. Masst. 1:30.

Nirgends wurde ein gründlicher und sachverständiger Versuch gemacht, die Pumpe durch eine zweckentsprechende neue Konstruktion dem Elektromotor auf angemessene, für beide Theile passende Geschwindigkeiten und Betriebsverhältnisse zu nähern.

Der einzige wenigstens gründliche Schritt, der gethan wurde, aber auf einer falschen Bahn erfolgte, war: die Pumpe mit mässiger Geschwindigkeit, etwa 60 Umdrehungen in der Minute, zu betreiben und durch einen langsamlaufenden Elektromotor unmittelbar anzutreiben, d. h. alle Schwierigkeiten und Kosten auf den elektrischen Theil abzuschieben.

In diesem Versuche spricht sich dieselbe Verkehrt-heit aus, infolge deren seinerzeit der Pumpe zu liebe die langsamlaufenden kostspieligen und unvollkommenen Dampfmaschinen ausgeführt und Jahrzehnte lang bei Wasserhaltungen und Wasserwerksmaschinen verwendet wurden, ehe sie durch die einzig richtige Konstruktion: Normalmotor und unmittelbar damit gekuppelte Pumpe von gleicher Umlaufzahl verdrängt wurden.

Abb. 9. Querschnitt der Pumpe. Masst. 1:30.
Wasserversorgungspumpe mit Riemenantrieb.

Es ist bei elektrischem Antriebe insbesondere verkehrt, die Kosten und Schwierigkeiten auf den elektrischen Theil abzuwälzen, weil der elektrische Betrieb ohnehin, auch bei normaler Konstruktion, wesentlich mehr kostet als Dampfbetrieb. Es ist daher von vornherein unrichtig, durch Herabgehen unter die normale und vortheilhafteste Geschwindigkeit des Elektromotors diese Kosten unnütz zu vermehren und damit zugleich die Hauptvortheile des elektrischen Antriebes, welche der rasche Gang mit sich bringt, insbesondere die geringen Abmessungen und Anlagekosten, preiszugeben,

ohne irgend etwas anderes als Nachteile dafür einzutauschen. —

Auf dem Wege: langsamlaufende Pumpen durch raschlaufende Elektromotoren unter Zwischenschaltung einer Zahn- oder Reibungsräderübersetzung zu betreiben, sind selbstverständlich auch gute Ausführungen dort zu stande gekommen, wo die elektrotechnischen „Installateure“ an gute, im Pumpenbau erfahrene Maschinenfabriken geriethen. Immerhin bleibt die Uebersetzung auch in diesem Falle ein schwerer Mangel.

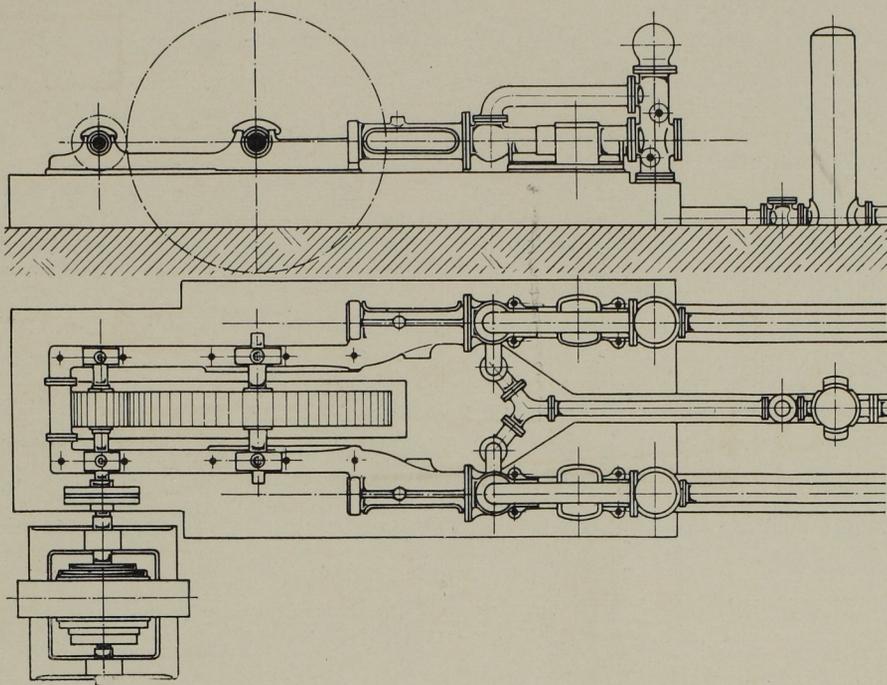


Abb. 10. Gesamtanordnung der Wasserhaltung. Massst. 1:75.

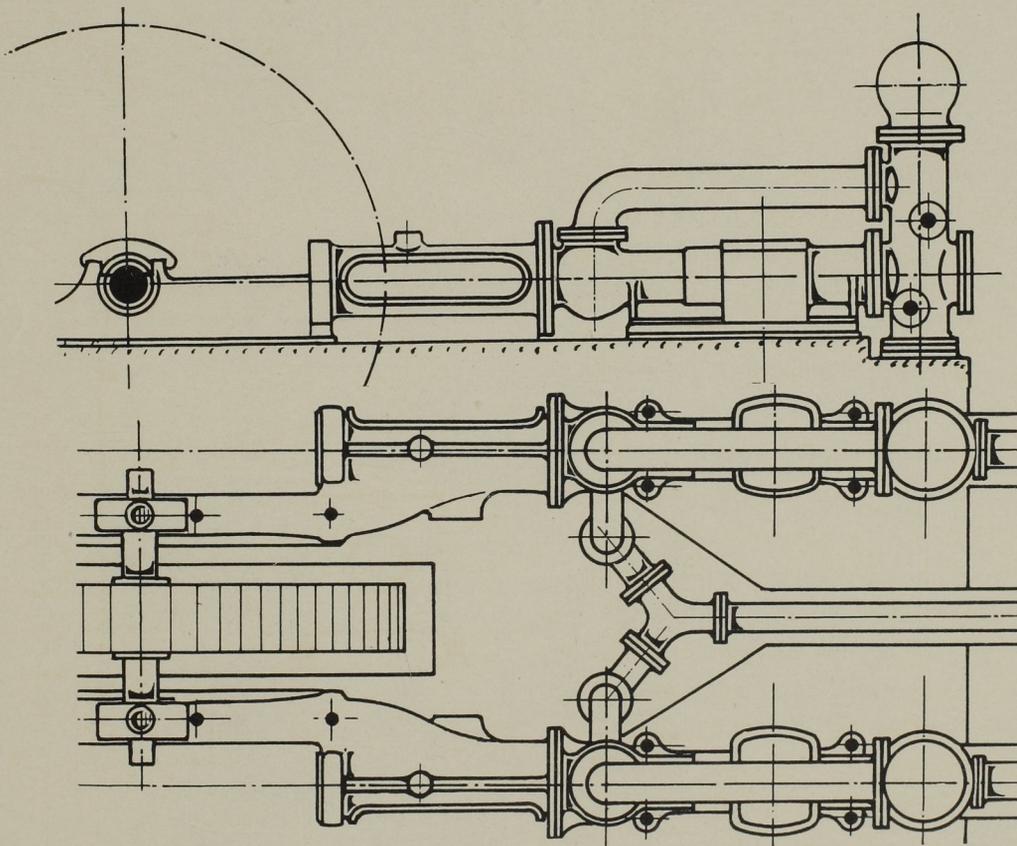


Abb. 11. Seitenansicht und Grundriss der Pumpe. Massst. 1:40.

Unterirdische Wasserhaltungsmaschine der Deutschen Solvay-Werke in Baalberge,
gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Beispiele solcher Ausführungen sind in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt. Die Betriebsgeschwindigkeit der Pumpen, die mit Zwangsschluss-Steuerung der Ventile versehen sind, ist in den meisten Fällen 80 bis 100 Umdrehungen minutlich, wo nicht ausdrücklich eine andere genannt ist.

Abb. 10 und 11: Unterirdische Wasserhaltung Baalberge, gebaut von der Sächsischen Maschinenfabrik in Chemnitz.

Minutl. Leistung 1,3 cbm auf 540 m bei 44 Umdrehungen. Zwillings-Differenzialpumpe von 177 und 126 mm Plungerdchm., 600 mm Hub.

Abb. 12 und 13: Unterirdische Wasserhaltungsmaschine mit elektrischem Antrieb von E. Paschke & Co. in Freiberg i. S.

Der Elektromotor macht minutlich 240 Umdrehungen, die durch Zahnradvorgelege auf 60 Umdrehungen der zweifach gekröpften Pumpenwelle umgesetzt werden.

Die Pumpe hebt minutlich 1,2 cbm auf 250 m Höhe.

Abb. 14—16: Unterirdische Wasserhaltung, gebaut von der Siegener Maschinenbau-A.-G. in Siegen.

Minutl. Leistung 1,5 cbm auf 240 m bei 85 Umdrehungen. Zwillingspumpe mit Differenzial-Plungern von 157 und 111 mm Durchm.

Abb. 17 und 18: Wasserversorgungspumpe für das Eisen- und Stahlwerk Hoesch in Dortmund, gebaut von der Maschinenfabrik E. Paschke & Co., Freiberg.

Minutl. Leistung 10 cbm auf 30 m bei 80 Umdrehungen. Zwillings-Differenzialpumpe von 425 und 309 mm Plungerdchm., 450 Hub.

Eine ähnliche Bauart ist in den Abb. 19—20 und

in Abb. 21 dargestellt. Einzelheiten der Pumpensteuerung mit Verdrängerkolben zeigt Abb. 23, die Wirkung der Steuerung im Diagramm Abb. 24. Das Bild des Steuerungsantriebes giebt Abb. 22.

Abb. 25—27: Unterirdische Wasserhaltung mit Dreikurbelpumpe, gebaut von Fraser & Chalmers in London-Erith für zahlreiche Gruben in Johannesburg (Südafrika).

Minutl. Leistung 1,3 cbm auf 500 m bei 90 Umdrehungen der Pumpe, 352 des Motors. Plunger-Durchmesser 127 mm, Hub 381 mm.

Abb. 28: Unterirdische Wasserhaltung für die Debeers-Diamantgruben in Kimberley, von derselben Maschinenfabrik gebaut.

Abb. 29: Unterirdische Wasserhaltung für die Fernando Mining Co., von derselben Maschinenfabrik ausgeführt.

Der elektromotorische Antrieb wird durch Doppelriemenscheiben auf eine Kurbelwelle und durch einen gewöhnlichen Kurbeltrieb auf eine Differenzialpumpe von 152 und 108 mm Plungerdchm., 356 mm Hub übertragen.

Es wurden drei solcher Maschinen geliefert. Sie laufen normal mit 117 Umdrehungen in der Minute und können bis zu 200 Umdrehungen in der Minute gesteigert werden. Die normale Leistung ist 0,9 cbm in der Minute auf 70 m Förderhöhe.

Abb. 30 und 31: Unterirdische Wasserhaltungsmaschine für die Compania del Boleo, gebaut von Fraser & Chalmers in Chicago.

Leistung 2,3 cbm minutlich auf 15 m Druckhöhe. Uebersetzung vom Elektromotor auf jede der 4 Pumpen durch Riementrieb und Stirnkurbel.

