

gar nicht den Eindruck einer Pumpe, sondern einer Wassermühle. Das hörbare Geräusch ist ähnlich dem eines Ventilators und nicht das sonst bei Pumpen übliche.

Die drei Wasserhaltungsmaschinen wurden im Januar 1899 in Betrieb gesetzt. Abb. 53 zeigt die Pumpen nach photographischer Aufnahme am Betriebsorte.

war der Betriebsdruck 35 Atm. gegenüber dem Druck von 18 Atm., mit dem die erste Pumpe im Laboratorium erprobt wurde.

Beim Dauerbetrieb im Laboratorium wurde die Pumpe insgesamt etwa 300 Stunden betrieben und machte hierbei rund 3 Millionen Hübe. Die Erfahrungen im Betriebe,

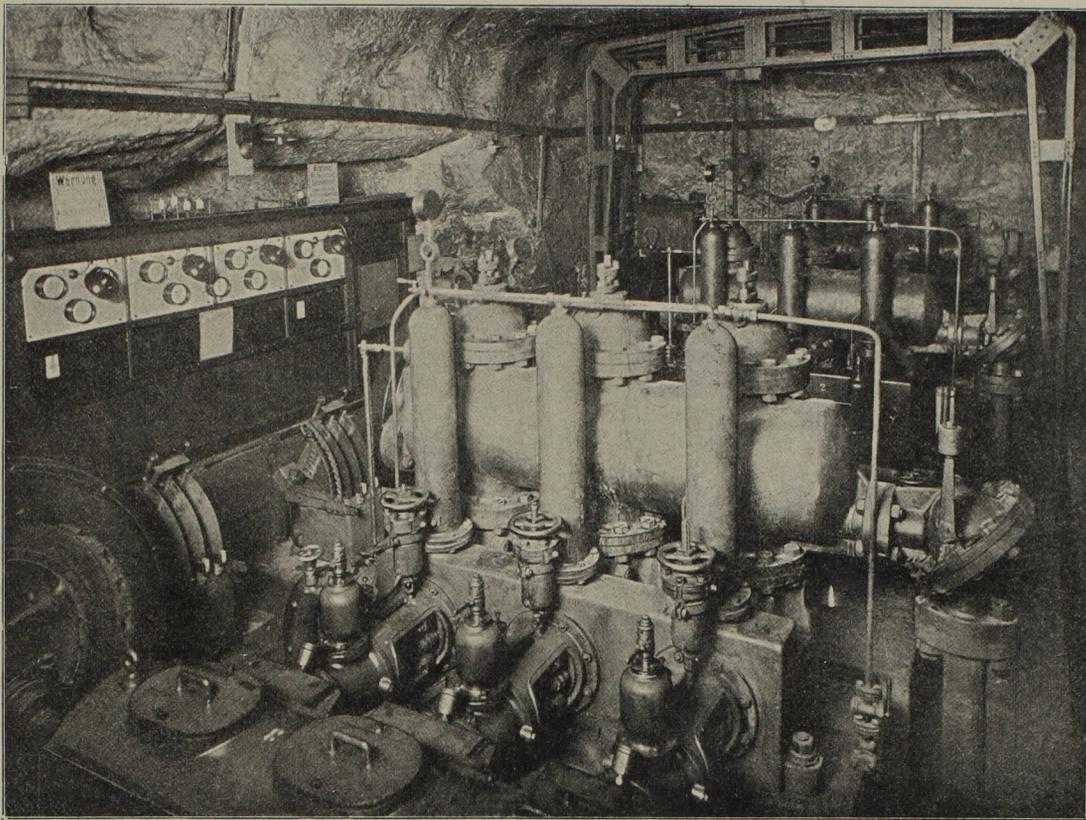


Abb. 53. Gesamtbild der Maschinen nach Aufstellung im Schacht.

Wasserhaltungsmaschinen für Schacht III des Herzogl. Salzwerks Leopoldshall.

Es ist von Interesse, die Betriebserfahrungen mit den ersten Erprobungen im Maschinen-Laboratorium in Vergleich zu ziehen.

Da die Pumpen statt Wasser Salzsoole zu heben haben, so war es von vornherein selbstverständlich, dass in erster Linie die Ventile, aber auch andere, der Salzsoole und zugleich mechanischen Einwirkungen ausgesetzte Theile, wie die Kolben, sich viel ungünstiger verhalten und dem Verderben viel mehr ausgesetzt sein würden, als bei Betrieb mit reinem Wasser. Ausserdem

über die im Nachfolgenden berichtet wird, beziehen sich dagegen auf einen 4monatlichen ununterbrochenen Betrieb und etwa 20 Millionen Hübe jeder Pumpe. Zu berücksichtigen ist dabei, dass im praktischen Betriebe die Unvollkommenheiten jedes Durchschnittsbetriebes nicht zu vermeiden sind; u. a. konnten nur gewöhnliche Maschinisten verwendet werden, die vorher mit raschlaufenden Pumpen nichts zu thun hatten.

Die Betriebsergebnisse sind im folgenden Bericht enthalten.

Betriebsbericht der Herzoglich Anhaltischen Salzwerks-Direktion.

Leopoldshall, den 25. Mai 1899.

An

den Königl. Geh. Regierungsrath Herrn Professor Riedler.

Nachdem die von Ihnen konstruirten und unter Ihrer ausschliesslichen Verantwortung für die Gesamtanlage und ihre Einzelheiten für uns gebauten 3 elektrisch betriebenen Wasserhaltungsmaschinen auf Schacht III ($3 \times 1,2$ cbm minutlicher Leistung bei 350 m Widerstandshöhe, bei 200 Umdrehungen minutlich) mit dem heutigen Tage endgiltig über-

nommen sind, geben wir Ihnen nachstehend eine vollständige

Darstellung der Betriebsergebnisse und Erfahrungen.

Die Maschinen haben während des vereinbarten dreimonatlichen Dauerbetriebes in allen Theilen unseren Anforderungen entsprochen. Der zum Theil unter sehr erschwerenden Umständen durchgeführte Betrieb hat gezeigt, dass die Anlage als Ganzes und in allen ihren Theilen tadellos funktionirt und als eine vollständig

gelungene neue Lösung elektrisch betriebener Wasserhaltungsmaschinen bezeichnet und empfohlen werden kann. Das Ganze und alle neuen Konstruktionstheile haben vom ersten Anlassen an tadellos entsprochen, und es sind weder im elektrischen Theil noch bei den Pumpen nennenswerthe Störungen vorgekommen, ausgenommen die unten noch näher bezeichneten nebensächlichen Vorkommnisse, die mit dem Wesen der neuen Konstruktion nichts zu thun haben. Es freut uns insbesondere mittheilen zu können, dass alle Haupttheile der Pumpen, insbesondere die Dichtung der raschlaufenden Plunger, die Funktion und Dichtheit der raschlaufenden Ventile, nicht nur allen Anforderungen, sondern noch besser entsprochen haben als diejenigen unserer bisherigen, langsam laufenden älteren Wasserhaltungsmaschinen.

Im besonderen ist über die

Ingangsetzung und Betriebsführung

Folgendes zu sagen:

Die 3 Wasserhaltungsmaschinen wurden Ende Januar d. Js. nacheinander in Betrieb gesetzt. Jede lief durchschnittlich 60 Stunden leer (mit Ausguss in den Sammelbehälter) und wurde dann mit voller Belastung in Betrieb genommen. Bei keiner der drei Maschinen haben sich irgendwelche Schwierigkeiten beim Anlassen ergeben.

Das Anlassen erfolgte anfänglich derart, dass die Steigröhren auf etwa die Hälfte entleert wurden, die Pumpen also gegen 10—15 Atm. Belastung anlaufen mussten. Es stellte sich jedoch heraus, dass auch das sofortige Anlassen bei voller Belastung und vollgefülltem Steigrohr ebenso sicher erfolgt. Seitdem wird mit den Maschinen nur mehr mit voller Belastung angefahren, wobei keine nennenswerthen Drucksteigerungen in der Pumpe und keinerlei Stosswirkungen oder Erschütterungen im Steigrohr, bei diesem Anlassen ebensowenig wie sonst im Betriebe, beobachtet werden konnten.

Mit den ursprünglichen Anlass-Widerständen — mit Schraubenbewegung — hat der Monteur irrtümlicherweise die Pumpen wiederholt unter voller Belastung unzulässig plötzlich angelassen, sodass sie sofort mit 200 Umdrehungen anliefen; zudem ist es in den ersten Betriebswochen vorgekommen, dass auch bei solcher Eingangsetzung der Pumpen keine Luft in den Windkesseln war, sodass die zwei ungünstigsten Momente zusammentrafen, welche geeignet sind, ungewöhnliche Druckerhöhungen oder Stosswirkungen hervorzurufen. Aber auch bei diesem ungewöhnlichen, nur aus Versehen vorgekommenen Betriebe konnten nennenswerthe Druckschwankungen nicht beobachtet werden, was als ein besonderer Vortheil Ihrer raschlaufenden Pumpen bezeichnet werden muss. Seither sind andere Anlasswiderstände eingebaut, und es wird nach Vorschrift

langsam angefahren. Es hat sich jedoch gezeigt, dass bei richtiger Handhabung auch die ersten Anlasswiderstände vollständig ausreichten, um allmähliche Eingangsetzung der Motoren zu sichern.

Bei der Inbetriebsetzung und späteren Betriebsführung konnten wir nur unsere gewöhnlichen Maschinen verwenden, die vorher mit raschlaufenden Maschinen nichts zu thun hatten. Ihre Anlernung hat keinerlei Schwierigkeiten ergeben. Die Betriebsführung war eine durchaus einfache, und es ist vom ersten Probetrieb an nichts vorgekommen, was auf irgend ein Versehen der Bedienungsmannschaft zurückzuführen wäre.

Die Maschinen sind seit Anfang Februar in ununterbrochenem Tag- und Nachtbetriebe derart, dass immer 2 Maschinen mit 200 Umdrehungen minutlich gleichzeitig laufen, während die 3. Maschine als Reserve dient, derart, dass sie alle 24 Stunden mit den anderen Maschinen im Betriebe abwechselt. Wir haben im Betriebsinteresse auch alle 3 Maschinen gleichzeitig betrieben, was ohne bemerkbare Drucksteigerung oder Schwankungen in den Steigröhren möglich war.

Die Pumpen hatten anfänglich verhältnissmäßig gutes Wasser, etwa halb konzentrierte Salzsoole ohne grobe mechanische Verunreinigungen zu heben, später jedoch immer reichere trübe Soole von ungünstiger Beschaffenheit und endlich im März durch 3 Wochen ungewöhnlich stark verunreinigte Soole von übelster Beschaffenheit zu heben. Trotzdem sind an den Haupttheilen der Pumpen bisher keine wesentlichen, durch unreine Soole veranlassten Zerstörungen vorgekommen.

Die vorgekommenen Störungen sind nebensächliche und nicht im Wesen der neuen Konstruktion begründete, und zwar:

Einige der kleinen Umlaufventile zum Füllen der Pumpenkasten wurden unbrauchbar, und ihre Konstruktion musste geändert werden.

In den ersten Betriebstagen liefen 2 Pumpenplunger warm, und es wurde ein Krummziehen derselben, wahrscheinlich infolge von ungleicher Wandstärke, festgestellt. Sie wurden durch richtig ausgeführte Plunger ersetzt, und seitdem ist bei diesen wie bei den übrigen Plungern und ihren Dichtungen kein Anstand vorgekommen.