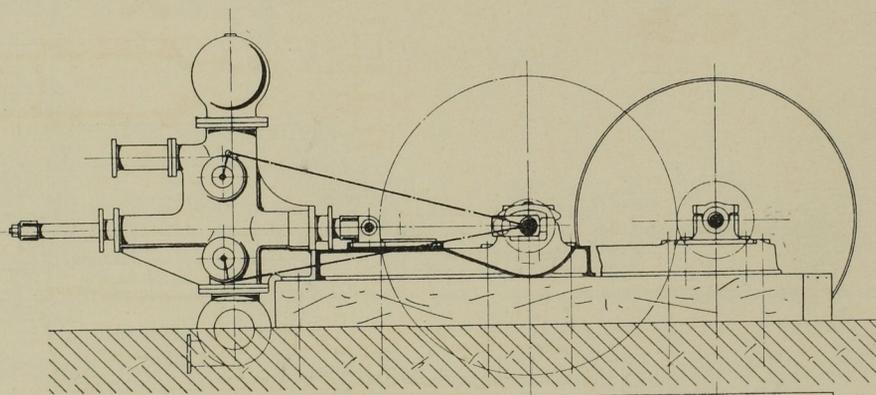


Abb. 12. Seitenansicht. Massst. 1:60.

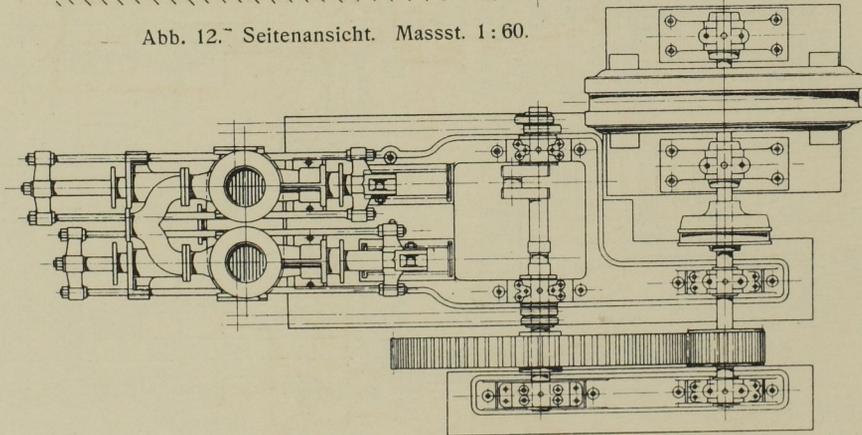


Abb. 13. Grundriss der Pumpmaschine. Massst. 1:60.

Unterirdische Wasserhaltung mit elektrischem Antrieb.

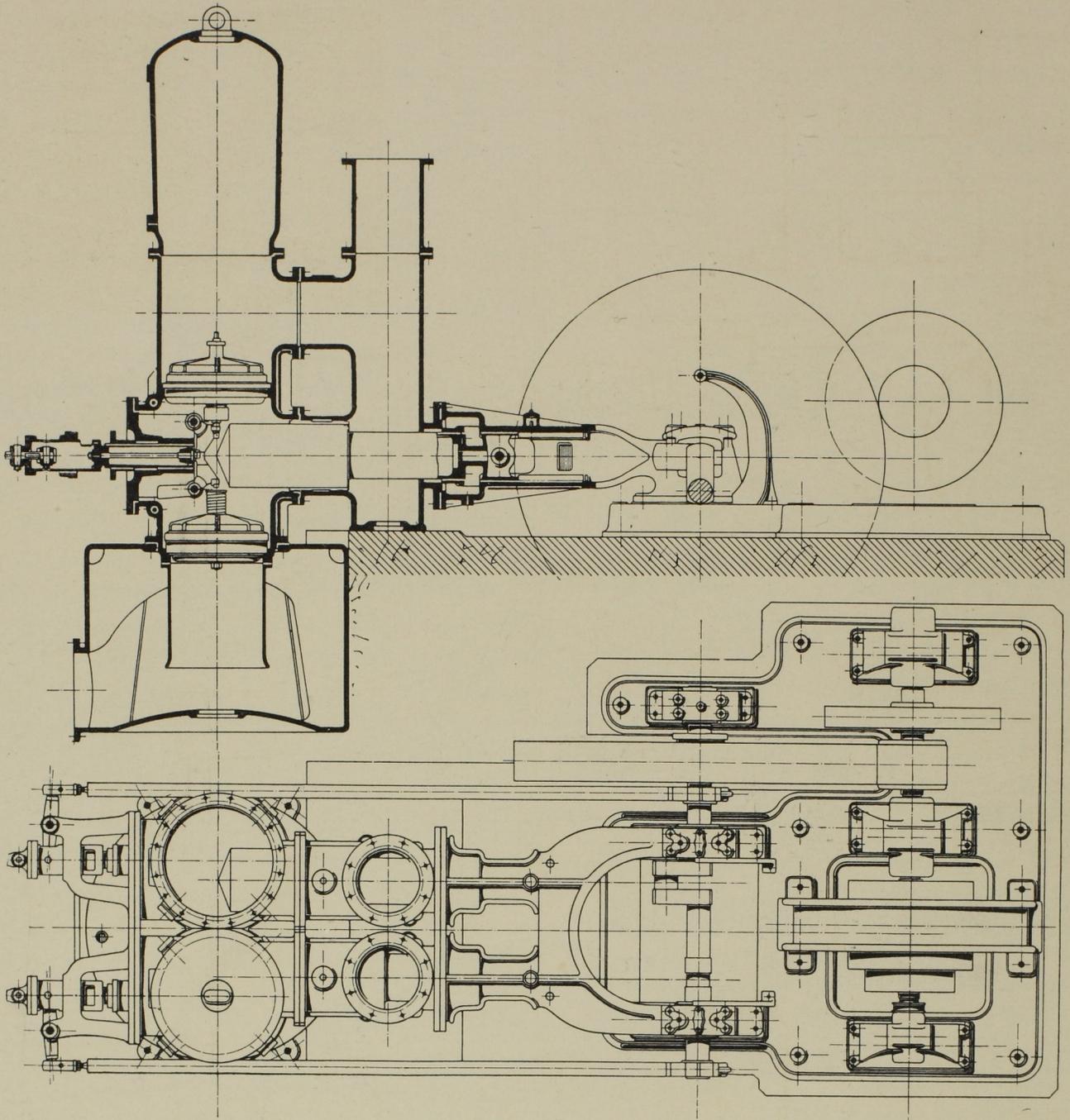


Abb. 17. Längsschnitt und Grundriss der Pumpe.

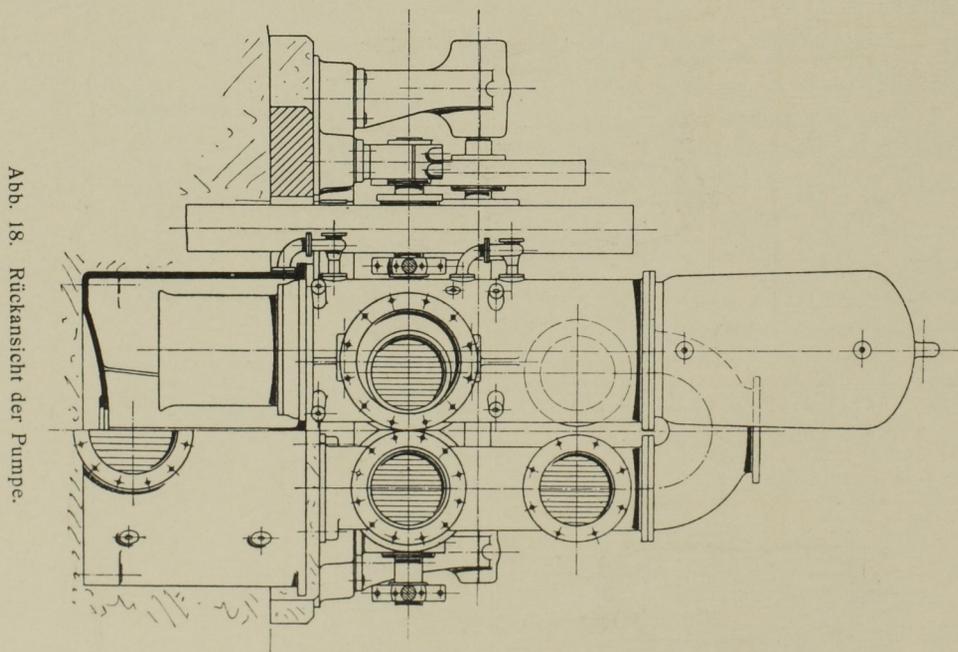


Abb. 18. Rückansicht der Pumpe.

Elektrisch betriebene Pumpe für das Eisen- und Stahlwerk Hoesch in Dortmund,
gebaut von E. Paschke & Co. in Freiberg i. S.

Abb. 19. Seitenansicht der Pumpe.
Massst. 1 : 40.

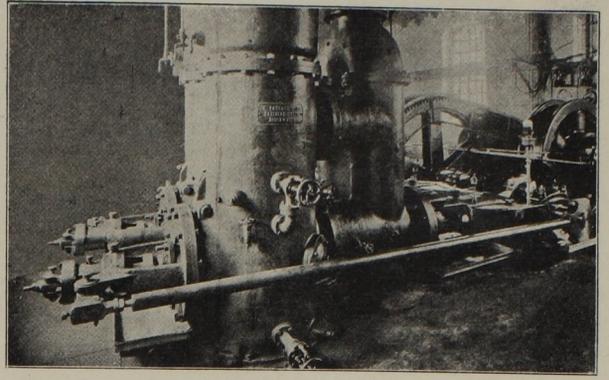
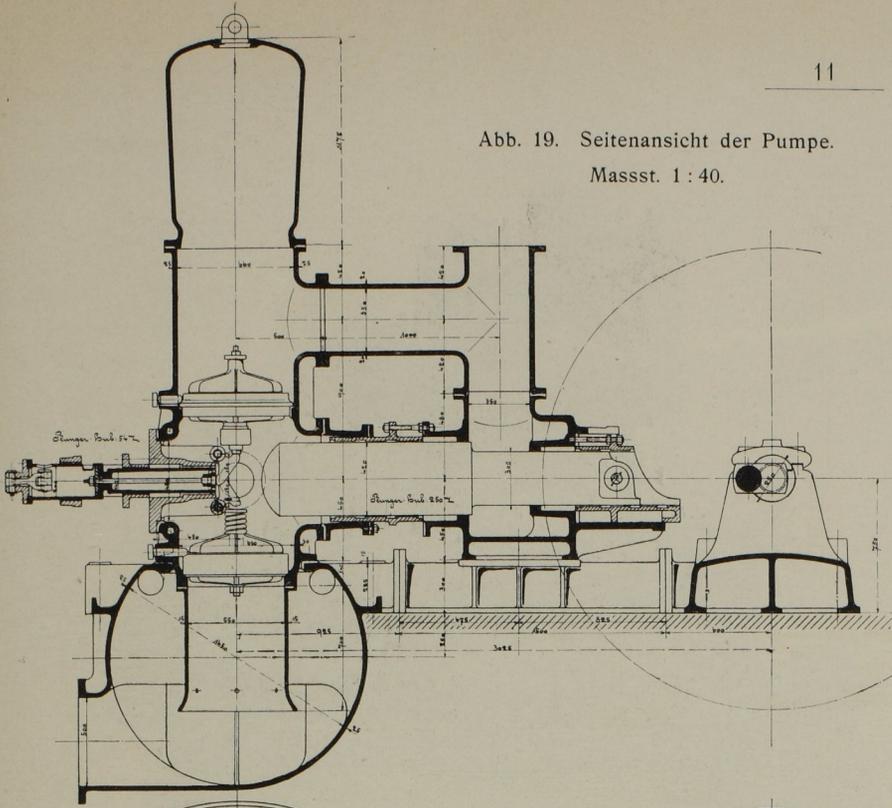


Abb. 22. Steuerungsantrieb.