Endlich zeigten sich mehrere Risse an den Mittelstücken der Geradföhrung. Die Ansätze für die Abdruckschrauben sind anscheinend zu schwach ausgeführt, und es wird eine Verstärkung dieser Stücke nothwendig.

Andere Störungen sind nicht vorgekommen.

Dichtungen.

Alle festliegenden Dichtungen der Pumpen, theils durch Rundgummischnur, theils durch Lederstulpen bewirkt, haben vollständig entsprochen.

Die Dichtungen der raschlaufenden Plunger durch gewöhnliche Fettpackung mit Gummikern haben

von Anfang an vollständig den Anforderungen entsprochen. Alle Plunger, sowohl die aus Metall hergestellten wie der stählerne, sind trotz der unten erwähnten ungünstigen Betriebsverhältnisse in tadellosem Zustande. Die Dichtungen wurden absichtlich nicht fest angezogen. Der Widerstand der Dichtungen ist auch anscheinend ein sehr geringer, und konnte irgend welche Abnutzung nicht beobachtet werden. Dieses vorzügliche Ergebniss dürfte darauf zurückzuführen sein, dass bei Ihrer Konstruktion ein grosser Theil der Dichtungsfläche der Plunger überhaupt nicht mit dem Wasser in unmittelbare Berührung kommt, sondern nur in der geschmierten Dichtung läuft. Der geringen Reibung und Abnutzung der Dichtungen dürfte es auch zuzuschreiben sein, dass das Anlassen bei voller Belastung, sowie der gleichzeitige Betrieb der 3 Wasserhaltungsmaschinen keine Schwierigkeit bot. Mit dem vorzüglichen Verhalten der Plungerdichtungen sind wir unsomehr zufrieden, als die Instandhaltung der Plunger bei unseren langsam laufenden Wasserhaltungen wesentlich schwieriger ist und sich dort andere als Metallplunger überhaupt unbrauchbar erwiesen haben.

Funktion und Dichtung der neuen Pumpenventile.

Die neuartigen Pumpenventile, und zwar sowohl die Druckventile wie auch die vertikal hängenden Saugventile, haben von der ersten Inangsetzung an tadellos entsprochen, und ein Versagen oder eine Stosswirkung ist nie vorgekommen. Die Führung der Saugventilringe hat gleichfalls tadellos funktioniert und zeigt ebenso wie die Steuerung der Ventile nach rd. 14 Mill. Hübem keine Abnutzung. Der Gang der Ventile war bei allen Betriebsvorkommnissen, insbesondere auch beim raschen Anlassen oder wenn keine Luft in den Windkesseln war, trotz der hohen Umlaufzahl immer tadellos und vollständig stossfrei. Die Zugänglichkeit der Ventile lässt nichts zu wünschen übrig, und wir können durchschnittlich sämtliche Ventile der Pumpen je nach der Anzahl der dabei angestellten Arbeiter in 2 bis 3 Stunden auswechseln. Nachsehen oder Auswechseln einzelner Ventile dauert $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Stunde.

Das vorzügliche, stossfreie Spiel der Ventile beweisen auch die sehr günstigen Erfahrungen mit den Ventildichtungen. Die von Ihnen gebauten Holzventile entsprechen allen unseren Betriebsanforderungen auf's beste. Es hat sich herausgestellt, dass das Wasser bei beginnender Undichtheit, die sofort hörbar ist, nur das Holzventil angreift, den Sitz aber nicht, und erst wenn der undichte Ventilring mehrere Tage nicht ausgewechselt wird, beginnt das Wasser auch den Sitz anzugreifen. Wir haben trotz der schlechten Wasserbeschaffenheit bisher nur zwei Ventilsitze nachgedreht

und einige derselben im Maschinenraume durch die Maschinisten abschlichten lassen und dann wieder eingebaut. Auch die Ventile sind zum Theil noch im ursprünglichen Zustande, zum Theil wurden ihre Dichtungsflächen erneuert oder nachgedreht.

Besonders werthvoll ist uns die Erfahrung, dass wir die Holzventile nach Schadhafwerden der Sitzfläche in der einfachsten Weise selbst repariren können. Es wird einfach die schadhafte Stelle herausgebohrt, ein Holzpfropfen eingeschlagen, der Sitz abgeschlichtet und hierauf das Ventil wieder verwendet.

Zu beachten ist, dass die Holzeinsätze von vornherein nicht zu trocken sein dürfen; es sind uns infolge von Nachquellen des zu trockenen Holzes einige der Metallfassungen („Rücken“) geplatzt.

Die uns zur Erprobung zur Verfügung gestellten Hartgummiventile entsprechen gleichfalls vorzüglich hinsichtlich stossfreien Ganges und guter Dichtung. Sie haben sogar längere Dauer, aber im Falle des Schadhafwerdens der Dichtungsflächen können wir sie nur in den seltensten Fällen selbst wiederherstellen, müssen vielmehr meistens den ganzen Ventilring erneuern. Die Betriebszeit mit dem Bronzeventil war zu kurz, um ein Urtheil abzugeben, wir glauben aber, dass Metaldichtung bei so hoher Tourenzahl und so ungünstiger Beschaffenheit wie derjenigen unseres Wassers nicht zweckmässig ist und wahrscheinlich viel häufiger Auswechselungen nothwendig werden.

Die günstigen Erfahrungen mit den Holzventilen befriedigen uns unsomehr, als unsere langsam laufenden Wasserhaltungen wesentlich ungünstiger arbeiten. Bei diesen müssen wir bei ungünstiger Wasserbeschaffenheit die Ventile durchschnittlich alle 2 Wochen wechseln; die Auswechslung betrifft meistens das ganze Ventil samt Sitz. Wir glauben, dass für die Holzventile eine längere Dauer angenommen werden kann, als bei unseren bisherigen Ringventilen. Im besonderen ist ein guter Erhaltungszustand der Ventilsitze lange aufrechtzuerhalten, weil die leichte Auswechselbarkeit der Ventile die Abstellung von Undichtheiten im allgemeinen so früh ermöglicht, dass ein Anfressen der Sitze vermieden wird.

Die Ergebnisse sind um so befriedigender, wenn in Betracht gezogen wird, dass jede der Pumpen seit ihrer Inangsetzung etwa 14 Mill. Hübe gemacht hat und die Wasserbeschaffenheit eine immer ungünstigere und im März die denkbar ungünstigste wurde, die vielleicht je einer Pumpe zugemuthet wurde.

Bei einem Wasserdurchbruch Anfang März d. Js. war es nämlich nicht zu verhindern, dass den Pumpen ausserordentlich verunreinigte Soole zugeführt wurde, weil das Wasser Braunkohlen-Asche und -Schlacke aus versetzten Abbaufeldern mitschwemmte. Dieses Wasser von übelster Beschaffenheit mussten die Pumpen

während etwa 3 Wochen heben. Auch bei diesem ungünstigsten Betriebe haben die Pumpen im Dauerbetriebe bei 200 Umdrehungen minutlich tadellos entsprochen. Ein einziges Mal hat eine Pumpe versagt und nicht mehr gesaugt. Die Ursache des Versagens konnte nicht mehr genau festgestellt werden. Wahrscheinlich haben sich grobe Verunreinigungen zwischen die Ventile gelegt. Nach dem Oeffnen und Reinigen der Pumpe, sowie Einwechseln von neuen Ventilen war sie wieder betriebsfähig.

Bei diesem ungewöhnlichen Betrieb haben aber die Holzventilringe nur 4—5 Tage dicht gehalten, die Pumpenkolben hingegen blieben tadellos, auch die Ventilsitze sind nur wenig beschädigt worden.

Windkesselbetrieb.

Mit der Luftfüllpumpe, welche Sie zum Zwecke der Erprobung lieferten, haben wir anfänglich einige Schwierigkeiten gehabt. Diese Pumpe kann nur mit der mittleren Wasserhaltung laufen und funktionirte beim vollen Druck von 35 Atm. nicht immer zuverlässig. Wir haben deshalb die Füllpumpe später nur mehr derart verwandt, dass wir durch sie die Luft auf nun etwa 15 Atm. vorkomprimirten und dann den vollen Druck durch Nachschleusen aus dem Steigrohr erzeugten. Dieser Vorgang ist sehr einfach, und wir haben seitdem immer Ueberschuss an Luft in den Windkesseln.

Der elektrische Theil der Anlage*)

hat allen Anforderungen entsprochen. Aus der hohen Betriebsspannung von 2000 Volt sind keine Schwierigkeiten und Unfälle vorgekommen. Die erforderlichen Sicherheitsvorrichtungen, Hochspannungssicherungen, Warnungen der Arbeiter u. s. w. sind angebracht. Alle Einrichtungen haben sich vom ersten Anlassen an bewährt. Die Isolirung eines Motor-Ankerstabes ist, vielleicht infolge Eindringens eines Fremdkörpers zwischen Anker und Gehäuse, durchgebrannt und wurde ohne nennenswerthe Störung erneuert.

Beim gleichzeitigen Betriebe von 3 Pumpen haben die Primärdynamo, wie auch Pumpen und Motoren vollständig entsprochen und konnte an der Primärdampfmaschine keine unzulässige Ueberlastung bemerkt werden, obgleich deren normale Leistung dabei weit überschritten war.

Genauere Versuche über Leistung und Wirkungsgrad konnten wir bisher planmässig nicht durchführen, beabsichtigen dies aber in nächster Zeit. Augenscheinlich ist der Wirkungsgrad der elektrischen Uebertragung und der mechanische Wirkungsgrad der Pumpen ein sehr guter, die Uebertragungs- und Bewegungs-Widerstände gering, wie sich nach den Betriebsbetrachtungen

*) ausgeführt von der **Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft** in Berlin.

des normalen Betriebs mit 2 Wasserhaltungen und beim forcirten Betrieb mit 3 Maschinen vermuthen lässt.

Hiermit dürften die hauptsächlichsten Erfahrungen mit Ihren Wasserhaltungsmaschinen gekennzeichnet sein.

Ueber die künftige Verwendung der Maschinen bemerken wir, dass den 3 elektrisch betriebenen Wasserhaltungsmaschinen auf Schacht III bisher ein Theil der im Felde der Schachanlage I/II zugehenden Wasser zugeleitet wurde. Für den Fall, dass die Wasser auf letzterer Anlage überhandnehmen, beabsichtigen wir die Verbindung mit dem Schachte III behufs Erhaltung dieser Anlage abzdämmen. Die ursprüngliche Aufgabe der 3 Wasserhaltungen wird dann erfüllt sein und werden diese Maschinen nunmehr eine andere Verwendung finden, und zwar wird wahrscheinlich

- eine Wasserhaltung unverändert auf der 300 m-Sohle auf Schacht III verbleiben,
- die zweite Wasserhaltung auf eine 50 m tiefere Sohle auf Schacht III übertragen.

Wir haben mit Befriedigung von Ihrer Erklärung Kenntniss genommen, dass die Pumpenkasten, Ventile und Rohrleitungen der Pumpen auch für den um 50 m vergrösserten Widerstand ohne Veränderung ausreichend sind.

Die dritte Wasserhaltung wird entweder als Reserveanlage verbleiben oder auf unsere Anlage Friedrichshall übertragen, wo sie gleichfalls mit etwa 60 m vergrösserter Widerstandshöhe verwendet wird.