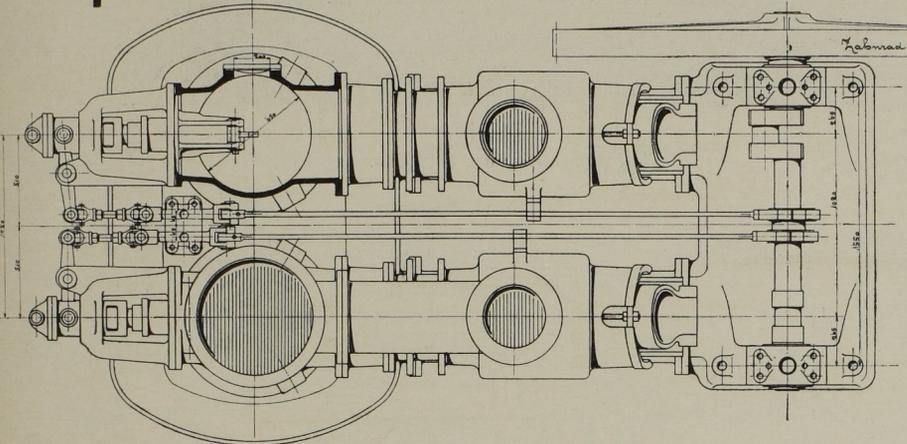


Abb. 20. Grundriss der Pumpe. Massst. 1 : 40.

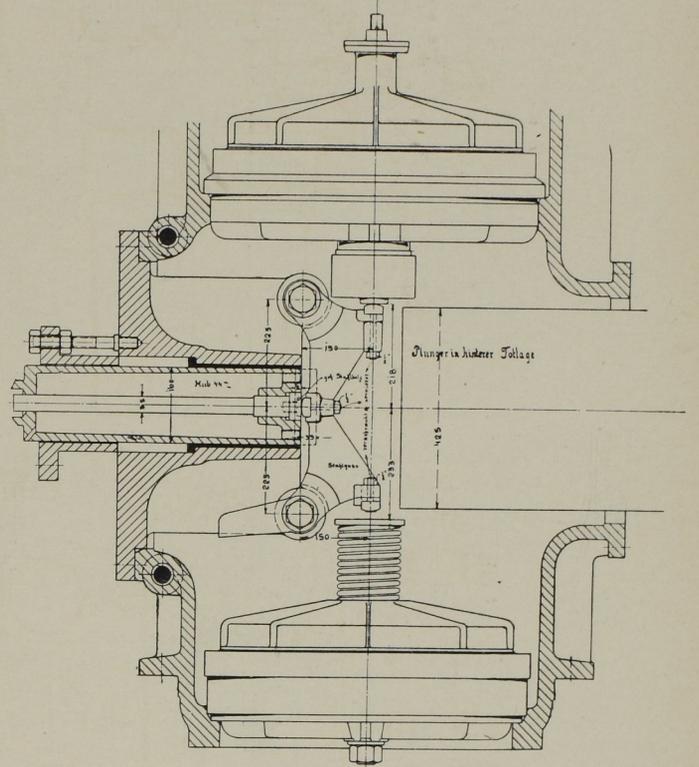


Abb. 23. Pumpensteuerung mit Verdrängerkolben.

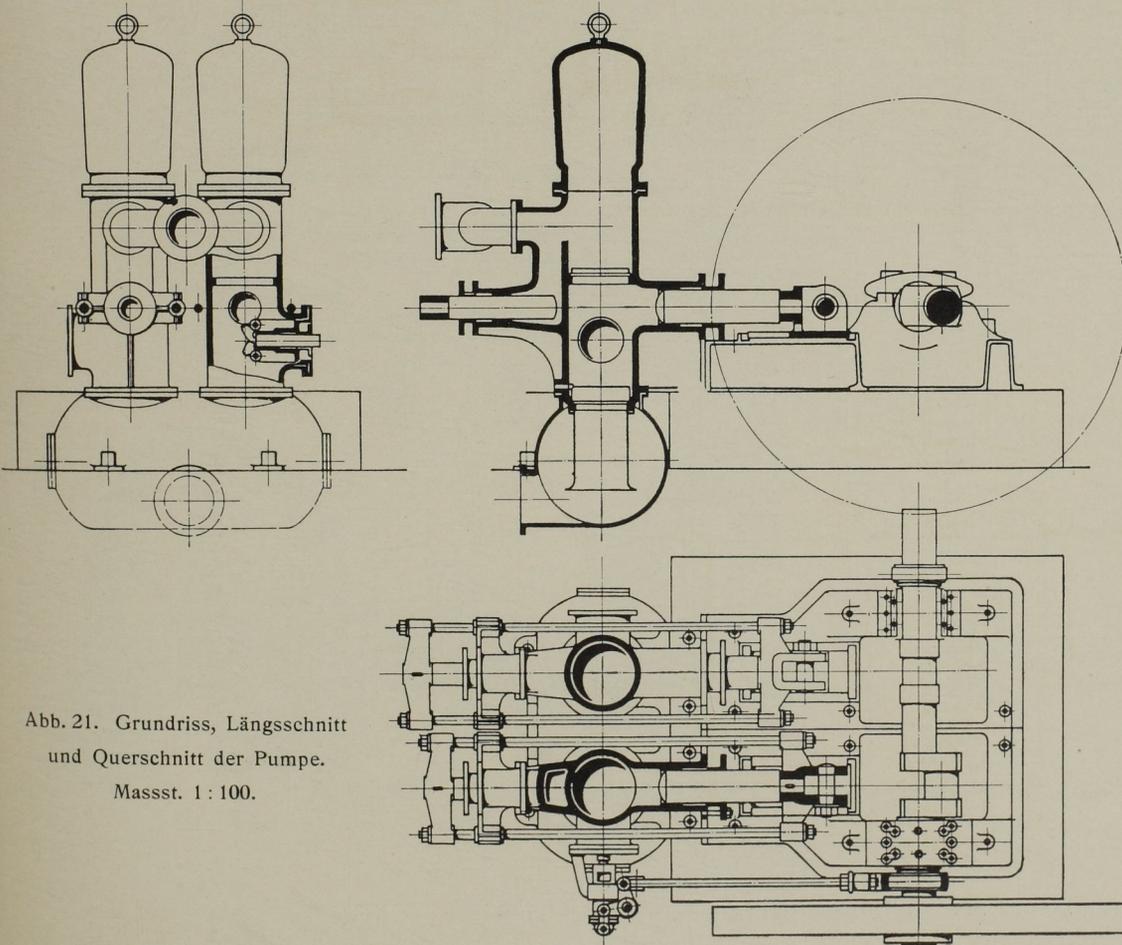


Abb. 21. Grundriss, Längsschnitt und Querschnitt der Pumpe.
Massst. 1 : 100.

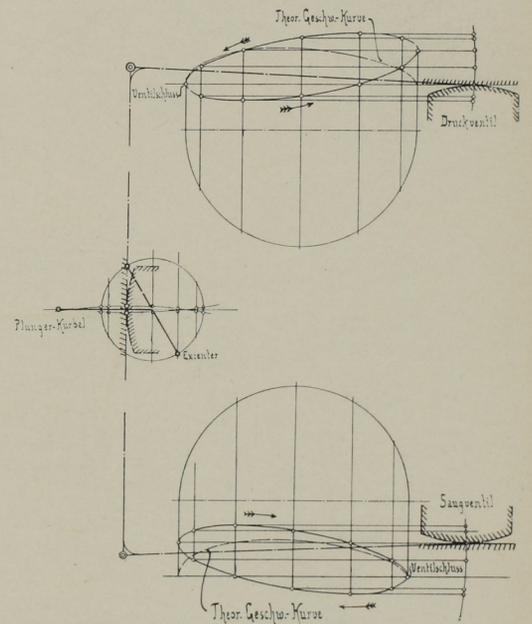


Abb. 24. Diagramm der Pumpen-Steuerung.

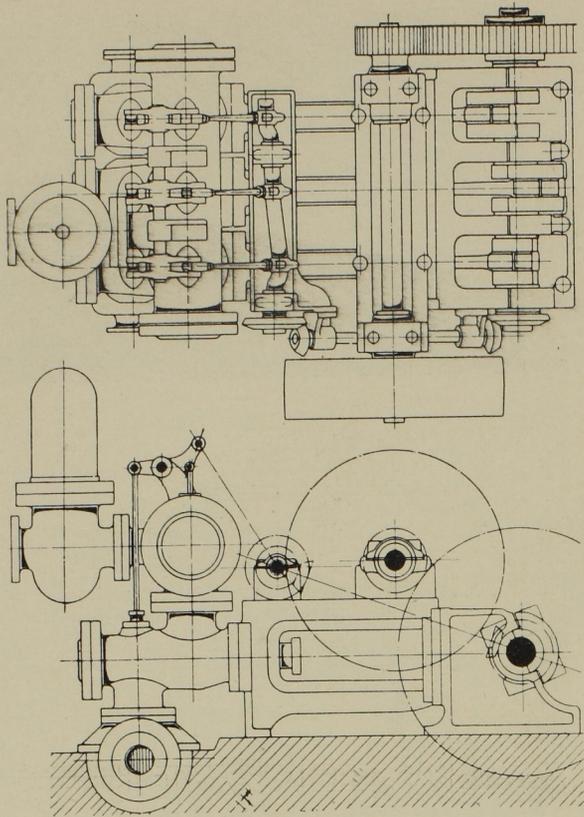


Abb. 25. Gesamtanordnung der Pumpe und Steuerung.
Massst. 1 : 48.