Wir benutzen gern diese Gelegenheit, um Ihnen für die uns gelieferte so erfolgreiche neue Konstruktion unsere volle Anerkennung und den Dank für Ihre Bemühungen in unserem Interesse auszusprechen. Ihre Pumpenkonstruktion entspricht dem Bedürfniss nach raschlaufenden, leicht übertragbaren Wasserhaltungsmaschinen mit direktem elektrischen Antrieb auf's beste; die vorzüglichen Betriebserfahrungen betreffen gerade die wichtigsten, bisher schwierigsten Theile des Pumpenbetriebs, die Kolben- und Ventildichtungen, das stossfreie Ventilspiel und alle wesentlichen Anforderungen, denen die neue Konstruktion als Ganzes und in allen Theilen selbst bei unseren sehr ungünstigen Betriebsverhältnissen vollkommen entsprochen hat.

Durch das von Ihnen bethätigte sorgfältige Eingehen auf die Bedürfnisse unseres schwierigen Wasserhaltungsbetriebes und durch die günstigen Betriebserfolge mit Ihren Konstruktionen veranlasst, haben wir Ihnen die Konstruktion und Ausführung einer weiteren Wasserhaltungsanlage von 8 cbm Leistung auf 350 m Widerstandshöhe mit elektrischem Antrieb nebst Reservepumpe in gleicher Weise vertrauensvoll übertragen und erwarten gleich günstige Erfolge unter Benutzung der bisherigen Betriebserfahrungen.

Herzogliche Salzwirks-Direktion.
Weissleder.

Somit ist in planmässiger Arbeit ein grosser Fortschritt gelungen. Nicht nur dass eine Geschwindigkeitssteigerung bis auf mehrere hundert Umdrehungen erreicht wurde, die Pumpen der neuen Konstruktion haben auch im Dauerbetriebe den gestellten schwierigen Anforderungen besser als langsamlaufende Pumpen entsprochen.

Dabei haben sich als naheliegende, aber bisher nirgends ausgenutzte Vortheile des raschen Ganges ergeben:

Grosser volumetrischer Wirkungsgrad, zunehmend mit der Betriebsgeschwindigkeit bis nahe an 100%; grosse Haltbarkeit der Dichtungen und geringer Ventilwiderstand, weil die Sitzflächen bei raschem Gang nicht trocken gepresst werden, sondern stets unter Wasserdruck stehen und die Zeit zum Festpressen der Ventilsitze fehlt; Vereinfachung der Dichtungen überhaupt und damit leichtere Instandhaltung der Ventile und Kolben.

Die Theile der raschlaufenden Pumpen sind leichter zu dichten als bei langsamem Gang. Undichtheit bedeutet das Durchströmen von Wasser durch die Dichtungsflächen; dazu gehört Ausströmungsdruck und Ausströmungszeit. Die Zeit wird aber durch den raschen Gang gekürzt und kann schliesslich bei mässigem Betriebsdruck so verkürzt werden, dass gar keine Dichtung erforderlich ist, weil das Wasser überhaupt nicht Zeit hat, durch den Spielraum zwischen Ventil und Sitz oder zwischen Kolben und Stopfbüchse hindurchzuströmen. —

Hierüber sind eingehende Versuche angestellt worden, über welche bei anderer Gelegenheit und im Zusammenhang mit einer neuen Konstruktion zur Kolbendichtung berichtet werden wird.

Bei allen Versuchen nahm die volumetrische Leistung mit wachsender Geschwindigkeit zu, weil mit der Geschwindigkeit die Rückströmungs- und Undichtheitsverluste sich vermindern müssen. Das Wasser hat nicht Zeit zurückzuströmen, und dadurch fallen Verluste weg, die bei langsamem Gang unvermeidlich sind. Die absolute Grenze ist die, wo die Pumpen sich nicht mehr voll füllen. Bis zur Erreichung dieser Grenze können aber die Pumpen mit 4—500 Umdrehungen in der Minute tadellos betrieben werden; das sind Betriebsgeschwindigkeiten, die bei grossen Maschinen schon wegen der Umfangsgeschwindigkeit der Elektromotoren nicht angewendet werden.

Das Wesen der Sache kann zutreffend und zugleich anschaulich wie folgt dargestellt werden:

Es handelt sich bei Wasserhebungspumpen um die Fortbewegung einer mächtigen Wassersäule vom tiefsten Saugwasserspiegel durch den Schacht bzw. das Druckrohr hindurch bis zum Ausguss.

An der Bewegung dieser Wassersäule im ganzen

ist nur sehr wenig zu ändern, denn die Bedingungen sind unabänderlich gegeben: die Saughöhe ist absolut beschränkt, und die Geschwindigkeit in der Druckleitung ist durch die Rücksicht auf den hydraulischen Widerstand und auf die Massenbewegung gleichfalls in engen Grenzen bestimmt.

In diese Wassersäule muss nun das Pumpwerk mit seiner Antriebsmaschine eingeschaltet werden.

Früher wagte man die Hebung der Wassersäule nur in mehreren Stufen übereinander, derart, dass jede Pumpe die Wassersäule bis zur nächsten Stufe weiter drückte, wobei die langsamlaufenden Pumpen bei jedem Hub ein mächtiges Stück der Wassersäule abschnitten und weiterbeförderten. Die durch eine Pumpe abgeschnittene Wassermenge war bei jedem Hub so gross, dass die geringste Störung in der Bewegung dieser grossen Masse schweren Schaden anrichten musste.

Das war die Grundlage der Gestängewasserhaltungsmaschine, die mit wenig Hüben in der Minute lief, bei grossen Anlagen mit jedem Hub mehrere Kubikmeter Wasser erfasste und weiter förderte. Die Gefahren der Massenbewegung wurden einerseits durch den sehr langsamen Gang, andererseits durch die Vermeidung von Schwungrädern zu mildern gesucht. Mit der Einführung höherer Betriebsgeschwindigkeiten und rotirender Schwungmassen begann die Leidensgeschichte dieser Maschinen.

Die nächste Entwicklungsstufe war die Verwendung verhältnissmässig raschlaufender unterirdischer Maschinen, die, über dem Saugwasserspiegel aufgestellt, mit minutlich 30—60 Umdrehungen der Pumpe nunmehr kleinere Wassermassen rascher aus der angesaugten Wassersäule herausschnitten und in einer Druckhöhe zu Tage drückten. Die Geschwindigkeit war erhöht, aber die mit jedem Pumpenhub abzuschneidenden Wassermassen auf den 10.—20. Theil vermindert.

Durch die Einführung der Pumpen mit Zwangschlussventilen wurde diese Geschwindigkeit noch weiter, auf etwa 100 Umdrehungen in der Minute, erhöht. Die Geschwindigkeit und Massenbewegung der durch die Pumpe aus der Wassersäule abzuschneidenden Wassermenge waren damit beträchtlich gesteigert, die Betriebsverhältnisse also erschwert; aber durch die ausgiebige Verkleinerung der mit jedem Hub zu fördernden Wassermasse, sowie durch Hilfsvorrichtungen, Windkessel u. s. w. konnten die Gefahren der Massenbewegung bedeutend vermindert und schliesslich Maschinen geschaffen werden, welche ganz bedeutend betriebssicherer waren als die alten Gestängemaschinen.

Die neueste Stufe bilden die wirklich raschlaufenden „Express-Pumpen“, die mit der Geschwindigkeit der Elektromotoren laufen.

Der wesentliche Unterschied dieser ungewöhnlich raschlaufenden Pumpen gegenüber den früheren besteht darin, dass sie aus der langsam sich bewegenden Wassersäule sehr rasch hintereinander sehr kleine Wassermassen abschneiden, man möchte sagen: Wasserscheiben statt der früheren mächtigen Wassercylinder!

Die sehr rasche Bewegung dieser kleinen Wassermassen ist trotz der Geschwindigkeitserhöhung leichter erreichbar als bei den alten Maschinen. Zwar werden die Bewegungsverhältnisse quadratisch mit der zunehmenden Geschwindigkeit ungünstiger, aber die Kolbengeschwindigkeit und die Beschleunigung sind kleiner als bei den alten Pumpen.

Die absatzweise zu bewegende Wassermasse ist bei den Express-Pumpen im Gegensatz zu den alten Pumpen so klein geworden, dass ihre völlig sichere Beherrschung ohne Schwierigkeit erreicht wird, dass selbst ein vollständiges Versagen der Massenbeschleunigung oder irgend einer Ventilfunktion u. s. w., das bei alten Pumpen unfehlbar eine schwere Betriebsstörung, den Bruch eines Maschinentheils, bei den alten Gestängemaschinen meist eine Katastrophe mit sich brachte, nunmehr ganz belanglos ist. Express-Pumpen arbeiten deshalb auch ohne Luft in dem Windkessel tadellos, können ohne Einschaltung von Widerständen plötzlich elektrisch angetrieben werden.

In allen diesen Fällen, wo Massen und Massenwirkungen in Betracht kommen, ist die jeweilig bewegte Masse, bei hoher Umlaufgeschwindigkeit, aber geringer Kolbengeschwindigkeit, viel zu klein, um gefährliche Wirkungen überhaupt hervorbringen zu können. Die Hilfsmittel, wie gutgefüllte Windkessel u. s. w., sind nunmehr nebensächlich.

Z. B. eine Gestängewasserhaltung alter Art hebt in der Minute fünfmal 1 cbm, also mit jedem Hub eine Wassermasse von 1000 kg, während eine Express-Pumpe gleicher Leistung hinter jedem Kolben eine Wassermasse von etwa 8 kg Gewicht zu bewegen hat. Diese richtet keinen Schaden an, selbst wenn alle Hilfsvorrichtungen, wie Windkessel u. s. w., versagen oder die Pumpe für mehrere Hübe aussetzt oder sonstige Störungen auftreten, die bei langsamem Hub wegen der jeweilig zu bewegenden grossen Wassermengen Gefahren bringen.

Durch die Express-Pumpe ist die Pumpe ihrem Ideal näher gerückt: für die Wasserförderung nur ein Hemmwerk zu bilden, welches die Rückströmung der bereits gehobenen Wassersäule hindert und das Nachdrücken der angesaugten Wassermasse ermöglicht. Die Pumpen und ihre Ventile sind ja nur Mittel zu diesem Zweck.

Das Hemmwerk durch ununterbrochen wirkende Schleuderpumpen zu schaffen, ist praktisch nicht durchführbar, weil die Undichtheit solcher Einrichtungen eine unüberschreitbare Grenze stellt, die für die meisten Betriebe viel zu tief liegt.

Bei den Express-Pumpen kann aber das Hemmwerk mit annähernd ununterbrochener Wirkung ausgebildet werden, und die Hemmung kann unter vollständiger Benutzung der Abdichtung wirken, weil die Zeit für schädliche Wirkungen des Hemmwerks auf das geringste Mass vermindert ist.

Die Zeit für die Hemmung muss so klein sein, dass selbst das Dichtungsmaterial nicht scharf gepresst, die Sitzfläche der Ventile nicht trocken gedrückt wird, sondern immer Wasser zwischen den Sitzflächen bleibt und die Wiedereröffnung daher ohne Ueberdruck erfolgt; dass das Wasser, welches durch die Sitzfläche, durch die Dichtungen durchzuströmen bestrebt ist, überhaupt nicht Zeit findet, durch die undichten Querschnitte auszuströmen. Die Umkehrung des Hubes zwingt dann das ausströmende Wasser zum Rückfluss, und somit kommen die schädlichen Wirkungen von Undichtheiten nicht zur Geltung.