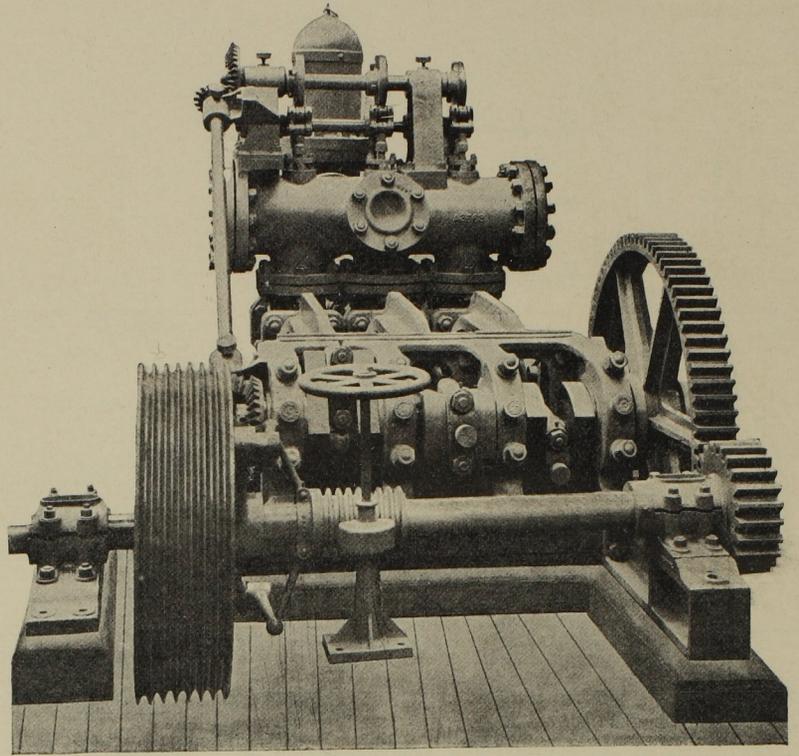


Abb. 26. Bild des Antriebs.

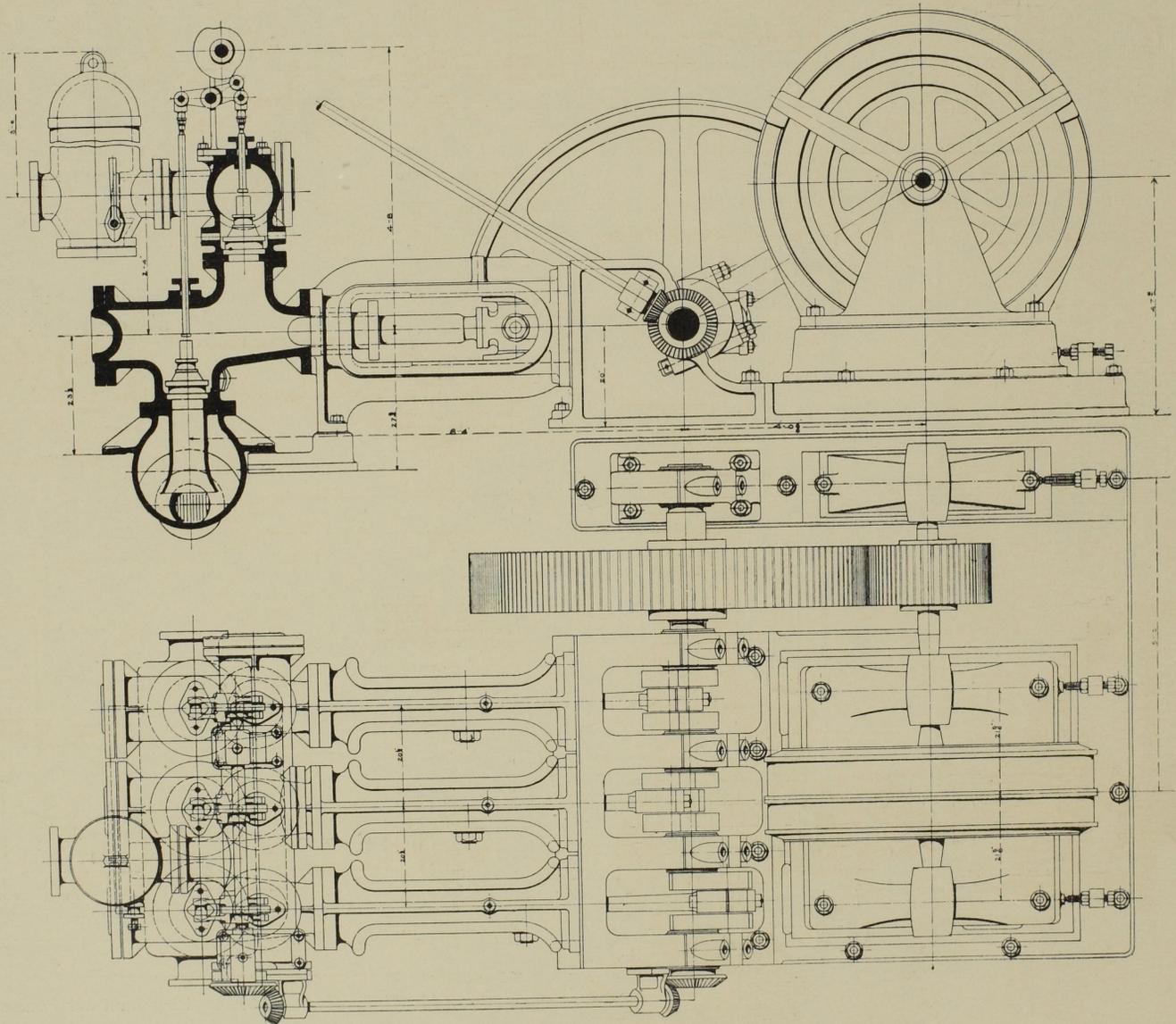


Abb. 27. Grundriss und Seitenansicht der Pumpe. Massst. 1 : 32.

Drillings-Wasserhaltungspumpe mit elektrischem Antrieb,
gebaut von Fraser & Chalmers in London-Erith.

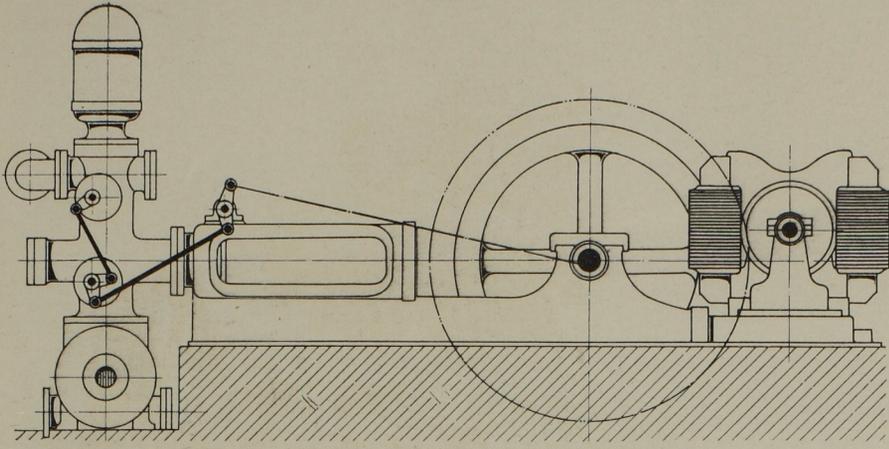


Abb. 28. Seitenansicht. Massst. 1:20.

Elektrisch betriebene Wasserhaltung der Debeers-Diamant-Gruben
in Kimberley.

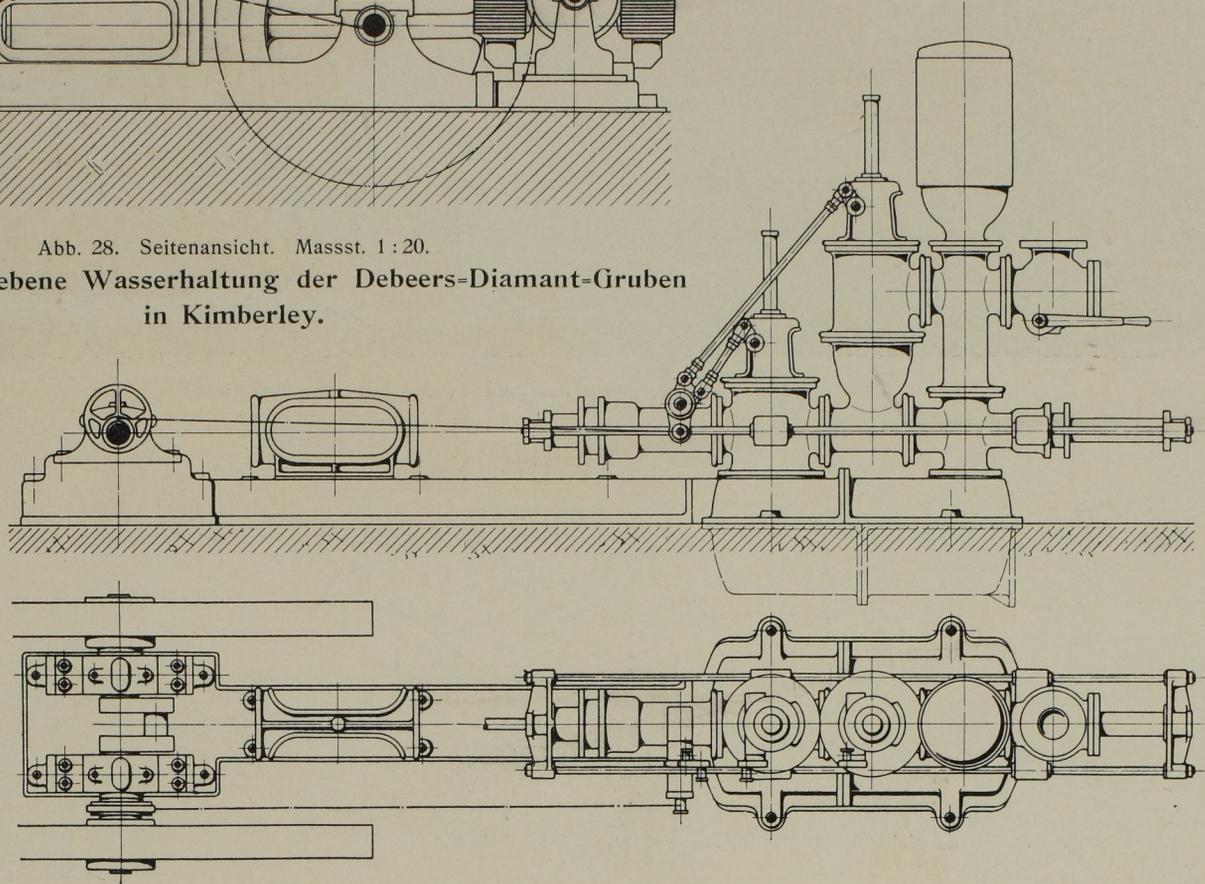


Abb. 29. Grundriss und Seitenansicht der Pumpe. Massst. 1:32.

Unterirdische Wasserhaltung der Fernando Mining Co.

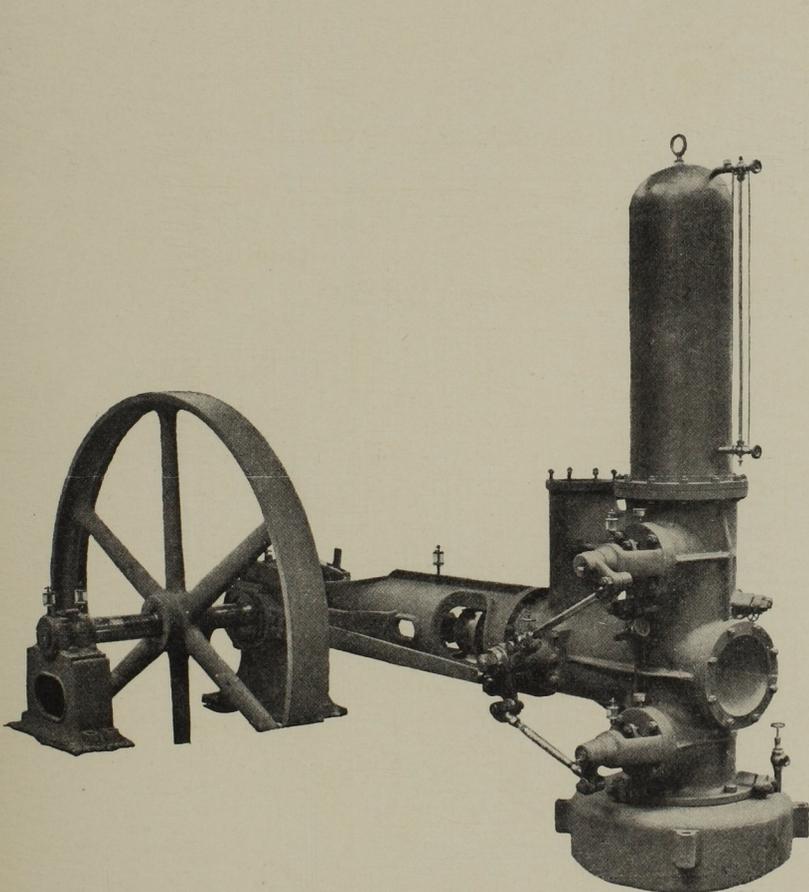


Abb. 30. Gesamtbild der Pumpe.

Wasserhaltungspumpe der Compania del Boleo (Mexiko), gebaut von Fraser & Chalmers in Chicago.

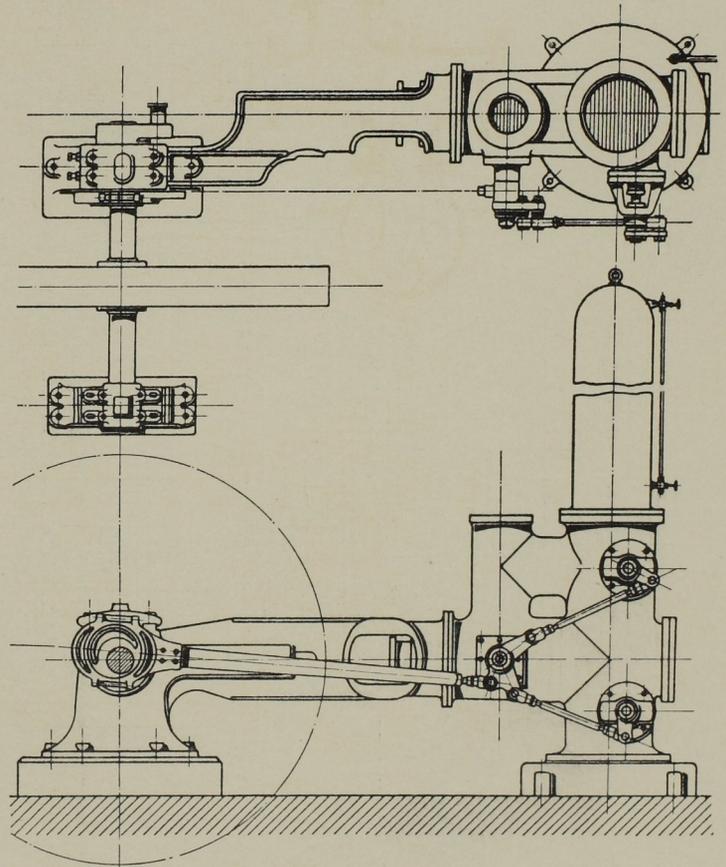


Abb. 31. Seitenansicht und Grundriss der Pumpe.

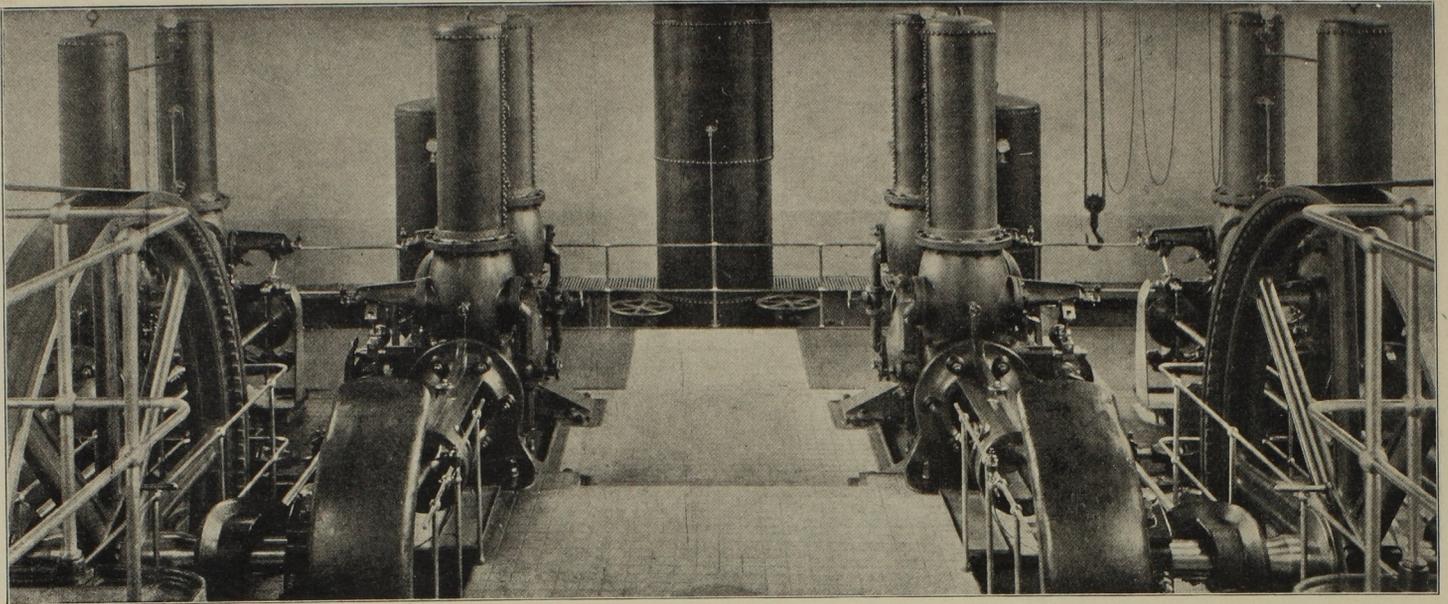


Abb. 32. Gesamtbild der Pumpen und des Pumpenantriebs.

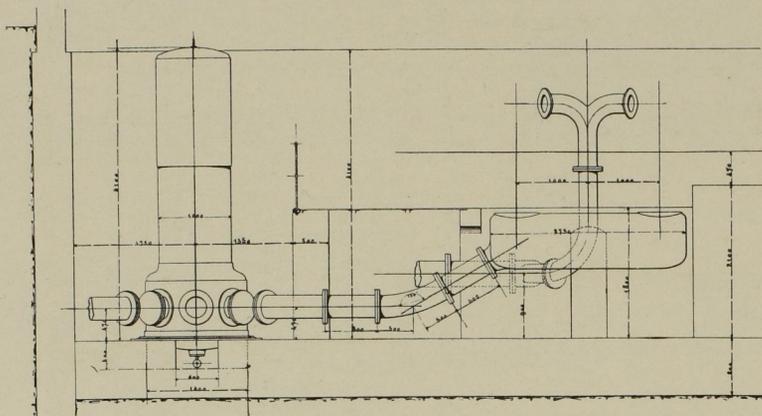


Abb. 34. Seitenansicht der Rohrleitungen und Windkessel. Masst. 1:75.

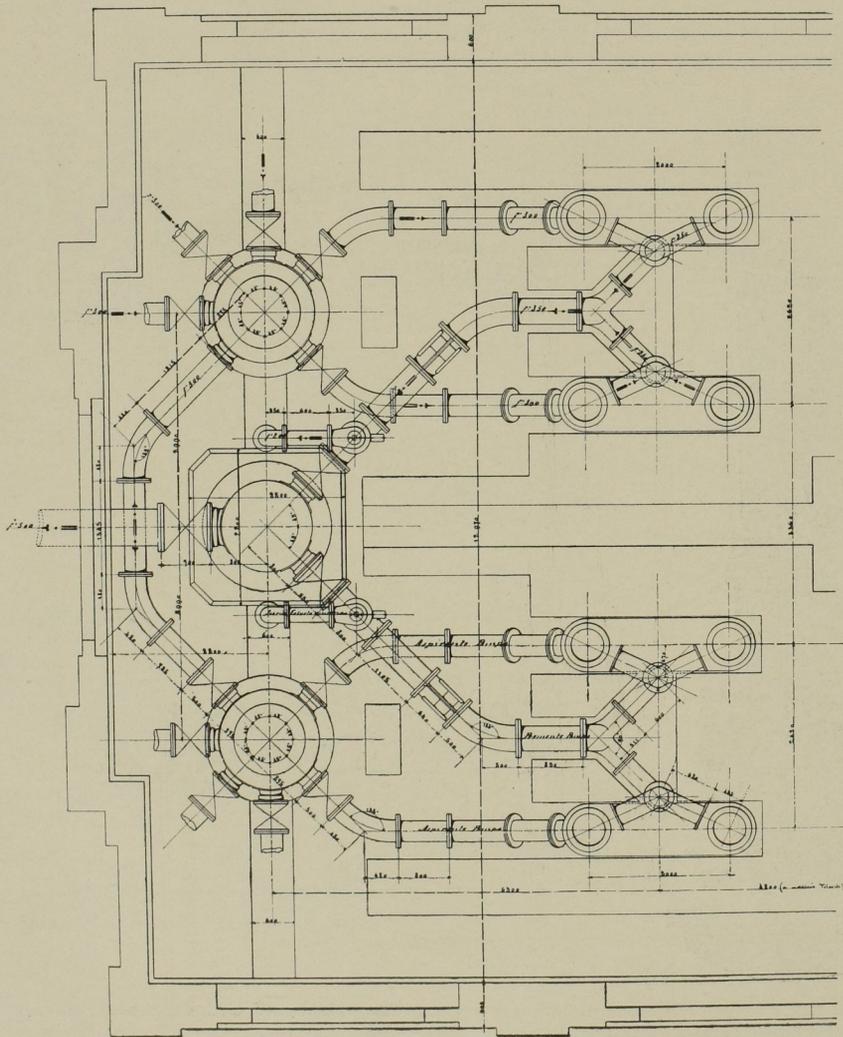


Abb. 33. Grundriss der Rohrleitungen und Windkessel. Masst. 1:75.