Diejenige Pumpe ist sonach die beste:

welche die Hemmung bei möglichst ununterbrochener Strömung der Wassersäule vom Saugwasserspiegel bis zum Ausguss so bewirkt, dass die durch die Hemmung unvermeidlich in ihrer Bewegung unterbrochenen Wassermassen am kleinsten sind und die während der Hemmung schädlich auftretenden Nebenwirkungen, insbesondere Undichtheiten, die geringste Wirkung ausüben können, dass ferner Kolbengeschwindigkeit und Beschleunigung trotz der grossen Umlaufzahl sehr klein sind. —

Durch die Express-Pumpen ist ein Pumpentypus geschaffen, der der Eigenart des Elektromotors von normalen Abmessungen ohne Zwischenübersetzung angemessen ist. Nur bei kleinen Motoren mit über 500 Umdrehungen wird man Zwischenübersetzungen bedürfen.

Damit ist eine wichtige Aufgabe gelöst und der elektrischen Betriebskraft ein grosses Feld erschlossen, das bisher schlecht bestellt wurde, weil der Elektromotor von Zwischenübersetzungen, die im Grossbetriebe nicht lebensfähig sind, nicht zu trennen war, und weil die bisherigen Pumpen für die Forderungen des elektrischen Betriebes nicht gebaut wurden.

Welche Fortschritte durch diese neuen Pumpen — „Express-Pumpen“ haben sie die Amerikaner benannt — erzielt werden, zeigen die späteren Vergleiche mit älteren Ausführungen. —

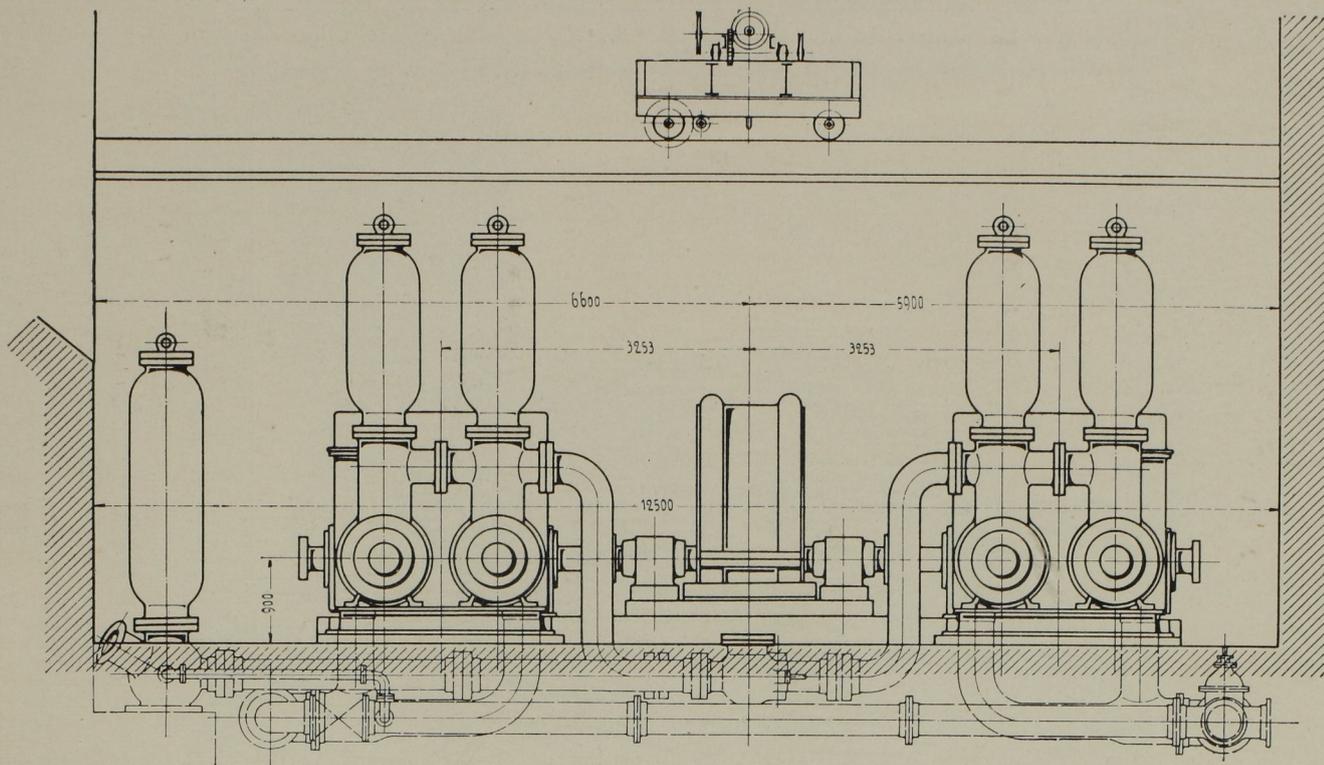


Abb. 54. Querschnitt durch den Maschinenraum. Massst. 1 : 75.

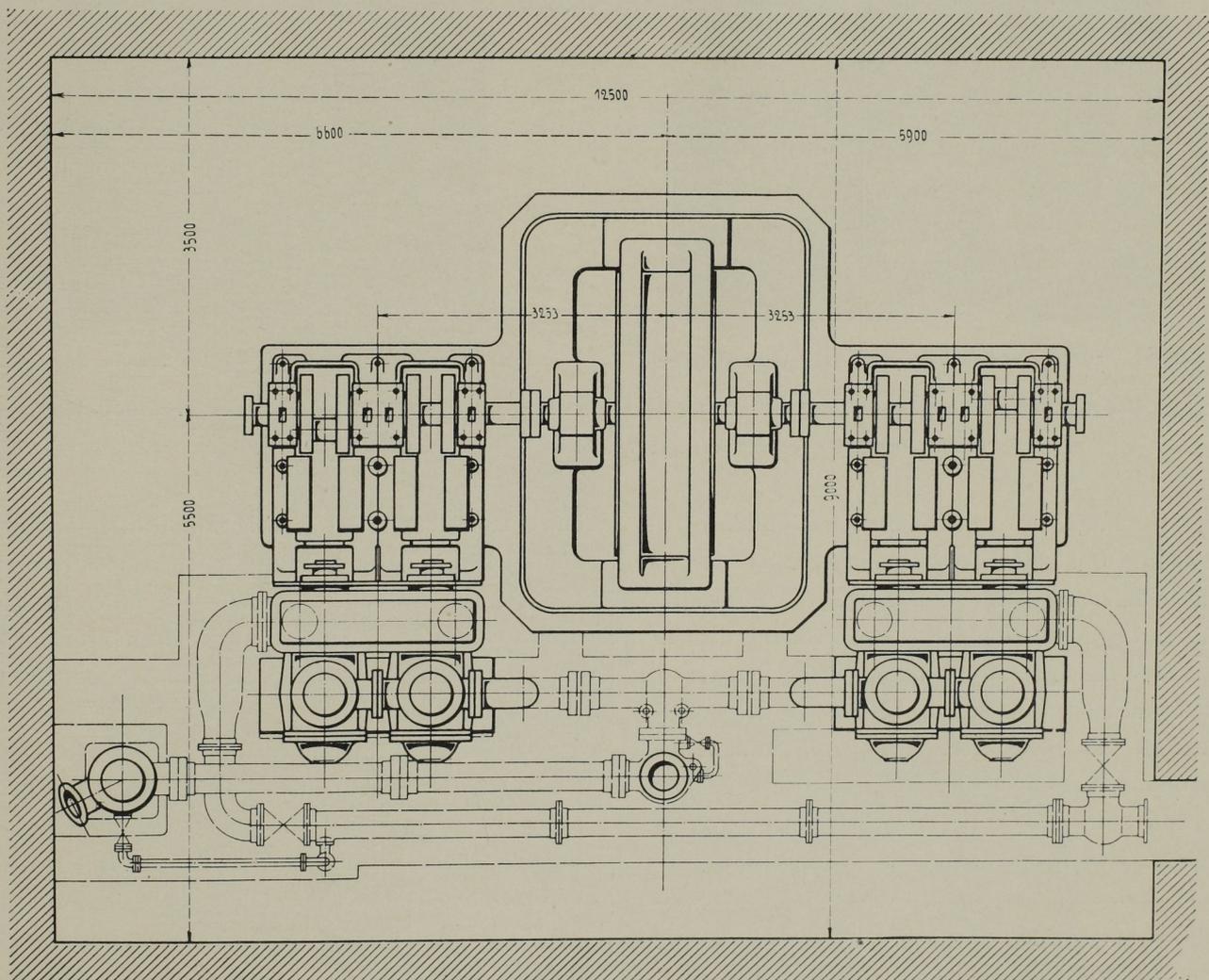


Abb. 55. Grundriss des Maschinenraums.

Unterirdische Wasserhaltung mit Express-Pumpen für Schacht I und II des Herzogl. Salzwerts Leopoldshall.
Elektrischer Antrieb von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin.

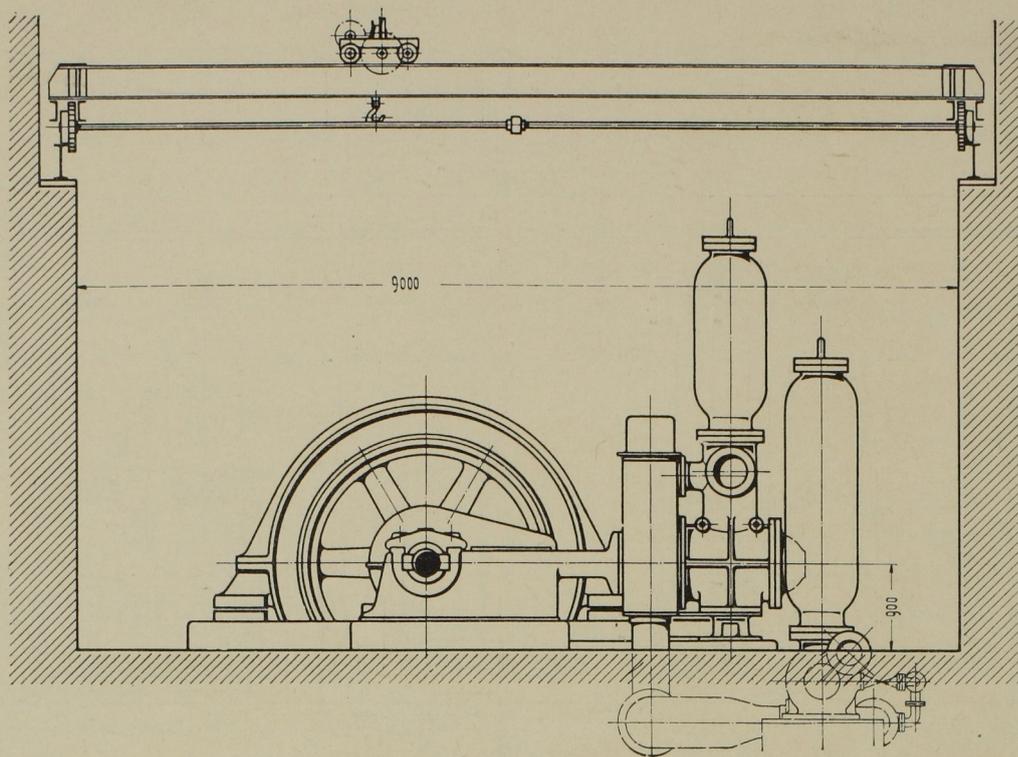


Abb. 56. Querschnitt durch den Maschinenraum. Massst. 1:75.

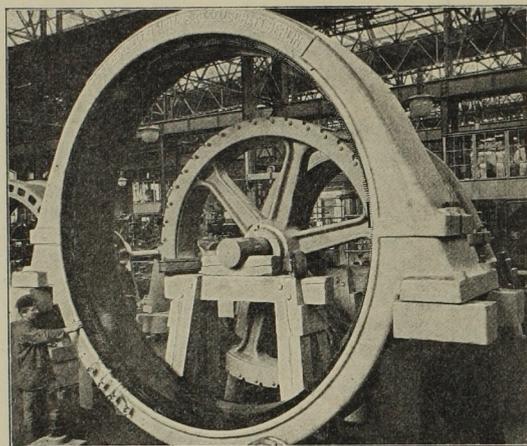


Abb. 57. Gehäuse und Magnetgestell der Drehstromdynamo.

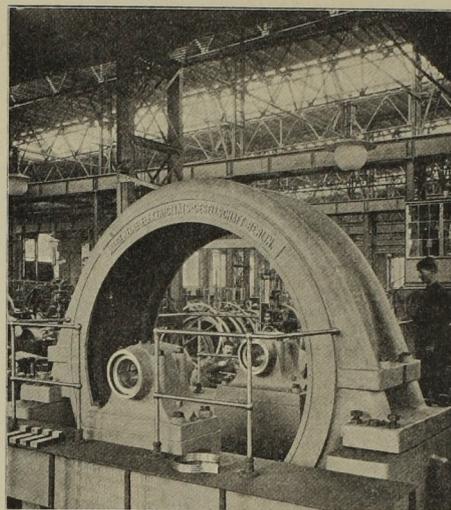


Abb. 58. Gehäuse des Elektromotors.

Unterirdische Wasserhaltung für Schacht I und II des Herzogl. Salzwerks Leopoldshall.

Elektrischer Theil von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin.

Die Herzogliche Salzwerks-Direktion in Leopoldshall hat mich nach Ingangsetzung der Anlage auf Schacht III beauftragt, auch für Schacht I und II eine grosse unterirdische elektrisch betriebene Wasserhaltung vollkommener Bauart zu entwerfen und zu beschaffen, wobei mir so wie bei der ersten Anlage für Schacht III völlig freie Hand, aber auch die ganze Verantwortung gelassen wurde.

Geplant wurde über Tag: eine stehende Dreifach-Expansionsmaschine für 12 Atm. Betriebsdruck vollkommener Bauart mit Leistungsregulator, welche vorläufig mit 8 Atm. Dampf aus den vorhandenen Kesseln betrieben werden kann; eine Drehstrom-Maschine für 2000 Volt Spannung, unmittelbar durch diese Dampfmaschine angetrieben, und eine Doppelkabelleitung durch den Schacht; unter Tag: ein Elektromotor und, von

ihm angetrieben, zwei Wasserhaltungs-Pumpen, jede für minutlich 6 cbm Normal- und 8 cbm Höchstleistung.

Dem entsprechen normal 150, maximal 240 Umdrehungen der Pumpe und des Elektromotors und maximal 200 Umdrehungen der Primärmaschine in der Minute.

Die zweite Pumpe dient als Reserve und wird nach Bedarf angekuppelt, wenn die erste in Reparatur kommt. Die Doppelpumpe war nothwendig, weil der schädliche Einfluss der zu hebenden Salzsoole nur derart zu bekämpfen möglich schien, dass die Pumpen abwechselnd und regelmässig ausser Betrieb gesetzt, geöffnet und alle Theile innen heiss asphaltirt werden.

Die Anordnung der Maschinenanlage unter Tag ist aus den Abb. 54—56 ersichtlich. Alle Rohrleitungen liegen unter Flur in Rohrkanälen, sodass sie gut

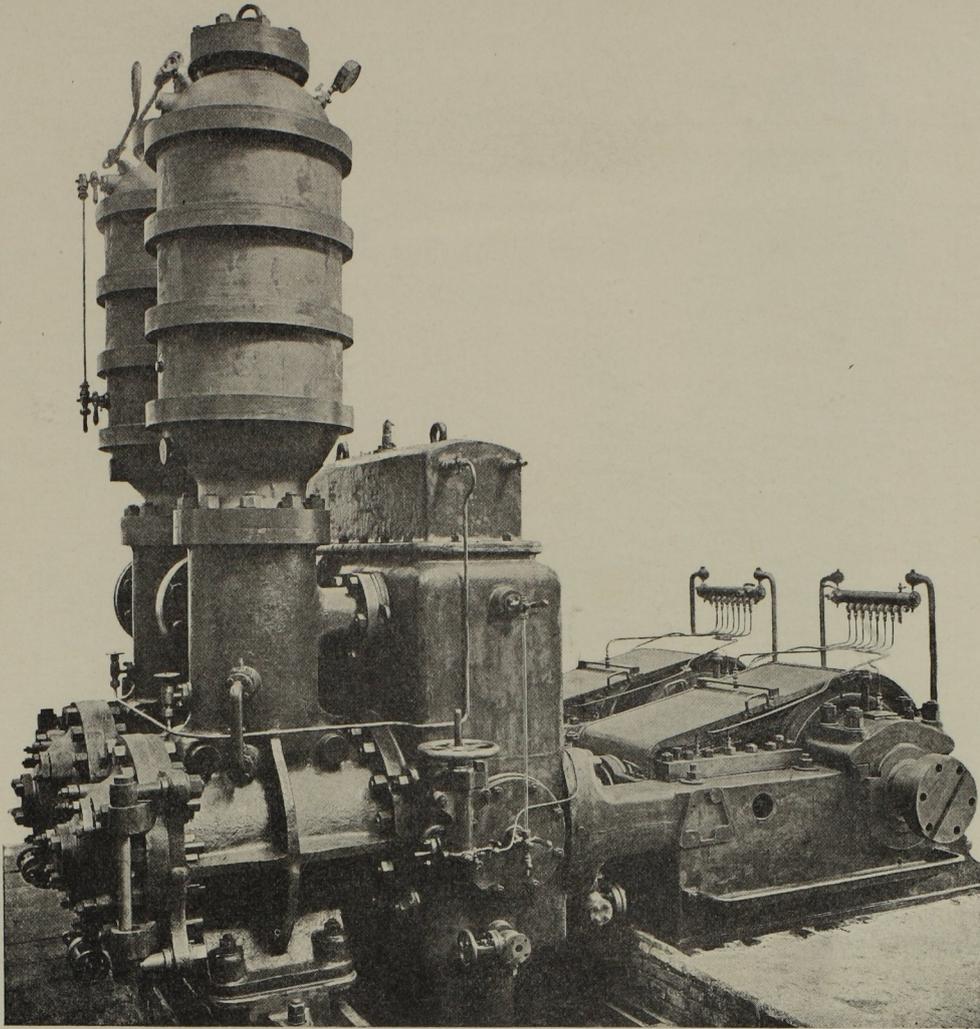


Abb. 59. Seitenansicht der Pumpe. Pumpenseite.

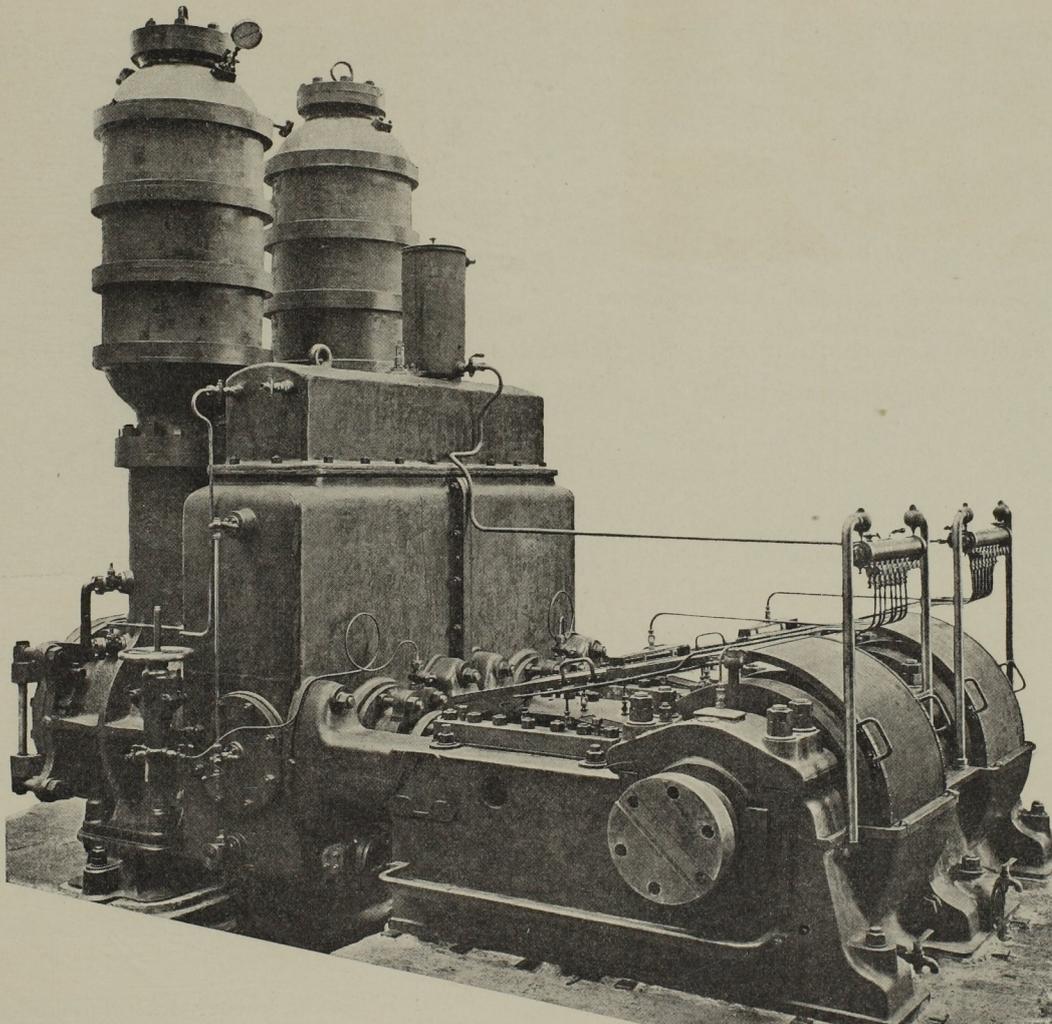


Abb. 60. Seitenansicht der Pumpe. Triebwerksseite.

„Express-Pumpen“ für Schacht I und II des Herzogl. Salzwerks Leopoldshall, gebaut von F. Ringhoffer in Smichow.