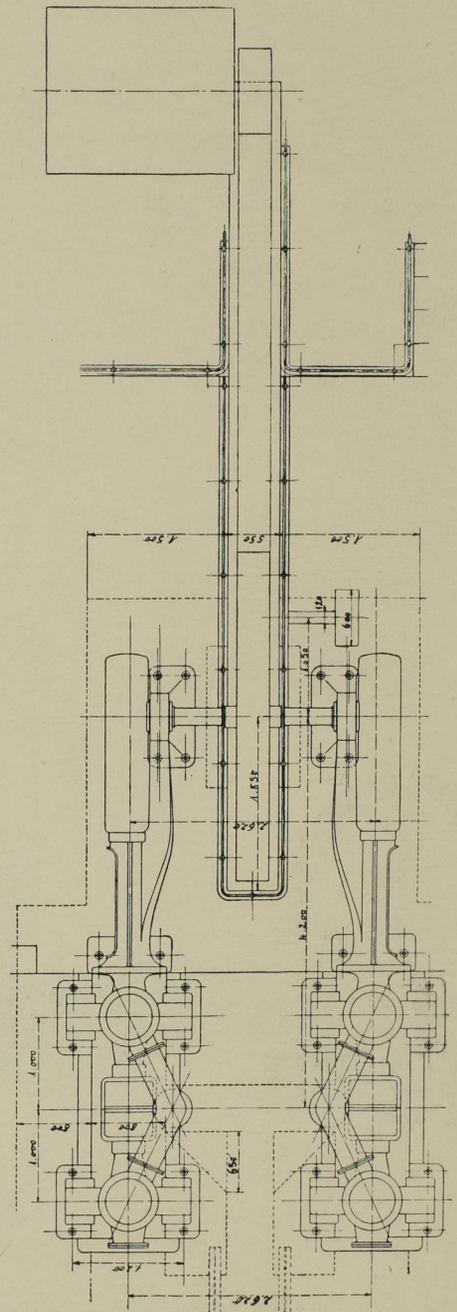


Abb. 35. Grundriss der Pumpmaschine. Masst. 1:75.

Wasserwerksmaschinen der Stadt Mailand, gebaut von Franco Tosi in Legnano.

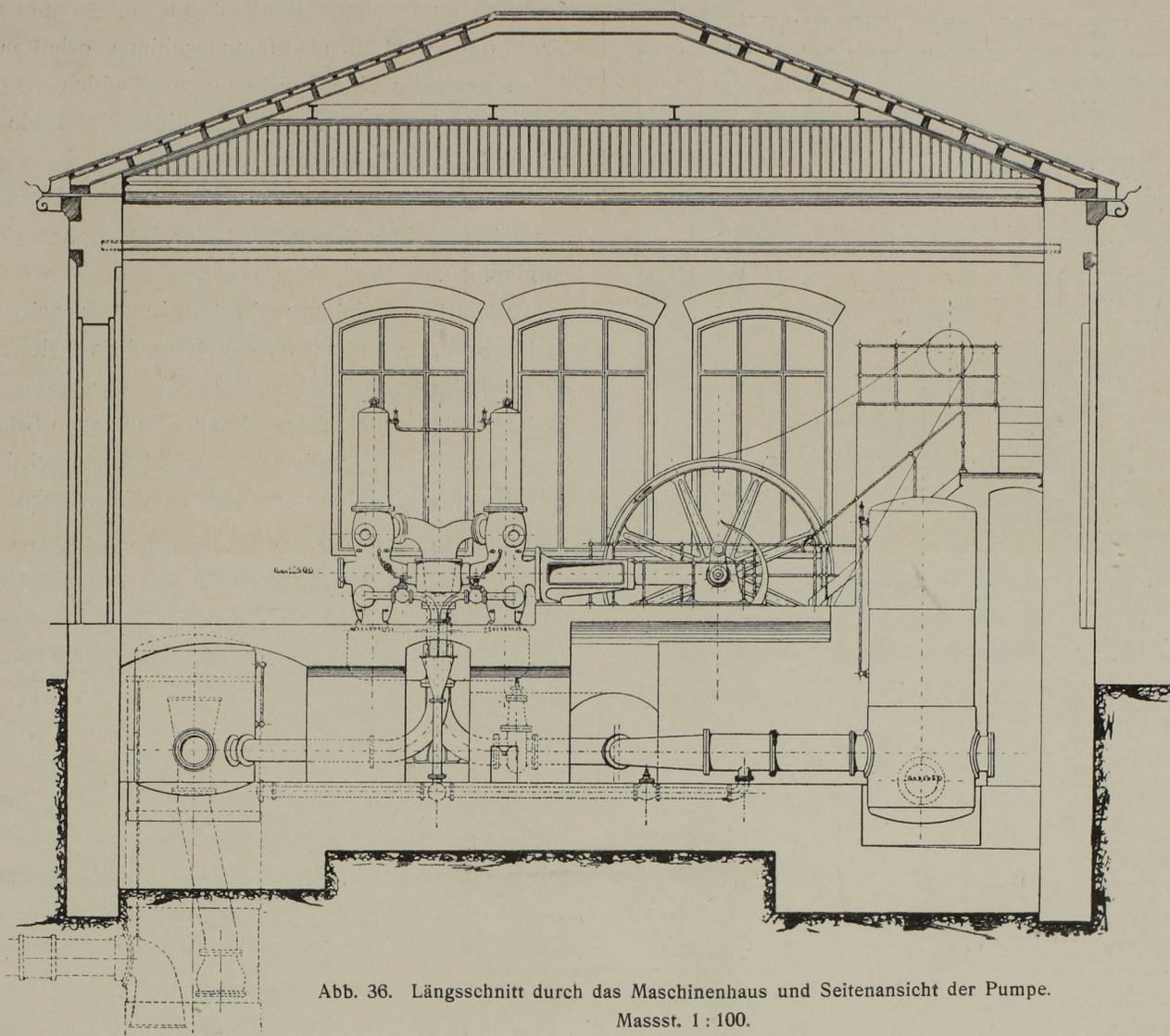


Abb. 36. Längsschnitt durch das Maschinenhaus und Seitenansicht der Pumpe.
 Massst. 1 : 100.

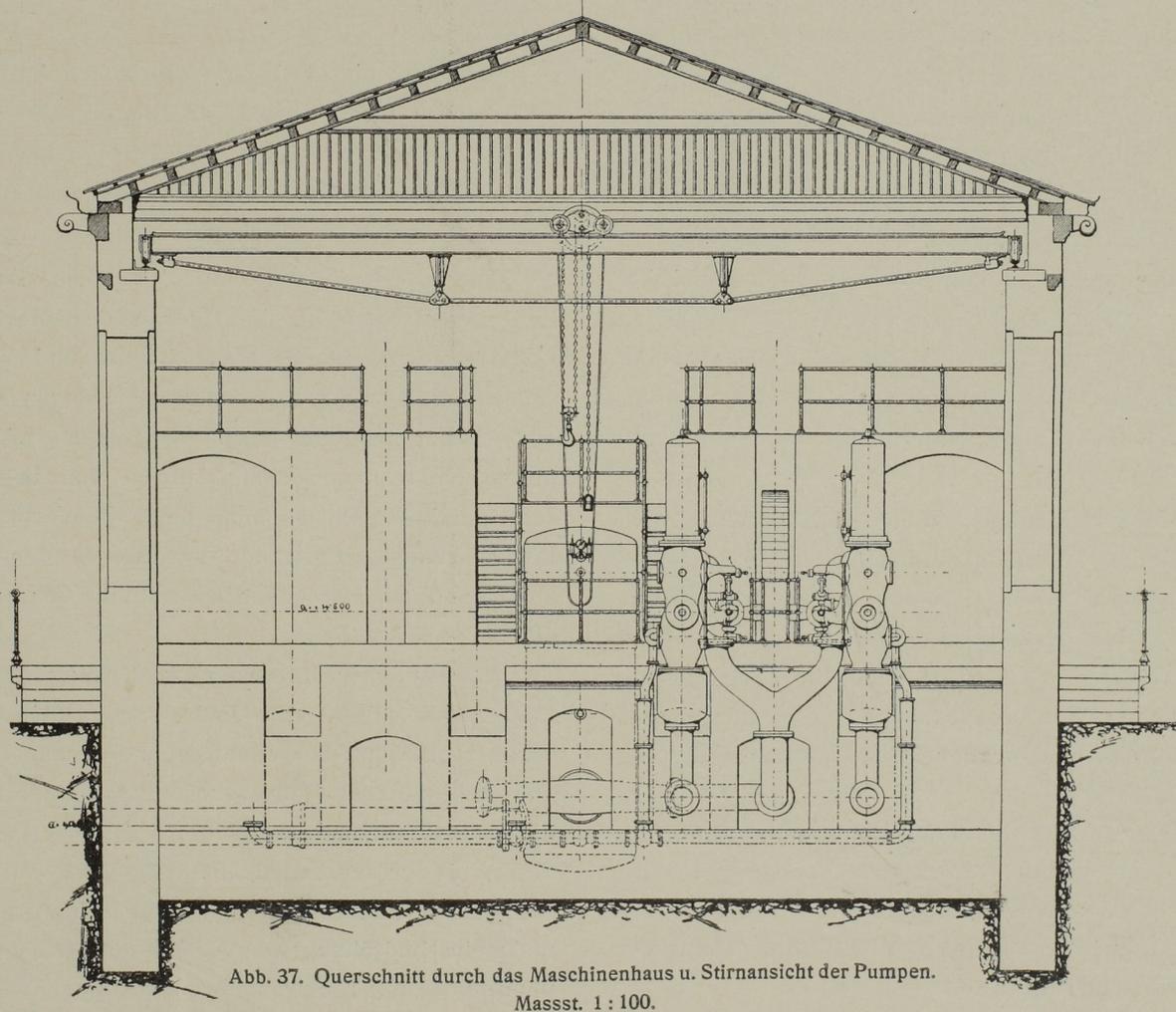


Abb. 37. Querschnitt durch das Maschinenhaus u. Stirnansicht der Pumpen.
 Massst. 1 : 100.

Wasserversorgungsanlage der Tintoria ed Apparecchiatura Comense in Como, gebaut von Franco Tosi in Legnano.

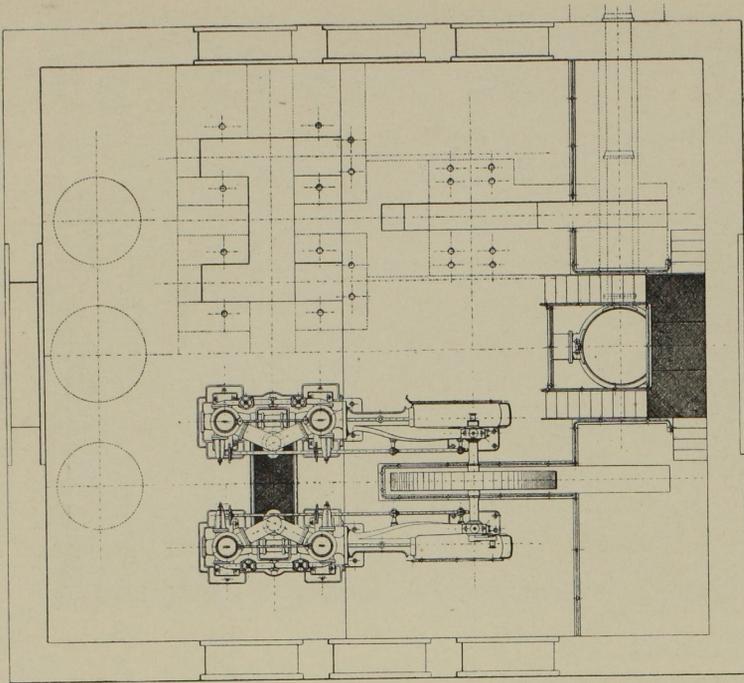


Abb. 38. Grundriss der Gesamtanlage. Massst. 1:50.

Wasserversorgungsanlage der Tintoria Comense.

Abb. 32—34: Städtisches Wasserwerk in Mailand, gebaut von Franco Tosi in Legnano.

Die Anlage umfasst zwei Pumpengruppen von je 360 cbm stündlicher Leistung, jede durch Elektromotoren angetrieben, welche Strom von 3500 Volt Spannung von der Centrale der Edison-Gesellschaft in Mailand erhalten.

Der Rohrleitungsplan (Abb. 33) bedarf folgender Erklärung: Es stehen je zwei Pumpen einer Gruppe mit einem gemeinsamen Saugwindkessel in Verbindung, welcher im Pumpenraum selbst hinter jeder Pumpengruppe aufgestellt ist. Von den beiden Windkesseln, welche unter sich durch eine abschliessbare Rohrleitung verbunden sind, gehen je drei Saugleitungen nach den Sammelbrunnen. Diese sind in ungefähr 100 m Abstand von einander um den Pumpenraum vertheilt und bestehen aus Röhren von 60 cm lichter Weite, die bis zu einer Tiefe von 60 m eingetrieben sind. Das Grundwasser steigt in den Brunnen bis auf etwa 4 m unter Pumpenkolbenhöhe und kann unmittelbar abgesaugt werden.

Beide Pumpengruppen haben ausser den Druckwindkesseln der einzelnen Pumpen noch einen gemeinsamen Druckwindkessel. Von diesem geht eine einzige Leitung von 500 mm l. W. nach dem städtischen Netze und von dort nach dem Ausgleichs-Hochbehälter. Die Messung des gehobenen Wassers ergab bei 75 Umdrehungen minutlich und 53 m Druckhöhe einen Wirkungsgrad von 97 %.

Das Gesamtbild der Pumpenanordnung und des Antriebes zeigt die Abb. 32.

Abb. 36—38: Wasserversorgung für die Tintoria ed Apparecchiatura Comense in Como, gebaut von Franco Tosi in Legnano.

Das Pumpenhaus liegt 100 m vom Como-See entfernt und wird zwei Pumpmaschinen erhalten, von denen vorläufig eine von 540 cbm stündlicher Leistung aufgestellt ist. Die zweite Maschine wird Ende dieses Jahres in Betrieb kommen.

Die Pumpe wird durch einen Wechselstrommotor angetrieben. Der Strom wird der städtischen Centrale entnommen.

Die Seesaugleitung besteht aus geschweissten Stahlröhren, zwischen welche besondere Gelenkstücke eingeschaltet wurden, sodass sie der wechselnden Bodenbeschaffenheit folgen kann. Das letzte Stück der Seeleitung ist als Saugkorb ausgebildet und wird durch eine Holzkonstruktion vom Boden entfernt gehalten.

Die Druckleitung vom Pumpenraum bis zur Fabrik ist aus Guss-Muffenröhren von 500 mm lichter Weite hergestellt und mündet in einen Hochbehälter aus Beton von circa 110 cbm Inhalt. Die Widerstandshöhe beträgt 20 m.

Allen diesen Anlagen mit Zwischentrieb zwischen Elektromotor und Pumpe haften die Mängel der Zwischenübersetzung an, auch wenn Pumpe, Motor und Zwischentrieb mustergiltig und ihrer Eigenart entsprechend ausgebildet sind. Auch bei hoher Umlaufzahl kostet ein Elektromotor mit der vollständigen Zwischenumsetzung fast ebensoviel als ein Elektromotor, welcher eine mit mässiger Geschwindigkeit laufende Pumpe unmittelbar antreibt.

Der Wirkungsgrad des elektrischen Antriebes wird aber durch den Verlust in der Uebersetzung um mindestens 10 % verringert; bei kleinen und schlechten Ausführungen steigt dieser Verlust sogar bis zu 20 % und bei Seiltrieben manchmal über 25 %.

Die Gesamtkosten einer solchen Anlage mit Zwischenübersetzung sind wegen des viel grösseren Bedarfs an Grundfläche, Gebäude und Fundament durchschnittlich etwa 20 %, bei grossen Anlagen aber bis zu 40 % höher als die von Pumpenanlagen mit unmittelbarem elektromotorischen Antrieb von mässiger Geschwindigkeit. Dazu kommt dann die Vermehrung der Betriebskosten wegen der Verluste in der Zwischenübersetzung und wegen der Instandhaltung der Theile dieses Zwischentriebes.

Es ist daher immerhin ein Fortschritt, wenn die Pumpen, die mit 80—100 Umdrehungen minutlich laufen, durch Elektromotoren unmittelbar angetrieben werden. Die Anlage- und Betriebskosten vermindern sich in diesem Falle schon erheblich.

Weit grösser wird aber die Ersparniss in den Anlage- und Betriebskosten, wenn raschlaufende, mit 200 und mehr Umdrehungen in der Minute betriebene Pumpen unmittelbar mit Elektromotoren gekuppelt werden.

Seit vielen Jahren ist wiederholt die Anregung an mich herangetreten, eine neue Bauart von Pumpen zu schaffen, welche den eigenartigen Bedürfnissen des elektromotorischen Betriebes entspricht. Die Offertjägerei, das Unterbietungssystem der elektrotechnischen Agenten und auch grosser Firmen von Weltruf und die Ueberhebung, die unerfahrene Elektrotechniker vielfach gegenüber hervorragenden Maschinenfabriken an den Tag legen, hielten mich jedoch von der Mitarbeit ab.

Im Jahre 1897 erhielt ich neuerdings von verschiedenen Seiten die Einladung, eine neue Konstruktion raschlaufender Pumpen für unmittelbaren elektrischen Antrieb zu entwerfen, die insbesondere dem inzwischen dringend gewordenen Bedürfnisse nach raschlaufenden Wasserhaltungsmaschinen entspräche. Ich war bereit, einen dahingehenden Auftrag der Herzoglichen Salzwerks-Direktion in Leopoldshall anzunehmen, zog mich aber wieder zurück, weil bereits Offertverhandlungen zur Erlangung von Pumpenprojekten eingeleitet waren.

Anfang 1898 erhielt ich von der genannten Herzoglichen Salzwerks-Direktion, die durch die Anerbietungen der Elektrotechniker zu brauchbaren Maschinen nicht gelangen konnte, den Auftrag, den Entwurf von drei unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen selbständig und unabhängig von den Offertverhandlungen durchzuführen. Es ist das Verdienst dieser Direktion, das Bedürfnis nach einer völlig neuen, den besonderen Anforderungen des elektromotorischen Betriebes entsprechenden Wasserhaltungsmaschine richtig erkannt und durch ihr entschiedenes Vorgehen die Anregung zu einem wesentlichen Fortschritt gegeben zu haben. Allerdings wurde die Verantwortung vollständig auf mich übertragen, mir aber auch volle Unabhängigkeit zugestanden.

Kurz darauf erhielt ich von der Deputation der Mansfelder Gewerkschaft den Auftrag, eine raschlaufende unterirdische Wasserhaltungsmaschine grösster Art für den Hohenthal-Schacht I dieser Gewerkschaft auszuführen.

Gleichzeitig wurde ich vom Eschweiler Bergwerksverein beauftragt, zwei raschlaufende Wasserhaltungsmaschinen von je 6 cbm Leistung bei 500 m Druckhöhe für den Nothberg-Schacht zu entwerfen und den Bau der ganzen Maschinenanlage durchzuführen.

Somit waren mir in kurzer Frist eine Fülle neuer und sehr schwieriger Aufgaben gestellt, die gelöst werden mussten. Die Lösung setzte die Schaffung eines vollständig neuen Pumpentypus voraus, denn mit blosser Verbesserung von Einzelheiten der bekannten Pumpenkonstruktionen konnte den gestellten hohen Anforderungen nicht entsprochen werden.

Durch die Unabhängigkeit, die mir in den genannten

Fällen gewährt war, wurde mir die Möglichkeit gegeben, die Erfahrungen des modernen Maschinenbaus unbeirrt durch hindernde Einflüsse und lediglich auf grund der eigenen Verantwortung im ganzen Umfange zur Geltung zu bringen, und so schien es mir möglich, die drei grossen Aufgaben, deren jede eigenartige Schwierigkeiten bot, mit neuen Mitteln vollständig zu bewältigen und einen grossen Fortschritt im Pumpenbau herbeizuführen. Für den Erfolg hatte ich aber moralisch und materiell allein aufzukommen.

Für die Leopoldshaller Pumpen waren ursprünglich 150 Umdrehungen minutlich in Aussicht genommen, jedoch glaubte ich zur Lösung der gestellten Aufgabe, den Elektromotor mit der Pumpe unmittelbar zu koppeln, schon bei dieser ersten Ausführung auf 200 Umdrehungen minutlich sicher gehen zu können und legte deshalb diese Geschwindigkeit zu grunde.

Die Schwierigkeiten der Mansfelder Anlage waren wegen der anzustrebenden grossen volumetrischen Leistung, bis zu 40 cbm minutlich, ungewöhnliche und zwangen zur grössten Vorsicht. Ich beschränkte deshalb die normale Geschwindigkeit auf 125 Umdrehungen minutlich, hoffte aber Steigerungsfähigkeit bis zu 200 Umdrehungen in der Minute sicher zu erreichen.

Auch die Anlage in Eschweiler bot infolge des hohen Betriebsdrucks und der grossen Gesamtleistung besondere Schwierigkeiten, die mit völlig neuen Mitteln bewältigt werden mussten. —

Gegenüber der Neuheit und Schwierigkeit der Aufgaben entschloss ich mich zu folgendem Wege: In gemeinsamer Arbeit mit Herrn Professor Stumpf wurden zunächst alle Einzelheiten gründlich durchgerechnet und die vorläufigen Entwürfe ausgearbeitet. Diese Studien, zunächst auf dem Boden der bekannten raschlaufenden Pumpen mit Zwangsschluss-Steuerung der Pumpenventile durchgeführt, ergaben befriedigende Ergebnisse, jedoch wurde ein neuer Weg gesucht und in der Konstruktion vom Pumpenkolben gesteuerter Ventile auch gefunden, der raschen Gang der Pumpe ohne Steuerungsmechanismus ermöglichte. Der oft betretene Weg, ein vielspaltiges Ventil mit Federbelastung für raschen Gang auszuführen, erwies sich als vollständig ungangbar und unzuweckmässig; die auf dieser Grundlage entstehenden Pumpenkonstruktionen mussten wegen der Ventilbelastung minderwerthig werden.

Zur Erprobung der neuen Ventilkonstruktion wurde ein Versuchsapparat zusammengesetzt, insbesondere um die Massenbewegung der grossen Ventile für Mansfeld beobachten zu können.