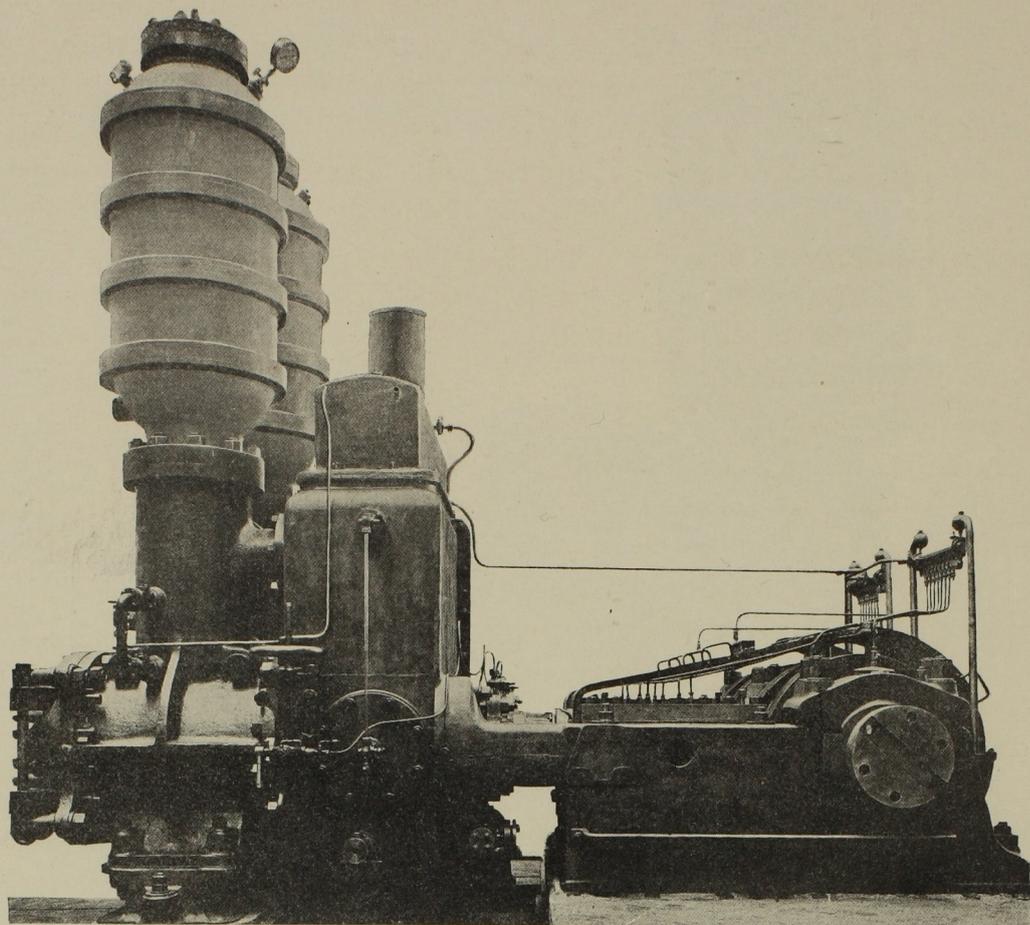


Abb. 61. Seitenansicht der Pumpe.

Unterirdische Wasserhaltung für Schacht I und II des Herzogl. Salzwerts Leopoldshall.

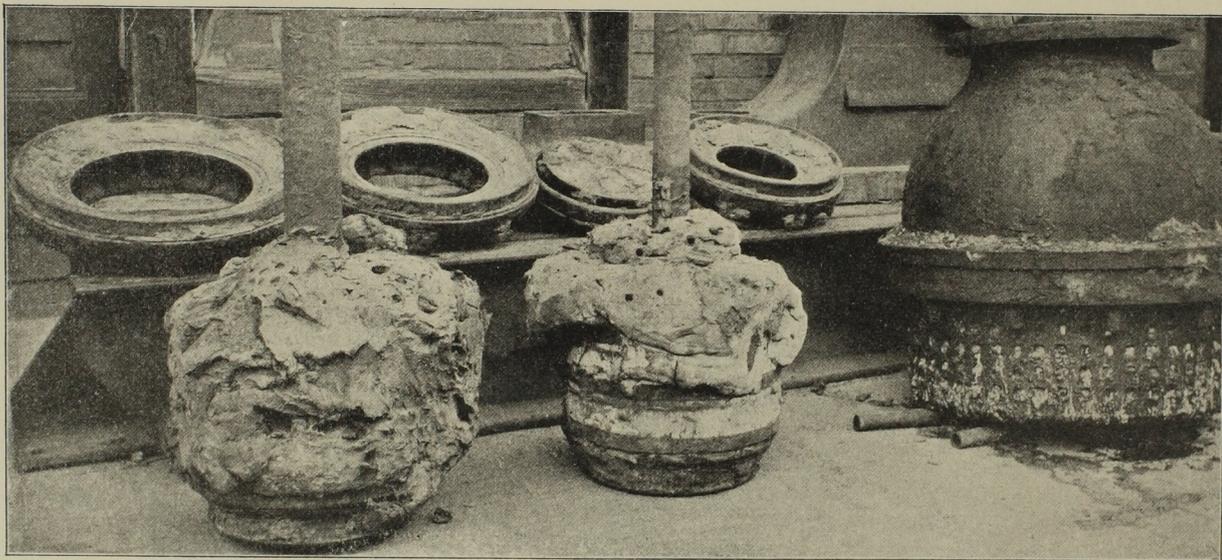


Abb. 62.

Inkrustirte Pumpenventile und Saugkorb der Wasserhaltung auf Schacht I und II des Salzwerts Leopoldshall.

zugänglich sind und die Uebersicht über die Maschine in keiner Weise stören.

Die Pumpen und die Dampfmaschine über Tag wurden von der Maschinenfabrik F. Ringhoffer in Smichow ausgeführt; die Ausführung der Dynamomaschine, des Elektromotors und der sonstigen Theile der elektrischen Ausrüstung habe ich der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin übertragen.

Die Abb. 59—61 geben das Gesamtbild der

Pumpen. Die Antriebsdampfmaschine ist nach dem Modell der Mansfelder gebaut.

Abb. 57 und 58 zeigen die Gehäuse der Drehstrommaschine und des Elektromotors, in der Maschinenfabrik der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft aufgenommen.

Die Lieferung dieser Maschinenanlage war infolge eines Wassereinbruchs ausserordentlich eilig, und ich übernahm es, für eine so rasche Ausführung Sorge zu

tragen, als sie technisch überhaupt nur möglich war, obwohl die gegenwärtige Geschäftslage, bei welcher Lieferzeiten von 2 Jahren nichts Seltenes sind, dies ausserordentlich erschwerte.

Die Dampfmaschinen und Pumpen wurden von Ringhoffer unter Benutzung der Theile einer im Bau begriffenen Maschine in drei Monaten hergestellt. Keine deutsche Fabrik war in der Lage, weniger als 12 Monate Lieferzeit zu versprechen. Die Maschinenfabrik Ringhoffer hat die Aufgabe in glänzender Weise gelöst. Eine Leistung allerersten Ranges!

Ebenso hoch steht die Leistung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, die auf mein Ersuchen inmitten stärksten geschäftlichen Betriebes die Dynamomaschine und den Elektromotor nach völlig neuen Modellen in 4 Monaten fertigzustellen versprach und auf den Tag genau auch lieferte. Diese Leistung ist um so höher anzuschlagen, als sie ohne Störung des gross organisirten Fabrikationsbetriebes der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft durchgeführt wurde.

Leider sind diese Bemühungen vergeblich gewesen: der Wassereinbruch hat inzwischen einen so bedrohlichen Umfang angenommen, dass der Einbau der Pumpen in der geplanten Weise nicht mehr rathsam schien. Es sind anderweitige Anordnungen nothwendig geworden, auf grund deren die Maschine erst jetzt aufgestellt wird, um wahrscheinlich im Zusammenhang mit benachbarten Gruben betrieben zu werden. —

Wie ausserordentlich schwierig die Betriebsverhältnisse in Leopoldshall liegen und welche grosse Bedeutung den mit den schnelllaufenden Pumpen gemachten günstigen Erfahrungen beizumessen ist, die in Betriebsberichte der Herzoglichen Salzwerks-Direktion (S. 31—34) niedergelegt sind, ergibt sich daraus, dass nicht nur Salzsoole von zerstörender chemischer Wirkung, sondern auch der mitgerissene Schlamm und Sand, Schlacke und Asche von Versatzfeldern zu heben sind. Die Pumpen haben daher nicht mehr Wasser, sondern einen dickflüssigen Brei von allerübelster Beschaffenheit zu fördern.

Abb. 62 giebt eine Vorstellung davon; sie zeigt die ausgebauten Pumpenventile und den Saugkorb einer der älteren Maschinen von Schacht I und II. Auf Schacht III war jedoch die Wasserbeschaffenheit wegen der Schlackenbeimengung noch ungünstiger. —

Die Oesterreichische Staats-Eisenbahn-Gesellschaft ist im Begriffe, ihre Wasserhaltungen für einheitlichen elektrischen Betrieb umzugestalten; in der richtigen Erwägung, dass durch centrale Krafterzeugung und -vertheilung nicht nur die grossen Verluste der

jetzigen Wasserhaltungsmaschinen vermieden, sondern auch die Betriebsverhältnisse der Gruben durch den Wegfall der Wärmebelastung verbessert und höhere Erträge erzielt werden; die die Kosten der neuen Einrichtungen voraussichtlich bald hereinbringen.

Die Umgestaltung wird von Herrn Direktor Martinek in musterhafter Weise durchgeführt. Mir wurde der Auftrag, die Wasserhaltungsmaschinen in allen Einzelheiten zu entwerfen. Die Pumpen werden nach meinen Plänen von der eigenen Maschinenfabrik der Gesellschaft in Wien, der elektrische Theil von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin ausgeführt.

Die Pumpenkonstruktion zeigen Abb. 63—65.

Die Pumpenwelle ist mit dem Drehstrommotor unmittelbar gekuppelt, läuft mit 200 Umdrehungen minutlich und treibt mit einer einzigen Kurbel eine Differenzialpumpe an. Die Gegenkolben zu beiden Seiten des Druckkolbens greifen an ein Querhaupt an. Es ist jedoch vorgesehen, dass die Pumpen auch ohne die Gegenkolben, als einfachwirkende Pumpen, betrieben werden können.

Abb. 66—69 zeigen die Anordnung zweier Wasserhaltungsmaschinen, die für den Kübeck-Schacht in Kladno ausgeführt werden. Eine dritte als Reserve dienende Maschine ist nicht gezeichnet.

Abb. 66 stellt die Anordnung der Rohrleitungen und der Verbindung der Windkessel mit den Luftfüllpumpen dar. Letztere werden durch einen besonderen Elektromotor angetrieben werden.

Vom Lothringer Hüttenverein Aumetz-Friede wurde für eine in Aumetz anzulegende Wasserhaltung die Verwendung von Express-Pumpen mit unmittelbarem elektrischen Antrieb beschlossen und mir der Entwurf, sowie die Durchführung der Maschinenanlage über und unter Tag übertragen.

Es werden zwei gleiche Pumpmaschinen, bestehend aus einem Drehstrommotor und einer unmittelbar damit gekuppelten Express-Pumpe, aufgestellt, jede von 3 cbm Normalleistung auf 200 m Förderhöhe. Die Leistung muss bei gleichzeitigem Betrieb beider Maschinen auf 8 cbm steigerbar sein, wobei die Primär-Anlage über Tag mit 200, die Elektromotoren und Pumpen unter Tag mit 320 Umdrehungen minutlich laufen.

Diese weit gehende Steigerungsfähigkeit ist ein grosser Vorzug, der bisher mit mangelhaften Pumpenkonstruktionen nicht ausgenutzt werden konnte und höchstens auf dem Offertpapier bestand. Erst die Express-Pumpe hat eine wirkliche Steigerungsfähigkeit ermöglicht.

Abb. 70 und 71 stellen die Anordnung der in Ausführung begriffenen Express-Pumpen im Aufriss und Grundriss dar.

Die Ausführung der Pumpen habe ich der Diesel-Motoren-Fabrik in Augsburg, den elektrischen Theil der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin in Auftrag gegeben.

Für Aumetz habe ich auch ein Projekt ausgearbeitet zu dem Zwecke, die vorhandenen Fördermaschinen zum Antrieb einer Reserve-Dynamomaschine verwenden zu können, wenn etwa die normale Primär-Anlage eine Betriebsstörung erleiden sollte.

Weitere elektrisch betriebene Wasserhaltungen sind für mehrere rheinisch-westfälische und oberschlesische Zechen in Ausführung; u. a.: für Grube Engelsburg des Bochumer Vereines (2 Pumpen von 6 cbm auf 450 m), für Grube Bonifacius bei Kray (3 Pumpen von 5 cbm auf 400 m), für die Ferdinandsgrube in Kattowitz (1,5 cbm auf 200 m), für Grube Brandenburg des Gräflich von Ballestremischen Bergbaues in Ruda, O.-S. (0,4 cbm auf 188 m) u. s. w.

In Abb. 72 und 73 ist die Anordnung einer durch einen Elektromotor der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft mit 300 Umdrehungen minutlich angetriebenen Hochdruckpumpe (20 Atm. Betriebsdruck) dargestellt, welche in der Deutschen Abtheilung der Weltausstellung in Paris 1900 ausgestellt werden wird.

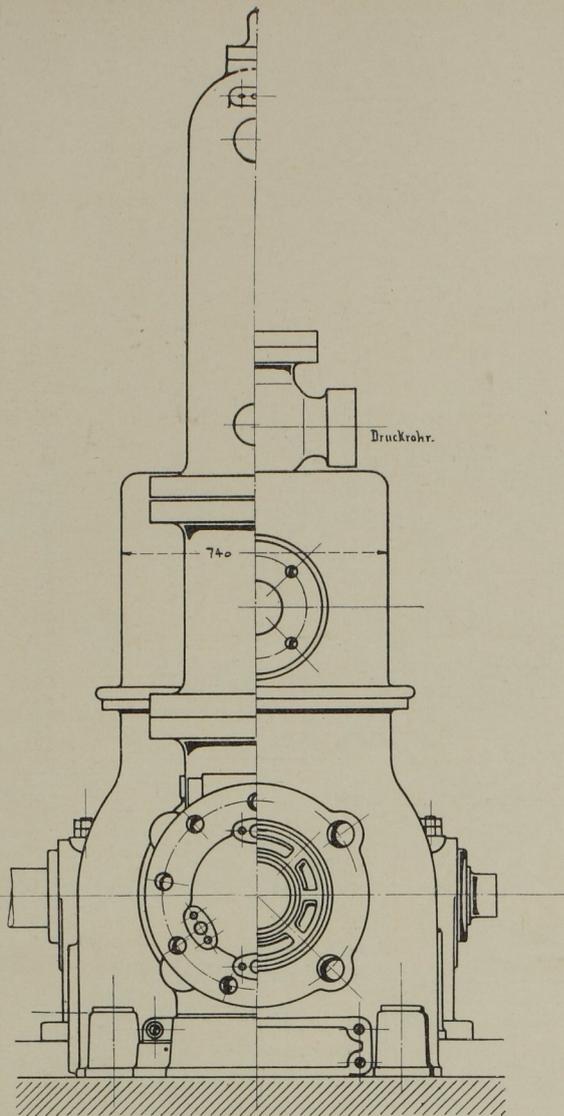


Abb. 65. Rückansicht der Pumpe. Masst. 1:20.

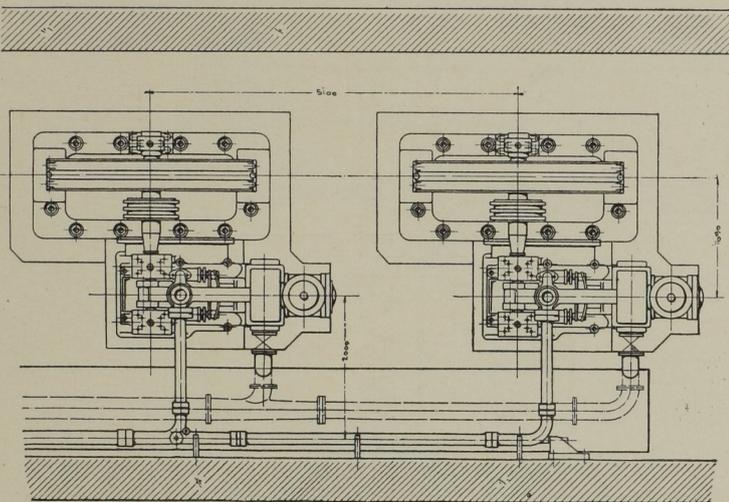


Abb. 67. Grundriss der Pumpen und Motoren. Masst. 1:100.

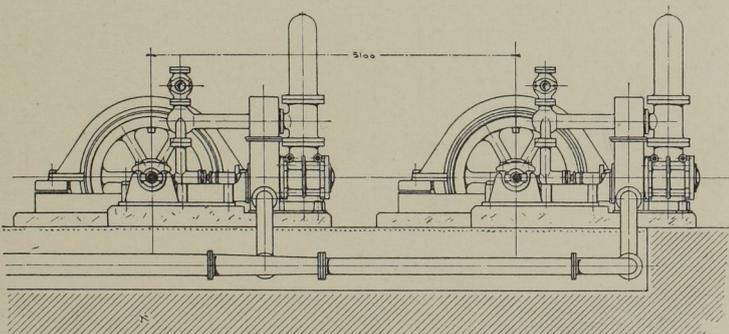
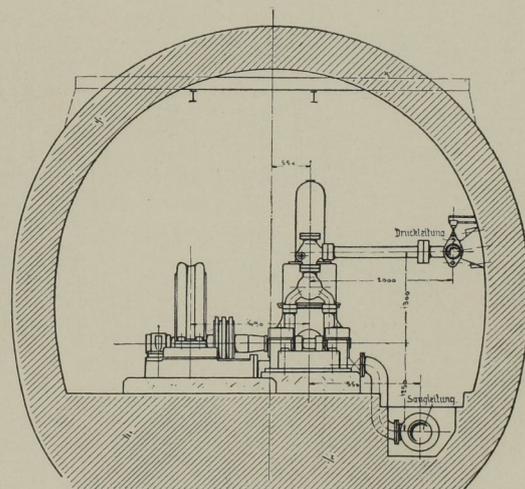


Abb. 68. Seitenansicht der Pumpen und Motoren. Masst.: 1:100.

Abb. 69. Querschnitt durch den Maschinenraum.
Masst.: 1:100.



Unterirdische Wasserhaltung für den Kübeck-Schacht der Oesterr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.

Elektrischer Theil von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin.

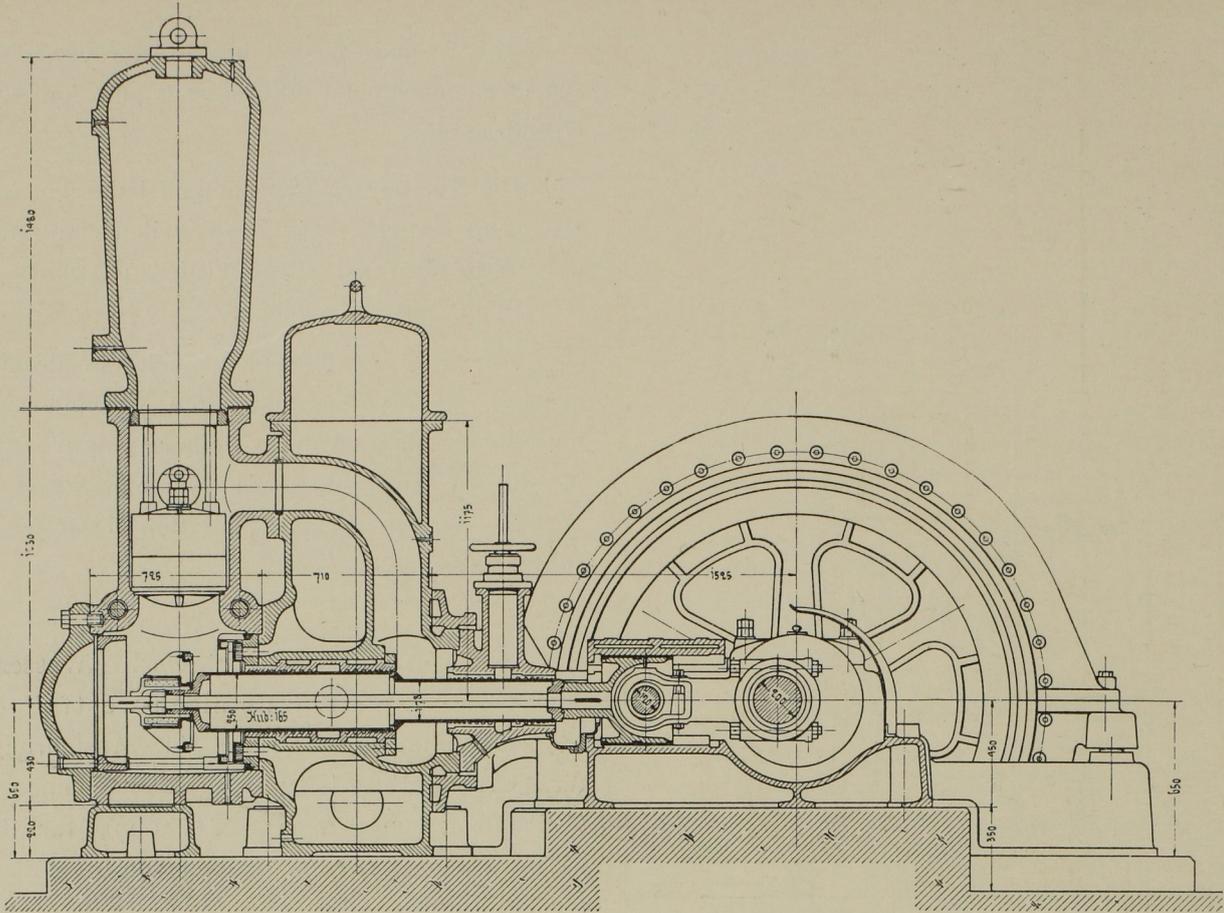


Abb 70. Seitenansicht der Pummaschine.