Dann wurde der Entwurf für Leopoldshall, wo trotz der hohen Umlaufzahl von 200 Umdrehungen minutlich die geringsten Schwierigkeiten vorlagen,

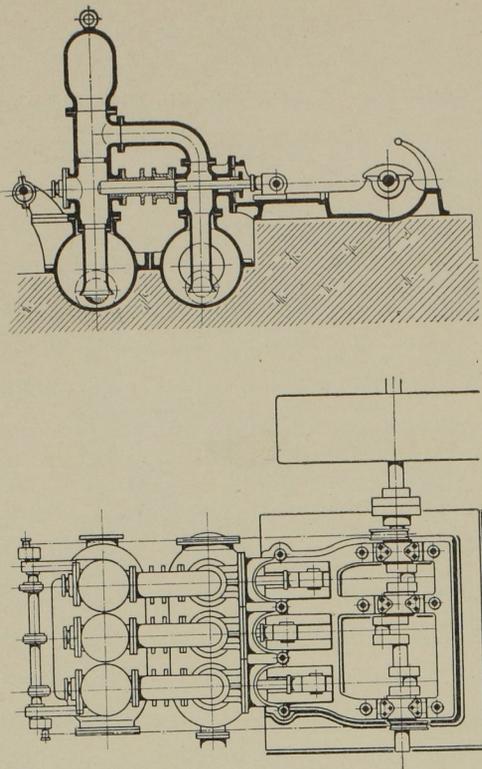


Abb. 39. Entwurf einer raschlaufenden Pumpe für Leopoldshall.
($n = 150$.) Massst. 1:60.

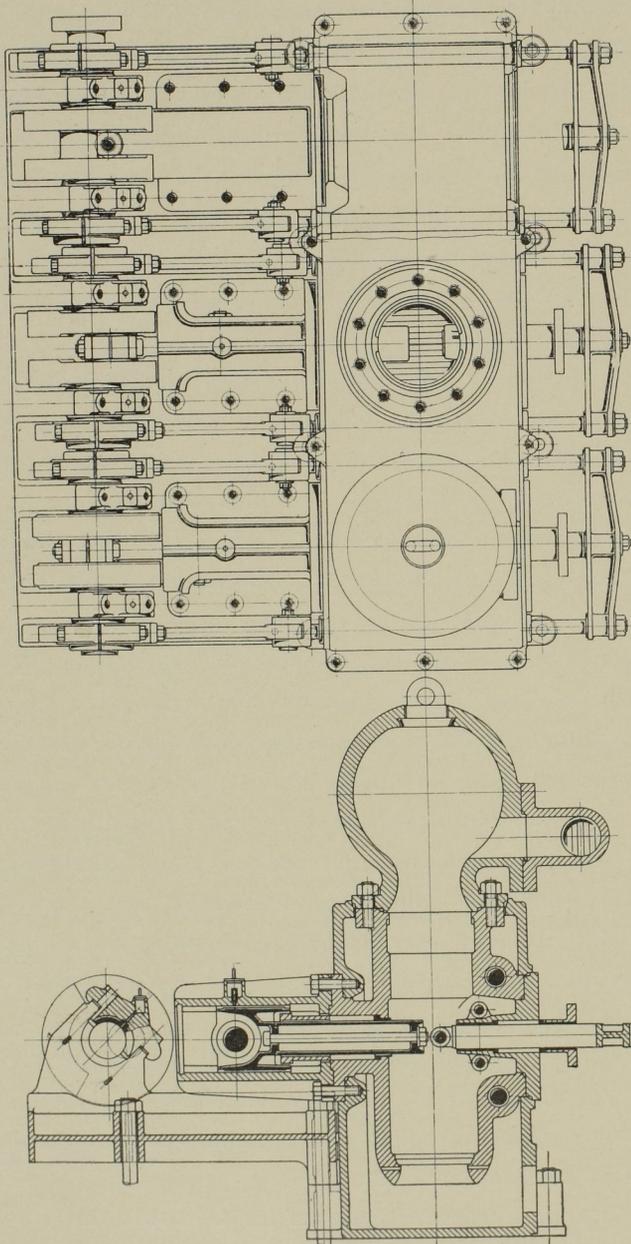


Abb. 40. Entwurf einer raschlaufenden Pumpe für Leopoldshall.
($n = 200$.) Massst. 1:25.

ausgearbeitet, eine der für Leopoldshall bestimmten drei Wasserhaltungsmaschinen rasch gebaut und im Maschinen-Laboratorium der Technischen Hochschule erprobt. Die Erprobung erfolgte auch im Dauerbetriebe, sodass Erfahrungen nicht nur über die Wirkung der neuen Konstruktion im allgemeinen, sondern auch über die Haltbarkeit der Theile erlangt wurden. Die so gewonnenen Erfahrungen konnten dann für die zwei weiteren Leopoldshaller Maschinen und für die grossen Maschinen für Mansfeld und Eschweiler verwertet werden.

Hierauf wurde eine Pumpe für Mansfeld so rasch als möglich gebaut und gleichfalls im Maschinen-Laboratorium erprobt, um die Betriebsergebnisse mit dieser ungewöhnlich grossen Pumpe rechtzeitig zu erhalten. Durch diesen allerdings sehr kostspieligen Vorgang hoffte ich alle massgebenden Erfahrungen mit den neuen Konstruktionen zu erhalten, bevor mit den Maschinen in die Grube gegangen würde, wo jede, auch geringe nachträgliche Arbeit grosse Schwierigkeiten und Kosten bereitet. Ausserdem wollte ich dem Laboratorium der Technischen Hochschule die willkommene Gelegenheit bieten, sich mit neuen Aufgaben zu beschäftigen, um den Wirkungskreis dieser wichtigen Neuerung des technischen Unterrichts zu erweitern.

Zur Sache und persönlich habe ich zu bemerken, dass die Durchführung der erwähnten drei Anlagen in gemeinsamer Arbeit mit Herrn Professor Stumpf erfolgte, dass aber die neue Pumpensteuerung sowie mehrere andere wesentliche Einzelheiten der neuen Pumpenkonstruktion ausschliesslich von ihm herrührt.

Dass die Entwicklung, wie bei allen neuen Konstruktionen, die planmässig auf grund bestimmter Bedürfnisse entstehen, eine nur allmähliche, schrittweise sein konnte, und dass zunächst mancher krumme Weg eingeschlagen wurde, bevor der gerade Weg gefunden war, versteht sich von selbst.

Abb. 39 stellt einen Entwurf dar, der zuerst für Leopoldshall bei nur 150 Umdrehungen in Frage stand. Die Steuerung sollte, da eine Drillingspumpe verlangt war, von rückwärts auf die Pumpenventile übertragen werden, denn die Mittelpumpe konnte seitwärts zur Anbringung einer Pumpensteuerung nicht wohl zugänglich gemacht werden. Die rückwärtsliegende Steuerwelle erschien aber mit Rücksicht auf die Zugänglichkeit der Pumpenventile zu umständlich und deshalb unzulässig.

Abb. 40 zeigt einen verbesserten Entwurf für raschen Gang, $n = 200$, aber gleichfalls mit Ventilsteuerung durch einen Verdrängerkolben, der durch ein Querhaupt von zwei Exzentrern angetrieben werden sollte. Die Bedenken gegen die Instandhaltung eines umständlichen Steuermechanismus bei raschem Lauf waren die Veranlassung, auf eine Vereinfachung der Steuerung zu sinnen.

Im übrigen ist aber aus diesem Entwurf zu ersehen, dass darin die Hauptsache, die, wie schon an anderer Stelle hervorgehoben wurde, nicht in den Ventilen allein, sondern in der richtigen Beachtung der Wirkungen der Triebwerks- und Wassermassen zu suchen ist, schon vollständig berücksichtigt war. Die Pumpe würde auch in dieser Konstruktion vollständig den

Anforderungen eines Dauerbetriebes mit dieser hohen Geschwindigkeit entsprochen haben; es mangelte nur die Einfachheit in den Nebentheilen. Diese wurde erst durch die weitere Arbeit erreicht. —

Die Vorarbeiten und Erfahrungen mit den ersten Versuchspumpen ergeben sich aus dem nachfolgenden:

Bericht des Maschinen-Laboratoriums der Königl. Technischen Hochschule zu Berlin über die Erprobung raschlaufender Pumpen.*)

Zur Feststellung der Betriebsverhältnisse einer neuen Konstruktion raschlaufender Pumpen wurde mir durch Herrn Geheimrath Professor Riedler zwecks Erprobung im Maschinen-Laboratorium übergeben:

1. im März 1898:

eine Vorrichtung zur Untersuchung und Beobachtung der Bewegung von Ventilen neuer Bauart;

2. im Juni 1898:

eine dreicylindrige raschlaufende Hochdruckpumpe für das Herzoglich Anhaltische Salzwerk Leopoldshall für elektromotorischen Antrieb;

3. im Februar 1899:

eine grosse eincylindrige raschlaufende Pumpe für die Mansfelder Gewerkschaft für unmittelbaren Antrieb durch eine Dampfmaschine.

Durch die Versuche sollte insbesondere ermittelt werden:

Das Verhalten der Wassermassen, der Pumpenventile und des Triebwerks bei normaler und gesteigerter Geschwindigkeit und bei verschiedenen Saughöhen.

Das Verhalten der Kolben- und Ventildichtungen sowie der Betriebsausrüstungen.

Zu allen einzelnen Punkten war die Ursache etwaiger Mängel festzustellen.

Als normale Betriebs-Geschwindigkeiten waren angenommen:

für die Versuchsvorrichtung 150 Umdrehungen minütlich, ohne nennenswerthe Steigerungsfähigkeit,

für die Hochdruckpumpe Leopoldshall:

200 Umdrehungen minütlich, mit Steigerungsfähigkeit bis auf etwa 400 Umdrehungen minütlich,

für die Druckpumpe Mansfeld:

125 Umdrehungen minütlich, mit Steigerungsfähigkeit bis auf etwa 250 Umdrehungen minütlich.

Es war vereinbart, die Geschwindigkeit ohne Rücksicht auf etwaige Brüche oder Beschädigungen der Versuchspumpen und ihrer Theile auf das höchste überhaupt erreichbare Maass zu steigern, soweit die Betriebsvorrichtungen des Laboratoriums und die Betriebssicherheit in demselben es gestatten.

I. Erprobung der Versuchsvorrichtung.

Die Versuchsvorrichtung bestand aus einem horizontalen Tauchkolben mit Stopfbüchse, neben der konzentrisch um den Plunger ein ringförmiges Saugventil ausgeführt war, das durch den Kolben in seiner Todtlage am Ende des Saughubs durch Zwischenschaltung einer Stahlfeder geschlossen wurde. Als Druckventil waren gewöhnliche federbelastete Ringe ausgeführt. Ventile und Tauchkolben waren in einem aus Holz gezimmerten und versteiften Pumpenkasten eingebaut. Der ganze Apparat wurde, da das Ergebniss eines Vorversuches für die Konstruktion auszuführender Pumpen rasch vorliegen sollte, in einer Woche hergestellt und roh zusammengebaut. Der Zweck des Vorversuches war nur der, die Bewegung der Wasser- und Ventilmassen bei minütlich 150 Umdrehungen zu studiren. Die Ventilquerschnitte und der Hub waren den Betriebsverhältnissen der unter 3. erwähnten Mansfelder Pumpe angepasst.

Der Versuchskolben mit 350 mm Hub konnte an die verlängerte Kolbenstange einer vorhandenen kleinen Dampfmaschine unmittelbar gekuppelt werden. Diese Dampfmaschine konnte zur Noth bis auf 200 Umdrehungen minütlich gesteigert werden.

Im Pumpenkasten waren Schaulöcher und Glühlampen angebracht, um die Wasser- und Ventilmassen unmittelbar beobachten zu können, was aber nur in beschränktem Maasse gelang, da das Wasser

*) Abdruck aus den „Mittheilungen aus dem Maschinen-Laboratorium“, Heft 2.