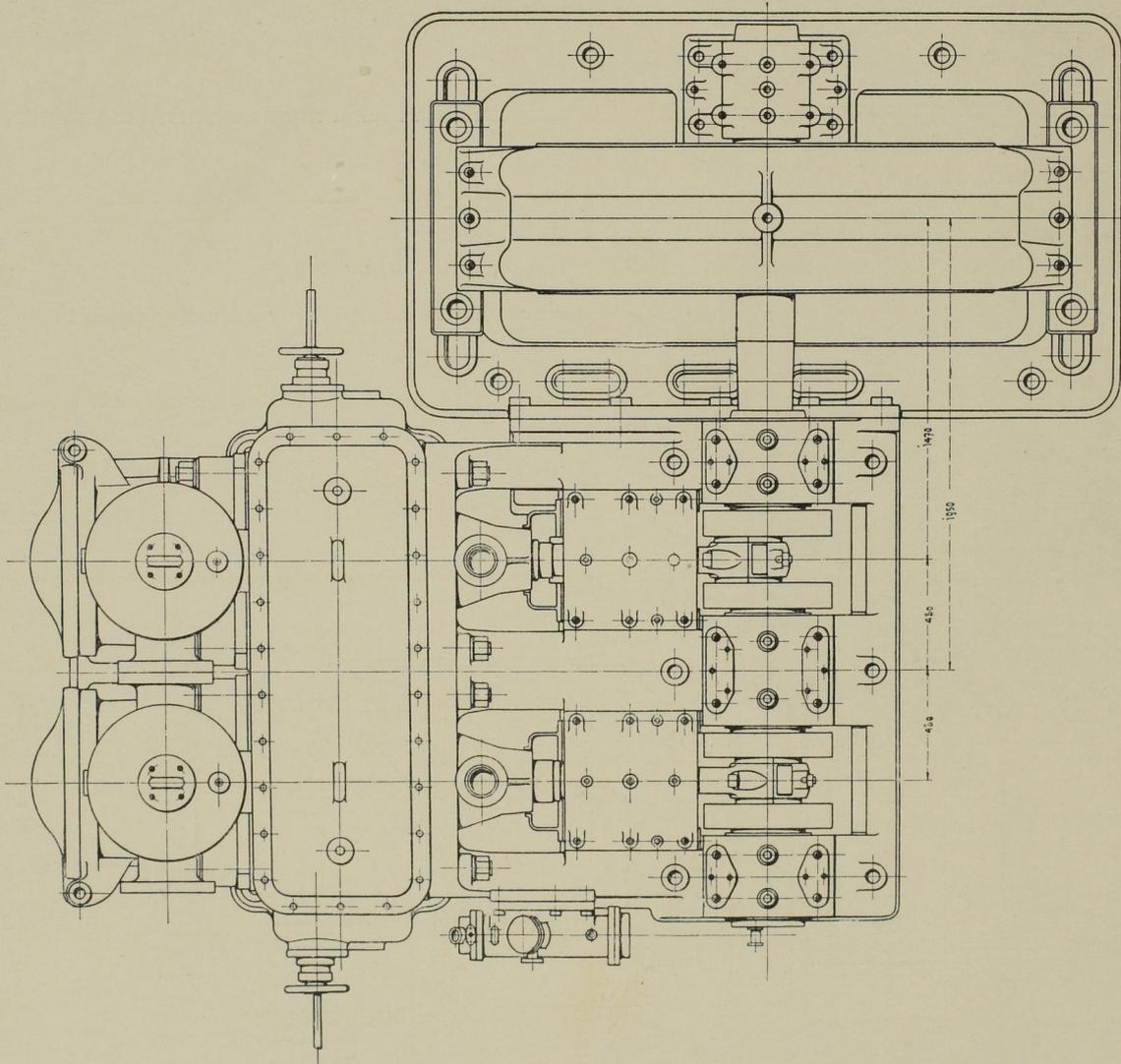


Abb. 71. Grundriss der Pummaschine.

Unterirdische Wasserhaltung des Lothringer Hüttenvereins Aumetz-Friede in Aumetz.

Express-Pumpe von der Diesel-Motoren-Fabrik in Augsburg.

Elektrischer Theil von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin.

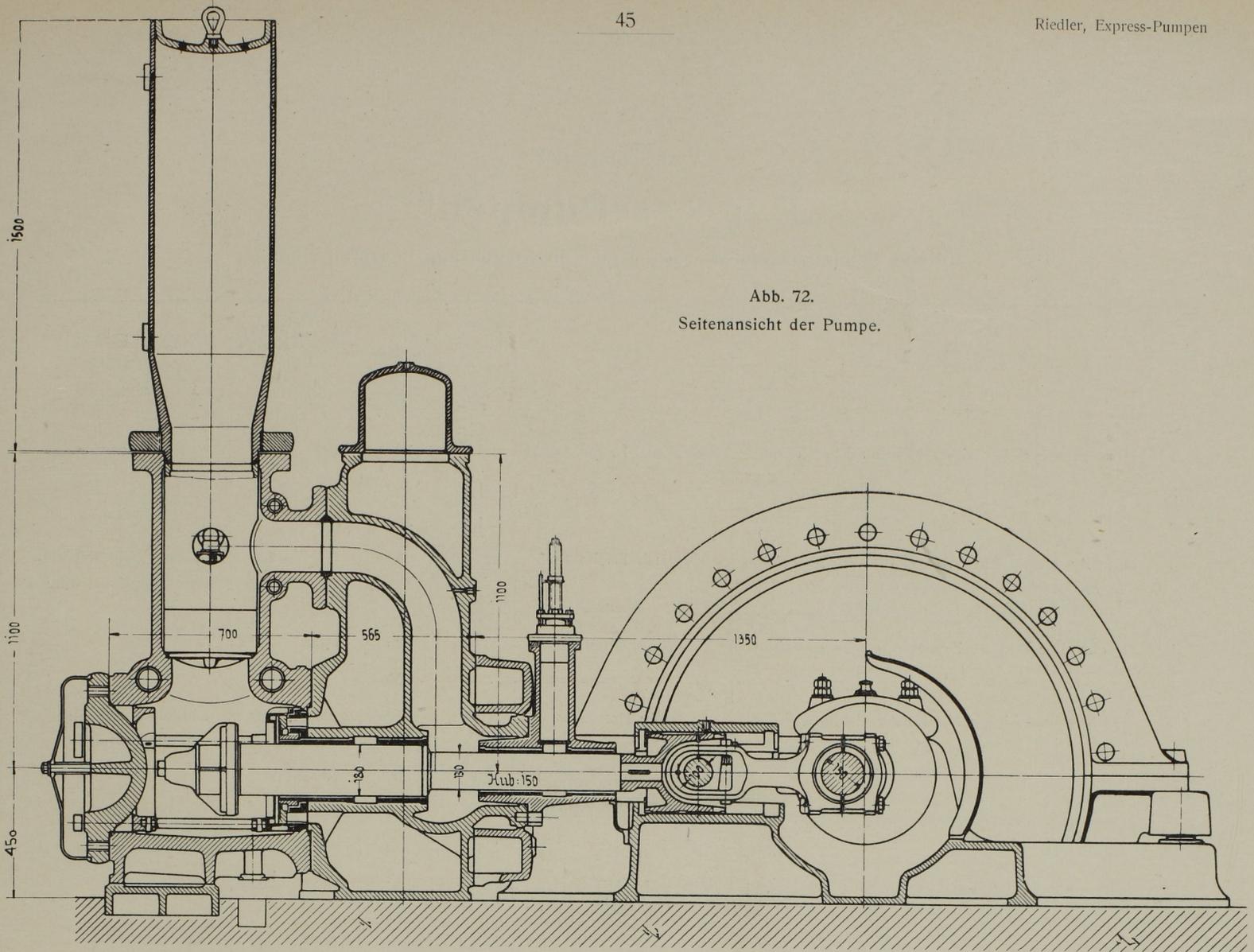
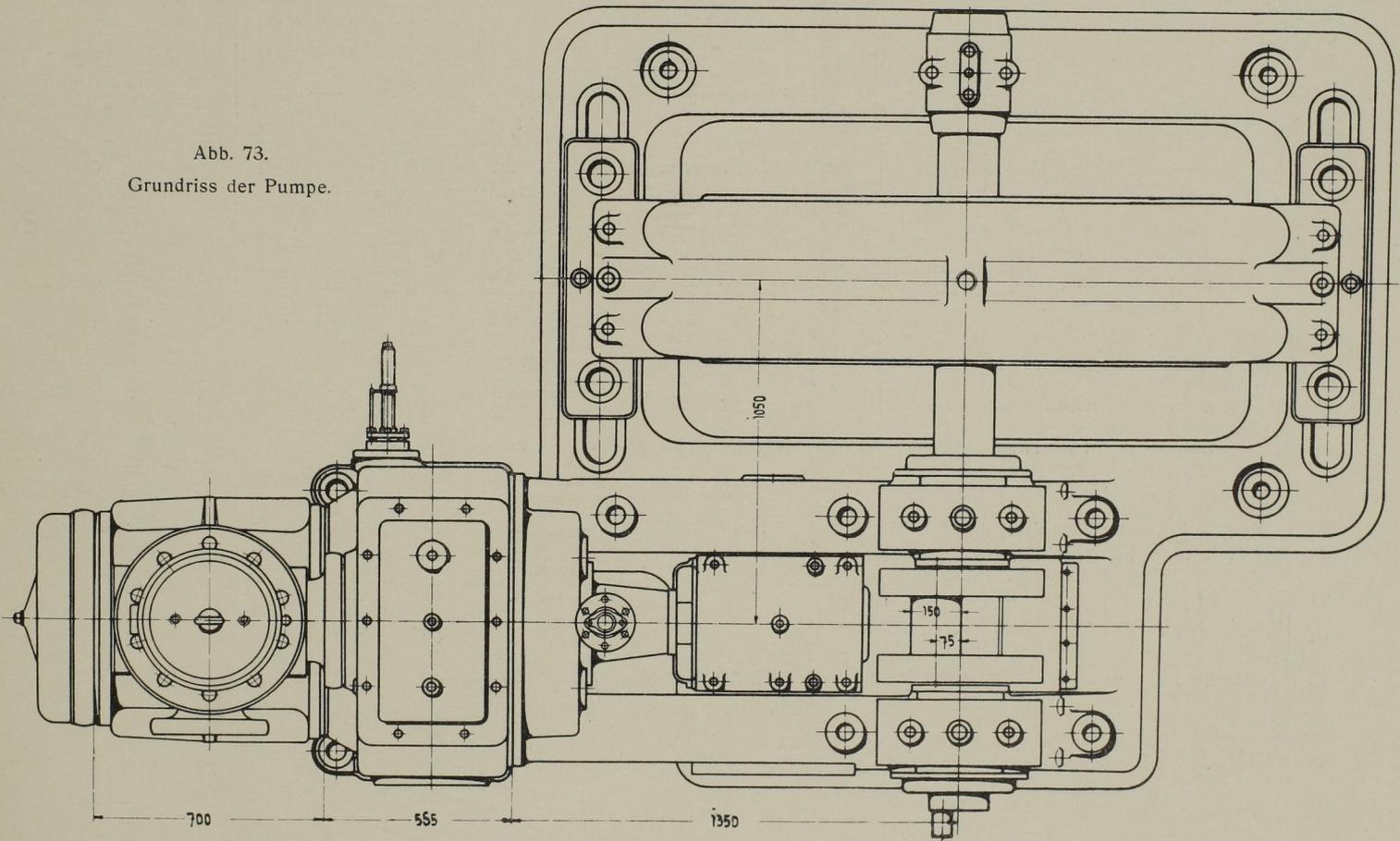


Abb. 72.
Seitenansicht der Pumpe.

Abb. 73.
Grundriss der Pumpe.



Express-Pumpe mit elektrischem Antrieb für die Weltausstellung in Paris 1900.

Express-Pumpe von der Diesel-Motoren-Fabrik in Augsburg.
Elektrischer Theil von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin.