

Berichte an die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure  
gelegentlich der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

---

# Maschinenarbeit und Ausnutzung der Naturkräfte

in

## A m e r i k a .

Von

**M. F. Guterath    E. Reichel    A. Biedler.**

---

### II.

**Dampfmaschinen, Riementriebe, Pumpwerke, Luftkrompressoren, Bergbaumaschinen und -anlagen.**

Mit 352 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Textblatt.



SPRINGER-VERLAG  
BERLIN HEIDELBERG GMBH

1893.

Berichte an die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure  
gelegentlich der Kolumbischen Weltausstellung in Chicago 1893.

---

# Maschinenarbeit und Ausnutzung der Naturkräfte

in

## A m e r i k a .

Von

**M. F. Guterath    E. Reichel    A. Biedler.**

---

### II.

**Dampfmaschinen, Riementriebe, Pumpwerke, Luftkpressoren, Bergbaumaschinen und -anlagen.**

Mit 352 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Textblatt.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1893

**Additional material to this book can be downloaded from <http://extras.springer.com>**

**ISBN 978-3-662-38906-5      ISBN 978-3-662-39839-5 (eBook)**  
**DOI 10.1007/978-3-662-39839-5**

---

**Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.**

---

# Inhalt.

---

	Seite
Dampfmaschinen auf der Weltausstellung in Chicago . . . . .	1
Raschlaufende Dampfmaschinen . . . . .	26
Riementriebe in Amerika . . . . .	62
Amerikanische Pumpwerke . . . . .	73
Das Wasserwerk in Boston . . . . .	86
Die Maschinenanlagen der Calumet und Hecla-Grube . . . . .	95
Luftkompressionsmaschinen . . . . .	121
Bergbau-Anlagen im Westen . . . . .	134

---

## Dampfmaschinen auf der Weltausstellung in Chicago.

Die Ausstellung ist eröffnet, das große Werk vollendet — vielleicht im Juli! Denn gleich unfertig wurde wohl bisher noch keine Ausstellung den Blicken der Schaulustigen freigegeben. Trotzdem macht jetzt schon, anfangs Mai, die Ausstellung, wenigstens in ihrem äußeren Gewande, einen großartigen Eindruck, gegen den alle bisherigen Ausstellungen zurückstehen, vielleicht mit Ausnahme der äußerlich prächtig

angelegten Pariser. Die Architekturwirkung, die wunderbaren Perspektiven, See und Lagunen geben ein Gesamtbild von herrlicher Pracht, und der Aufenthalt in der leider nur

Fig. 1.

Wien 1873. Maßstab 1:15000.

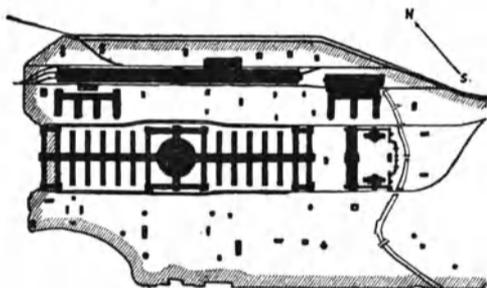


Fig. 4.

Paris 1889. Maßstab 1:15000.

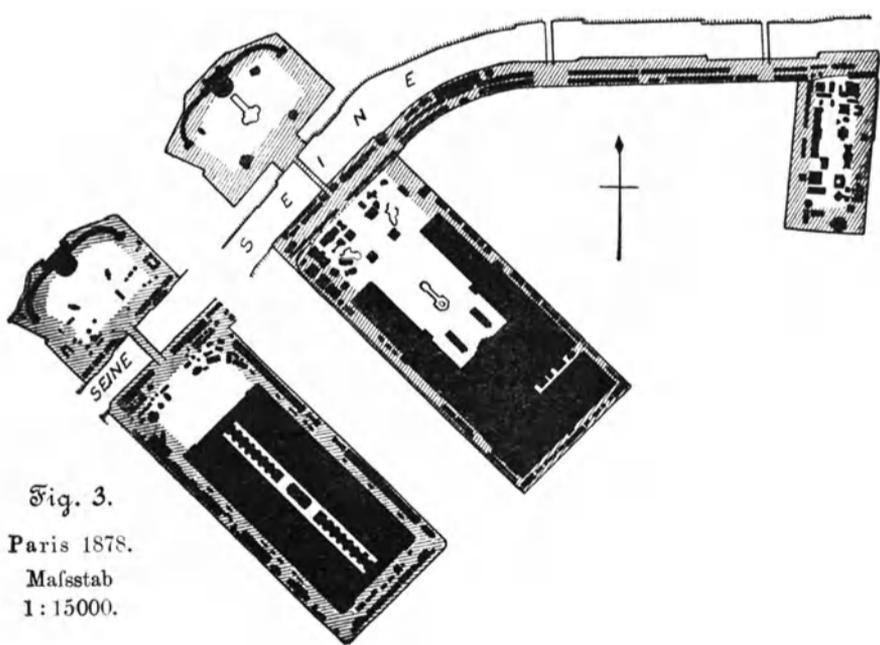


Fig. 3.

Paris 1878.  
Maßstab  
1:15000.

zu »weisen Ausstellungstadt« lässt den Beschauer die Nähe des rauchigen und hässlichen Geschäftsteiles von Chicago vergessen, in dem er gar mächtig die Sehnsucht nach Ruhe, Sauberkeit und Schönheit empfunden hat.

Chicago hat gehalten, was es versprochen, es hat der

Fig. 2.

Philadelphia 1876. Maßstab 1:15000.

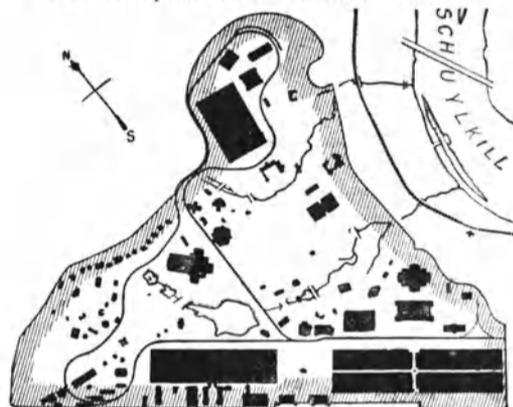
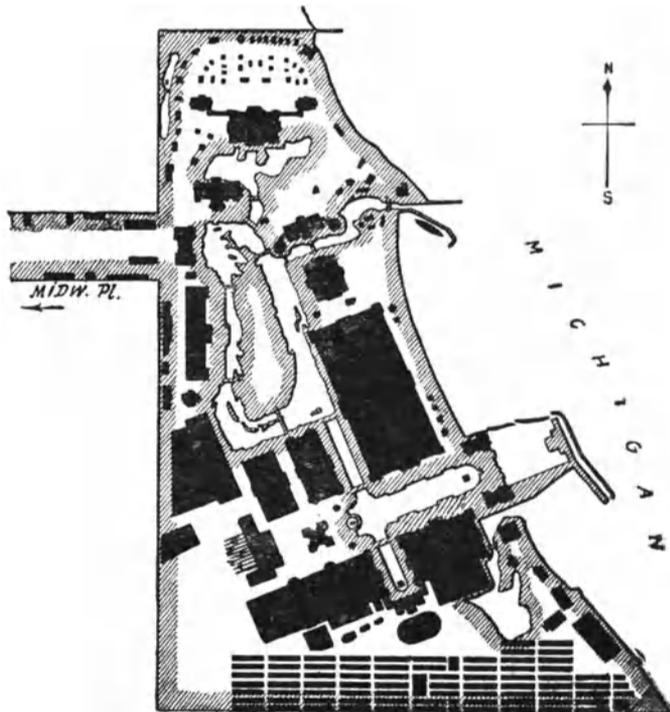


Fig. 5.

Chicago 1893. Maßstab 1:15000.

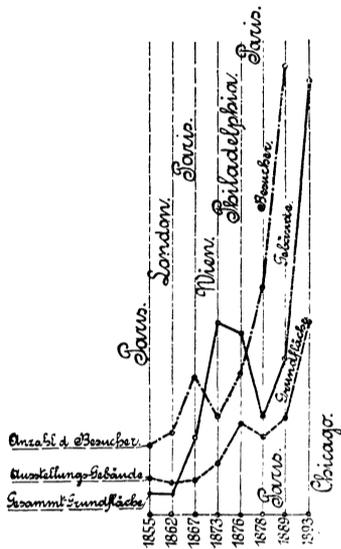


Ausstellung eine Ausstattung gegeben, die gegen die bisherigen prächtigsten nicht zurücksteht.

Zunächst, im allgemeinen, einige Worte über den Umfang der Chicagoer Weltausstellung. Es ist üblich,

Ausstellungsberichte durch zahlenmäßige Vergleiche mit vorangegangenen Ausstellungen einzuleiten, die sich über alle Einzelheiten: Grundfläche, Größe und Bauart der Gebäude, Zahl der Besucher, Kosten und Fehlbetrag verbreiten, in der Regel aber nur wenig Uebersicht bieten. Für Ingenieure lässt sich ein Ueberblick besser und einfacher auf graphischem Wege geben, und ich versuche dies durch die Fig. 1 bis 5, die einen Vergleich der großen Weltausstellungen von Wien 1873, Philadelphia 1876, Paris 1878 und 1889 und Chicago 1894 enthalten, und Fig. 6, in welcher die Größe der Aus-

Fig. 6.



stellungsgebäude und der gesamten Ausstellungsgebiete, sowie die Zahl der Ausstellungsbesucher verglichen werden.

Amerikanische Zeitungen lieben es, die Kurve der zahlenden Besucher für Chicago progressiv fortzusetzen und der gegenwärtigen Ausstellung einen noch nie dagewesenen Zulauf und großen finanziellen Erfolg vorauszusagen, von dem zwar bisher nicht das geringste zu sehen war, der aber der großen angelegten Ausstellung nur zu wünschen wäre.

Wenn ich es wage, jetzt schon eine Uebersicht über die ausgestellten Dampfmaschinen zu geben und damit einige allgemeine Bemerkungen zu verknüpfen, so kann ich selbstverständlich nur meine eigene Meinung zum Ausdruck bringen und meine persönlichen Eindrücke wiedergeben; ich glaube aber meine Meinung jetzt schon aussprechen zu dürfen, da ich durch meine früheren amerikanischen Reisen über den maschinentechnischen Inhalt der Ausstellung schon vorher im wesentlichen unterrichtet war.

Die Weltausstellungen sind längst nicht mehr die Stätten, auf denen sich der allgemeine friedliche Wettkampf der Nationen abspielt. Die Pariser Ausstellung von 1867 war vielleicht die einzige große Ausstellung, die wirklich eine internationale genannt werden durfte; auch in Wien hat, auf einzelnen Gebieten wenigstens, noch eine wirklich internationale Beteiligung stattgefunden. Alle späteren »internationalen« Ausstellungen waren wesentlich nur Ausstellungen des betreffenden Landes, und das Internationale beschränkte sich im günstigsten Falle auf einige Schaustellungen und auf die Besucher. Das Ausland ist in der Regel mit allem, was es im großen charakterisiert, ferngeblieben, und nirgend boten die von ihm ausgestellten Gegenstände ein Bild der wirklichen Industrie des Landes. Die Kosten guter Ausstellungen sind eben im Vergleich zu ihrem Nutzen und den wirtschaftlichen Aussichten, welche internationale Schaustellungen bieten oder eröffnen können, zu hoch. Nur auf wenigen Gebieten sind die Bedingungen gegeben, welche eine hervorragende Beteiligung an Ausstellungen sichern; diese ist immer nur bei entsprechendem wirtschaftlichem Hintergrunde zu erwarten; sonst dienen die Ausstellungen im wesentlichen nur als Ankündigungsmittel im großen Maßstabe. Der bloßen Ehre wegen, die wesentlich auch nur im eigenen Lande zu

holen ist, kann die Beteiligung, gegenüber den geänderten Verhältnissen, keine allgemeine sein, sondern wird sich auf die wenigen beschränken, die sich solches eben auch ohne den erwähnten Hintergrund leisten können. Die Auszeichnungen, welche Ausstellungen vergeben, haben durch ihre übermäßige Zahl ihren Wert längst und vollständig eingebüßt. Die Briefköpfe erster Firmen sind nicht mehr mit den Abbildungen von Medaillen geziert, welche auch minderwertige in reicher Anzahl erhalten.

Immerhin ist auf solchen Gebieten, wo große Handelsinteressen den Hintergrund bilden, auch heute noch ein erster Wettbewerb der Nationen auf dem Felde der Ausstellungen vorhanden. In diesem Sinne hatte die Weltausstellung von Philadelphia, als erste amerikanische Ausstellung, ihre Bedeutung, und ist auch die Beteiligung an der Chicagoer Ausstellung wirtschaftlich begründet, denn ihre Bedeutung liegt nicht in den Vereinigten Staaten allein, sondern, besonders für das Ausland, in viel höherem Maße in den amerikanischen Nachbarländern, in Südamerika und in Ostasien, welches ja ein Hinterland Amerikas zu werden beginnt. Wer im überseeischen Auslande ein Absatzgebiet für seine Fabrikation zu suchen hat, dürfte von der Chicagoer Ausstellung nicht fernbleiben, wie er auch von der letzten Pariser Ausstellung nicht hätte fernbleiben sollen, nicht der Franzosen, sondern des Auslandes wegen, welches nach Paris kommt und dort kauft.

Die Erkenntnis der Wichtigkeit dieser Verhältnisse scheint gegenüber der Chicagoer Ausstellung diesmal in Europa vorgeherrscht zu haben. Alle Staaten wetteifern mehr, als insbesondere die Amerikaner erwarteten, und bestreben sich mehr als bei vorangegangenen Ausstellungen, ein möglichst günstiges Bild ihrer Industrie zu bieten. Leider scheint die Erkenntnis spät gekommen zu sein, denn die Lücken in der Vertretung sind groß und betreffen viele Gebiete, welche nicht fehlen sollten.

Mit großer Befriedigung muss hier hervorgehoben werden, dass trotz der späten Vorbereitungen die deutsche Ausstellung hier nicht nur die erste am Platze war und in der Maschinen- und Industriehalle schon bei der Eröffnung ein leidliches Bild bot, während andere Auslandsstaaten sich noch im Chaos oder Vakuum befanden oder, wie Frankreich, Spanien und Russland, noch befinden, sondern dass auch die deutsche Ausstellung zu den Hauptanziehungspunkten der Ausstellung gehört und alle Erwartungen übertroffen hat. Der äußere Erfolg ist jetzt schon ein unbestrittener, und die Ueberraschung über die nicht erwarteten Leistungen in der Abteilung für Hüttenwesen und Bergbau, in der Maschinen- und Industriehalle ist bedeutend. Jeder Deutsche kann auf die tatsächliche Bedeutung dieser Ausstellung stolz sein, der der erwartete praktische Erfolg nur zu wünschen ist. Wer aber von dieser glänzenden Vertretung und selbst der Anerkennung der Amerikaner hier im Lande selbst Früchte erhofft, dürfte sich meiner unmaßgeblichen Meinung nach irren. Ich glaube vielmehr: Die Ausstellung der deutschen Industrie hat auch in ganz anderer praktischer Richtung überrascht und wird wahrscheinlich dazu beitragen, hier im Lande selbst die Bahn der Prohibitivzölle eher zu verbreitern als ihre Aufhebung herbeizuführen. Die Früchte der Ausstellung können nur in den Nachbarstaaten gesucht werden, und bei der Wichtigkeit dieser Länder ist es bedauerlich, dass der Ausstellung nicht viel gründlichere Vorbereitungen vorausgehen konnten, dass die Beteiligung nicht eine allgemeinere ist.

Im besonderen habe ich in bezug auf die Dampfmaschinenexposition in Chicago noch hinzuzufügen, dass die ausgestellten deutschen Dampfmaschinen von F. Schichau in Elbing — eine 1000 pferd. stehende Dreifach-Verbundmaschine für den Antrieb einer Siemens-Dynamomaschine und eine kleinere Dreicylindermaschine — und die Lokomobile von R. Wolf in Buckau zwar nur einen kleinen Theil der deutschen Industrie repräsentieren, aber allen gleichartigen Maschinen der Ausstellung sowohl in Bauart als Ausführung überlegen sind.

Ebenso überragt die Ausstellung von Werken deutscher Ingenieurkunst in Zeichnungen und Modellen einschliesslich der Ausstellung des preussischen Ministeriums der öffentlichen Arbeiten nicht nur alles auf der Ausstellung in Chicago in dieser Richtung Gebotene, sondern ist auch

gegenüber allen ähnlichen Gesamtausstellungen auf anderen Ausstellungen sehr bedeutend, und gerade dieser Ausstellung wäre viel größere Wertschätzung und Anziehungskraft auf weitere Kreise zu wünschen. Sie wird aber leider bei der Mehrzahl der Ausstellungsbesucher unbeachtet bleiben und nur von wenigen Fachleuten geschätzt werden.

Diese hervorragende Ausstellung von Ingenieurarbeiten ist gerade in amerikanischer Umgebung geeignet, zu Betrachtungen über deutsche Ingenieure anzuregen, über ihr Können und ihren durchschnittlichen Wirkungskreis, der sich nur ausnahmsweise über die eigene Heimat hinaus erstreckt, und damit die Tausende von Amerikanern und Engländern zu vergleichen, welche ohne hervorragende Kenntnisse, nur begabt mit frischem Mut und freiem Blick, gerade in fernen Ländern Großes schaffen und ihrer Nation in hohem Maße nützen; welche selbständiges Schaffen lernen, wo unsere Jugend noch in Wolkenskukusheim gedrillt wird. Da lässt sich die Betrachtung nicht abwehren, welche großes geistiges Kapital und wie viele Begabung bei uns, insbesondere im Staatsdienst, wohin alles drängt, vergeudet wird, wieviel Talent aus Mangel an lebendiger Thätigkeit verdorrt, und wie viele wohl auch den Blick für die Wirklichkeit verlieren, während andere wieder in ungezügelter Freiheits- und Wandertriebe zwar die Welt durchfliegen, aber nicht für ihre Nation, sondern in ungeordneter Stellung meist für Angelegenheiten schaffen. Die gewaltigen Unternehmungen, welche gerade jetzt in Südafrika im Zuge und auch auf der Ausstellung angedeutet sind, geben zu solchen Betrachtungen ganz besonders Anlass. Bei uns sind Mängel in der Erziehung zu beheben, und die Ausbildung ist auf den Boden der Wirklichkeit zu stellen.

Durch das eingangs Erwähnte wollte ich begründen, dass die Ausstellung in Chicago so wenig wie irgend eine andere ein abgeschlossenes Bild der Industrien der verschiedenen Länder geben kann. Wenn die Ausstellungen, insbesondere die Pariser, noch immer große Anziehungskraft ausgeübt haben, so liegt dies nicht in sachlichen Gründen, sondern in dem Geschick, mit welchem ihre äußere Ausstattung durchgeführt worden ist. Große Weltausstellungen können unter den gegebenen Verhältnissen und gegenüber dem geringen Interesse, welches die großen Massen der eigentlichen Industrie und ihren Hilfsmitteln entgegenbringen, ungewöhnlicher Anziehungsmittel, sei es nun ein Eiffelturm oder allerlei Vergnügungen, nicht entbehren. Diese spielen für die große Masse leider die Hauptrolle und haben auch die internationalen Ausstellungen seit langem ganz überwuchert. Da in dieser äußeren Ausstattung die Franzosen von jeher Meister waren, so können die Pariser sich und der Welt das Vergnügen einer Weltausstellung so oft verschaffen, als sie Lust haben, und können auch auf Erfolg rechnen, zumal die Stadt selbst so viel Anziehendes für viele besitzt, unter denen mancher auch den Vorwand zu einer Reise nach Paris ergreift.

Auch die ernste Chicagoer Ausstellung kann auf solche äußeren Reizmittel nicht verzichten; außer der gewaltigen Entfaltung von Architektur hat sie sich, nach dem Vorbilde von Paris, eine Kairo-Strasse, orientalische und europäische Dörfer zugelegt, und als Ersatz des Eiffelturmes wird eine riesige russische Schaukel von 250' Dmr. aufgestellt, die wahrscheinlich das Wahrzeichen der Ausstellung bilden wird. Ist sie auch trotz ihrer Größe dem Eiffelturm gegenüber nur ein armseliges Anziehungsmittel, so bietet doch die technische Ausführung des Riesenrades viel Interesse und wird auch von Fachleuten bewundert. Der Gedanke, ein mechanisch bewegtes Objekt als Anziehungsmittel aufzustellen, ist jedenfalls ein richtiger, denn die bloßen ruhenden Bauwerke haben die Grenze der Möglichkeit, soweit sie bezahlt werden können, mit dem Eiffelturm erreicht, und eine Steigerung ist kaum mehr möglich. Die nächste Ausstellung, welche die Welt mit Ungewöhnlichem überraschen will, muss daher zu bewegten Hilfsmitteln greifen, und auf diesem Gebiete kann noch Außerordentliches für erschwingbare Summen geboten werden.

Wer aber die wirklichen Leistungen der Industrie kennen lernen will, darf umfangreiche Belehrung nicht auf der Ausstellung suchen, sondern muss die Werkstätten und Betriebe studieren; dort wird er für sein Studium ein weites Arbeitsfeld vorfinden und großartige Eindrücke empfangen.

Ich möchte diese Gelegenheit benutzen, um mit einigen Worten die wahrscheinlichen Eindrücke zu kennzeichnen, welche der erste Besuch Amerikas hervorruft.

Wer nach der ersten Fahrt auf einem Schnelldampfer mit den großen technischen Einrichtungen die Eindrücke, die sie hinterlassen, beim Betreten der ersten großen amerikanischen Stadt mächtig gesteigert sieht, wo zwar in hässlicher und rücksichtsloser, aber gewaltiger Weise die Ingenieurkunst und die Maschinentechnik für die großartigen Verkehrsanlagen ausgenutzt werden, der ist erfahrungsgemäß geneigt, eine beständige Steigerung zu immer Größerem und Ungewöhnlicherem zu erwarten und dabei wohl gar vorauszusetzen, dass er eine reiche Ausbeute an unmittelbaren Erfahrungen schwarz auf weiß nach Hause tragen könne. Es giebt sogar manche, welche nach herkömmlicher Legende meinen, hier zu Lande seien die meisten Leute geborene Maschinenbauingenieure und es würden hier Dinge geleistet, die weit über unser Können hinausgehen. Auf die Gefahr hin, hiesige Freunde zu verletzen und missverstanden zu werden, muss ich solchen Legenden entgegentreten. Wer nicht zu zart angelegt ist und sich nicht von vornherein durch unbequeme oder hässliche amerikanische Eigentümlichkeiten abschrecken lässt, wer technisches Leben in den Werkstätten und Betrieben, Land und Leute in ihrer Eigenart studirt und ein offenes Auge und richtigen Blick für gegebene Verhältnisse besitzt, wird unzweifelhaft hier im Lande große Eindrücke mitnehmen und vielfach in dem, was hier besteht, unsere eigene zukünftige Entwicklung voraussehen und dabei leider auch voraussehen, mit welchen Riesenschritten wir dem Verhältnis wirtschaftlicher Abhängigkeit von Amerika entgegengehen.

Die amerikanischen Städte allein bieten, allerdings nur dem Ingenieur, viel Anregendes; sie sind nicht wie unsere alten Städte durch die Ueberbleibsel des Mittelalters, sondern nur durch die Anforderungen des modernen Verkehrs beeinflusst, vielfach durch den Verkehr allein geschaffen. Die Eisenbahnen waren zuerst da und laufen auch heute noch mitten durch die Stadt. Die hohe Ausbildung der Verkehrsmittel zieht die ungeheuren Entfernungen zusammen. Entfernungen wie von Chicago nach New York, von 1500 km, gewöhnt man sich so zu durchfahren, wie bei uns Strecken von kaum einigen 100 km. Dies konzentriert die Eindrücke auf ein kleines Feld.

Die große Ausdehnung der elektrischen Beleuchtung in den Städten und motorischer Kraft im allgemeinen, die bessere technische Einrichtung der Häuser und dergl. schaffen ein vielleicht großartigeres Bild beim ersten Anblick als nachher bei genauerem Studium. Letzteres zeigt fast immer, dass die Einrichtungen auf unsere Verhältnisse gar nicht übertragbar sind, sich auch einförmig gleichmäßig wiederholen; für hiesige Verhältnisse aber sind sie richtig und auch immer lehrreich. Auf technischen Gebieten kann der Europäer immer nur lernen. Kann er von dem Gelernten auch nur äußerst wenig zu Hause unmittelbar verwerten, so bleiben Eindrücke, Urteile und Vergleiche doch immer vom höchsten Werte und machen die Reise auch für denjenigen lohnend, dem germanischer Durst und ungewöhnliche Verhältnisse der Leibesatzung Sorgen bereiten.

Wer hingegen nach Amerika kommt, in der Meinung, sich auf der Ausstellung allein ein Bild der wirklichen technischen Entwicklung des Landes zu verschaffen, der wird nur Enttäuschungen erleben und mag sich lieber die Reise ersparen. Es ist nur wenig zu sehen, was nicht in ähnlicher Weise auf anderen Ausstellungen zu sehen war oder was gar mit der Arbeit im Lande verglichen werden könnte. Wer nur allgemeinen Maschinenbau studieren will, findet in der Ausstellung wenig Lohnendes. Wer ferner ohne Beherrschung der Sprache und Meinungs-austausch mit schaffenden Ingenieuren und ohne Blick für gegebene Verhältnisse hierher kommt und sich auf die Ausstellung und das, was auf der

großen Heerstrafe liegt, beschränkt, kann nur ganz unbefriedigt zurückkehren.

Ich möchte auch nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass die Vorstellung, hier sei außerordentliche Mannigfaltigkeit von Eigentümlichkeiten zu finden, unrichtig ist, ebenso die Vorstellung, dass hier alles und jedes viel grofsartiger und besser sei als bei uns.

Amerika ist schon lange nicht mehr das Land der Indianer- und Hinterwäldlergeschichten, aber ebenso wenig das ausschließliche Land der Ingenieurkunst nach Art der überschwänglichen Lobeserhebungen in den Büchern über Erfindungen und »eiserne Jahrhunderte«. Wer solches annimmt, kommt um einige Jahrhunderte zu spät oder im letzteren Falle zu früh. Die heutige Wirklichkeit ist ganz anders beschaffen. Indianer und Büffel sind mit vielen sonstigen Eigentümlichkeiten des früheren Landes verschwunden. Die Indianer werden auf der Ausstellung als Wachfiguren mit grofsem Interesse betrachtet, offenbar weil sie die jetzigen Herren des Landes nur noch ganz selten zu Gesicht bekommen, und die Büffel sind bis auf einige Exemplare in den zoologischen Gärten vertilgt. So haben die Amerikaner mit Hilfe der modernen Kulturmittel mit der Urzeit in ungläublich kurzer Zeit aufgeräumt und ihre antiken Vorbilder, die alten Römer, in dem Mafse übertroffen, als sie von den Eisenbahnen und sonstigen technischen Hilfsmitteln Gebrauch machen konnten.

Es mag noch ganz besonders hervorgehoben werden, dass die Ver. Staaten vielleicht heute das einheitlichste Land der Welt sind.

Die Amerikaner assimilieren vollständig alle Nationen mit Ausnahme der Chinesen und einiger weniger ungebildeter Elemente unter den Italienern und Ungarn. Alles vom Osten bis zum fernsten Westen hat einheitliches Gepräge, einheitliche Art zu schaffen, und derjenige wird vollständig enttäuscht sein, der sich unter den Orten Omaha, Kansas City, Grand-Rapids, Sioux City, Denver, Salt Lake City usw. etwas anderes vorstellt, als aufblühende, moderne, grofse Städte von einheitlichem Gepräge. Diese einheitliche Gestaltung wird mächtig gefördert durch das erwähnte vollständige Aufgehen aller Nationen in dem Yankeetum, insbesondere unserer Landsleute, die sich zwar hier in Chicago und mehr noch in Milwaukee, wo sie zahlreich vertreten sind, nationale Gebräuche bewahrt haben, trotzdem aber meistens schon in der ersten Generation, nicht zu sprechen von der zweiten, vollständig Amerikaner werden. Diese Einheitlichkeit erklärt auch manche amerikanische Eigentümlichkeit auf technischem Gebiete.

Zu den geradezu kindlichen Vorstellungen gehört auch die heutzutage noch anzutreffende Auffassung, das es möglich sei, von Europa hierher zu kommen und so, wie vor vielen Jahrzehnten, ein reicher Mann zu werden, da die umherliegenden Schätze eben nur aufzuheben seien, wie ja Hunderte und Tausende als gewöhnliche Arbeiter und Handwerker früher ins Land gekommen sind und jetzt zu den Reichsten zählen. In Wirklichkeit war es aber nur die Zeit, in der jene Leute lebten, die sie, auch ohne ihr Zuthun, grofs gemacht hat. Selten erwarben sie ihr Vermögen durch ihr Handwerk, meist nur durch den Landbesitz und den in beispiellos kurzer Zeit steigenden Wert dieses Landes. Diese Zeiten sind selbst im fernen Westen vorüber. Wer heute hier grofs werden will, kann es nur werden auf dem Gebiete der schaffenden Arbeit, muss viel Gehirn und Arbeitsvermögen mitbringen oder viel Glück in der Spekulation haben — gerade so wie bei uns. Wenn auch das Arbeitsfeld hier ein ungleich gröfseres ist und noch nicht gar so viele an einem Knochen nagen wie in der alten Welt, so wird doch hier auf vielen Gebieten weit mehr und härter gearbeitet als bei uns. Nicht der Arbeiterstand zeichnet sich in dieser Beziehung vor dem unseren aus, im Gegenteil, wohl aber jeder, der selbständig vorwärts kommen will und vor allem die im grofsen Mafsstab schaffenden Leiter von Unternehmungen. Wie bei uns, jedoch in sehr verstärktem Mafse, werden von diesen die Hilfsmittel, welche Technik und Erfindungsgeist bieten, nicht dazu benutzt, die Arbeit des Menschen zu erleichtern, das Leben zu verschönern, sondern nur dazu, immer mehr zu schaffen, mehr als der Menschennatur

gut ist. Das hastige Leben und Treiben in den leitenden Geschäftsstellen mit ihren Telegraphen, Telephonen und Schreibmaschinen erinnert wahrhaftig an das Gebahren kunstgeübter Jongleure, welche gleichzeitig Fangball mit Kugel, Messer, Feder und Pistole spielen und dabei noch Zeit für andere Beschäftigungen erübrigen.

Diese allgemeinen Bemerkungen wollte ich dem Teilberichte über eine Maschinengattung der Ausstellung vorausschicken und dadurch die allgemeinen amerikanischen Verhältnisse kennzeichnen, soweit dies in einem flüchtigen Berichte möglich ist, weil diese Verhältnisse auch alle technischen Gebiete, Verwendung und Bauart der Maschinen beeinflussen.

Wenn ich es unternehme, einige charakteristische Züge des amerikanischen Dampfmaschinenbaues hervorzuheben, so kann ich mich zunächst auf das berufen, was Radinger in seinem Berichte von 1876 äufserte. Das dort Gesagte halte ich im wesentlichen auch jetzt noch für zutreffend, wenn ich auch die Begeisterung Radinger's nicht teile. Damals konnte von einigen in jeder Beziehung originellen und hochinteressanten Maschinen berichtet werden. Soweit diese wirklich hervorragendes Interesse boten, sind sie auch wieder auf der Chicagoer Ausstellung oder auf dem Maschinenmarkt ziemlich unverändert oder mit einigen Verbesserungen vertreten. Neues zu berichten, ist heute schwer möglich auf einem Gebiete, wo Kenntniss auch der Einzelheiten allgemein geworden ist, und wo Neues überhaupt nicht lange unbekannt bleiben kann. Dadurch schrumpft naturgemäß das zu Berichtende auf einen kleinen Umfang, besonders hinsichtlich der Einzelheiten, zusammen.

Radinger hat auch durch seine Ausstellungsberichte in mustergültiger Weise der wissenschaftlichen Beurteilung der wesentlichen Abmessungen der Maschinen die Wege gewiesen. Was Radinger begonnen, ist aber heute Gemeingut gebildeter Ingenieure und braucht nicht wiederholt zu werden, weil den Fachgenossen damit nichts Neues geboten werden kann.

Der Dampfmaschinenbau und mit ihm auch die frühere mustergültige Werkstättenarbeit in Amerika ist seit 1876 sehr demokratisch geworden, er liegt nicht mehr in den Händen weniger berufener und erfahrener Fabriken, sondern alle Welt baut jetzt Dampfmaschinen, wenige freilich leisten Vorzügliches. Der natürliche Reichtum des grofsen, frisch aufgeschlossenen Landes eröffnet auch dem Minderwertigen Absatzgebiete, namentlich im Westen, wo Arbeitersparnis und Zeitgewinn allen anderen Erwägungen voranstehen. Die Entwicklung des Westens hat auch den Dampfmaschinenbau gewaltig beeinflusst, und eine bedeutende, nicht immer gute Massenfabrikation hervorgerufen. Die ungeheure Ausdehnung des Landes und seine gewaltigen Verkehrsmittel, welche heute schon fast  $\frac{2}{3}$  der gesamten Verkehrsmittel der Welt ausmachen, schaffen für die gesamten wirtschaftlichen Verhältnisse einen Mafsstab, der ungefähr ebenso viel gröfser ist als bei uns, wie die Entfernungen gröfser sind als die unsrigen. Alle diese Verhältnisse aber wirken auf die billige Massenerzeugung hin und beeinflussen die Güte der technischen Ausbildung.

Eine weitere häufig zu treffende Eigentümlichkeit ist die Nachahmung, das oft blinde, verständnislose Kopieren von allem, was sich auf technischem oder wirtschaftlichem Gebiete Erfolg verschafft, meist mit einer alles überbietenden Reklame, wovon nur wirklich hervorragende Firmen in wohlthuender Weise eine Ausnahme machen.

Auch bei uns kommt das Nachahmen vor, aber es ist in der Regel mit einer gewissen Selbständigkeit und immer mit dem Versuch einer Verbesserung verbunden.

Im Westen sind die Maschinen meist unerfahrenen Maschinisten anvertraut, die vom Wesen der Sache nur oberflächliche Kenntnisse haben. Man kann infolgedessen auch selten richtige Auskunft über Maschinen- und Betriebsverhältnisse erlangen. Die Maschinen werden entweder ohne Zeichnungen oder nach mangelhaften Zeichnungen gearbeitet. Grofse Bauten in Berg- und Hüttenwerken, Wasserkraftanlagen, Mühlen u. dergl. werden mit grofsen Mitteln, staunenswerter Raschheit und Kühnheit ausgeführt; Zeichnungen

darüber aber giebt es nicht. Bei allem Entgegenkommen gegen europäische Besucher können daher auch Pläne selten zur Verfügung gestellt werden.

Der Zwang der gegebenen Verhältnisse, die Schwierigkeit der Arbeitsverhältnisse und die Hilfsmittel, an welche die Ausführung gebunden ist, schaffen einen eigenartigen Arbeitsvorgang, und diesen zu studiren, ist außerordentlich lohnend und interessant. Auf dem Gebiete rascher und einfacher Ausführung mit den einfachsten Mitteln sind die Amerikaner thatsächlich groß. Die gegebenen Verhältnisse zwingen zu einer raschen und kühnen Auffassung. In dieser Hinsicht bietet die Ausstellung selbstverständlich kaum mehr als flüchtige Andeutungen, und diese Verhältnisse können nur an den Baustellen selbst studirt werden.

Auf gleichem Boden, jedoch in einer ganz anderen Richtung, geht der zweite mächtige Fortschritt des amerikanischen Maschinenbaues vor sich: die Entwicklung der Werkzeuge und der Werkzeugmaschinen. Auch diese Entwicklung hat ihre Ursache im Zwang der gegebenen Verhältnisse, in der Kostspieligkeit der Menschenarbeit und in der Notwendigkeit, diese durch Maschinenarbeit soweit als irgend möglich zu ersetzen. Der Umstand hat zu einer außerordentlichen Vollkommenheit in der Ausbildung der Werkzeuge geführt.

Bei meinen Bemerkungen liegt es mir vollständig fern, die Meinung hervorzurufen, als ob hier der Ingenieurstand ein minderwertiger sei. Nur schafft die ungeheure Ausdehnung der Ingenieurarbeiten andere Verhältnisse und auch für Unberufene freies Feld, da es in vielen Fällen auf gar nichts anderes ankommt als auf Menschen- und Zeitersparnis. Die wirklich hervorragenden und leitenden amerikanischen Ingenieure hingegen stehen, gleichgültig, wo sie ihre Studien und Erfahrungen gemacht haben, in keiner Weise den Ingenieuren anderer Länder nach. Ich habe amerikanische Maschineningenieure kennen gelernt, die an Umfang und Gründlichkeit ihrer Kenntnisse und an Erfahrung auch auf wissenschaftlichem Gebiete den besten aller Länder nicht nachstehen, und deren Denkweise und Arbeit kennen zu lernen ebenso genussreich wie belehrend ist.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wende ich mich zur Ausstellung in Chicago.

Für Maschinen ist eine große Halle, der »Palace of Mechanic Arts« geschaffen worden; daneben bestehen eigene Maschinenabteilungen in den Gebäuden für Transportwesen, Bergbau und Elektrizität sowie gesonderte Pavillons. Der Maschinenpalast ist ein äußerlich überreich, dem Zweck wenig entsprechend ausgeschmücktes Gebäude mit einer Doppelhalle und Zubauten, deren innerer Eindruck in keiner Weise mit dem der großen Pariser oder selbst der Wiener Maschinenhalle verglichen werden kann. Die Wirkung ist unbedeutend, die Eisenkonstruktion schwerfällig, verbaut, und schafft keinen Mittelpunkt in den ausgedehnten Hallen. Die meisten unserer neuen Eisenbahnhallen sind wirkungsvoller. Aufsen ist die Halle mit Namen berühmter Ingenieure geschmückt, auch Siemens, als einziger Deutscher, unter ihnen. Einige englische Namen waren mir unbekannt; ich suchte, fand aber nur die Belehrung, Siemens sei ein »Londoner«.

Der Inhalt der Maschinenhalle, soweit Dampfmaschinen in betracht kommen — und nur von diesen habe ich zu berichten —, zeigt einen gewaltigen Unterschied gegenüber Philadelphia. Dort war der Mittelpunkt nicht nur der Maschinenhalle, sondern der gesamten Ausstellung, die prächtige Corliss-Balanziermaschine. Sie hat ihren Schöpfer und viele andere begeistert und war nicht nur damals, sondern ist auch jetzt noch eine bedeutende Leistung des Maschinenbaues, wenn sie auch jetzt in den Wagenbauwerkstätten von Pullman in Pullman bei Chicago ein mehr beschauliches, eine Art von Ausstellungsdasein führt und nur schwach in Anspruch genommen wird, und wenn auch ihre früher angestaunte Größe und Leistungsfähigkeit durch die heutigen raschlaufenden, scheinbar sehr kleinen Maschinen weit überholt ist.

Die Chicagoer Maschinenhalle hat, wie erwähnt, keinen anziehenden Mittelpunkt. Wenn von einem solchen überhaupt die Rede sein kann, so müsste die von der Allis Co. in Milwaukee ausgestellte 2000pferdige viercylindrige Dampfmaschine genannt werden. Diese Maschine ver-

körpert in ihrer Bauart die prosaische, kommerzielle Neuzeit des Maschinenbaues, die Massenfabrikation, und ist leider, wie alle liegenden Maschinen, in ihrer ganzen Erscheinung wenig wirkungsvoll.

Trotz der mächtigen Dampfzylinder (Niederdruckzylinder 70" = 1778 mm, Hub 72" = 1829 mm) ist die Maschine erst in unmittelbarer Nähe als große Maschine erkennbar und macht naturgemäß auf Laien im allgemeinen keinen hervorragenden, sondern denselben nüchternen Eindruck wie die ganze Halle. Die Maschine ist nicht frei im Mittelpunkte der Maschinenhalle auf einem erhöhten förmlichen Piedestal aufgebaut, wie seinerzeit die Corliss-Maschine in Philadelphia, sondern tief und unscheinbar, mit den großen Zylindern teilweise in das Fundament eingebettet, in hässlicher Weise nur dem Bedürfnis entsprechend.

So wie in Philadelphia wurde diese größte Maschine der Ausstellung durch den Präsidenten der Ver. Staaten nach Schluss seiner Eröffnungsrede durch Druck auf einen Knopf elektrisch in Bewegung gesetzt. Dies hat vor 16 Jahren Aufsehen erregt; heute ist es ein selbstverständlicher Vorgang, und doch mag hervorgehoben werden, dass seinerzeit in Philadelphia zwar der Präsident auf den Knopf drückte, dies aber auch hätte unterlassen können; die Maschine hätte sich doch in Bewegung gesetzt, denn unten im Fundament, dem Blick des Volkes und seines Oberhauptes entrückt, waren mit dem Anlassen von Maschinen wohlvertraute Maschinisten aufgestellt, deren Thaten erst nach Jahren ans Tageslicht kamen. Diese Männer besorgten die Ingangsetzung der Maschine, während der Präsident nur harmlos das Signal dazu gab.

Dieses zur Mode gewordene Ingangsetzen hat sich auch in Chicago wiederholt, ist aber diesmal einigermaßen echt verlaufen. Der vom Präsidenten berührte Knopf setzte hier thatsächlich einen kleinen Elektromotor und, der schaulustigen Menge sichtbar, eine Räderübersetzung in Bewegung, welche ein Drosselventil in der Dampfzuleitung öffnete. Alles übrige, für die gefahrlose Ingangsetzung einer großen Maschine auch auf Ausstellungen nicht Entbehrliche wurde allerdings durch die Beihilfe einiger Maschinisten besorgt, die sich aber über dem Fundament befanden.

Dies sind Nebendinge. Ein ganz gewaltiger Unterschied ergibt sich aber zwischen Chicago und Philadelphia hinsichtlich der Größe der ausgestellten Maschinen. Die große Corliss-Maschine von 1876 war nominell eine 12- bis 1400pferd. Maschine, hat aber in der Ausstellung mit nie mehr als etwa 600 PS gearbeitet und war dabei imstande, die meisten Arbeitsmaschinen der Ausstellung in Bewegung zu setzen. Hier in Chicago ist es ganz anders. In der Maschinenhalle allein sind zusammen etwa 20000 PS an Dampfmaschinen aufgestellt, außerdem noch etwa 7- bis 8000 PS in den verschiedenen Zubauten, und alle diese Maschinen werden, zwar jetzt noch nicht, aber voraussichtlich im Sommer in Betrieb sein.

Den Betriebsdampf liefert eine einheitliche, riesige Kesselanlage, welche einen größeren und bedeutenderen Eindruck macht als die Maschinenausstellung selbst. Diese Anlage übertrifft alle ähnlichen Einrichtungen auf Ausstellungen und bildet ein Schaustück für sich. Nach dem Frankfurter Vorbild wird durch eine Gallerie auch den Ausstellungsbummelern das Verweilen im Kesselraum erträglich und eine prächtige Uebersicht möglich gemacht. In diesem Zentralkesselhaus ist nur Oelfeuerung in Betrieb; 3 bis 4 Kesselheizer, welche die große Anlage zu bedienen haben, walten ihres Amtes in weißen Röcken und weißen Mützen; es fehlen nur noch weiße Handschuhe, die dieser saubere Betrieb ganz wohl noch gestattet haben würde.

Dieser gewaltige Maschinenbetrieb, wie er noch auf keiner Ausstellung bisher geleistet wurde, klingt vielversprechend, aber trotz dieser riesigen Entfaltung von Dampfmaschinenkraft kann von einer bedeutenden allgemeinen Dampfmaschinenexposition, welche diese ganze Maschinenart umfasst, kaum die Rede sein.

Es sind kaum ein halbes Dutzend eigentlicher größerer Betriebsdampfmaschinen vorhanden; alles übrige sind rasch laufende Dampfmaschinen, also nur eine Gattung der ganzen Art; das Ausland ist nur durch sehr wenige Maschinen vertreten und zählt als Gesamtheit überhaupt nicht.

Insgesamt aber dienen die ausgestellten Dampfmaschinen einem einzigen Zwecke, der elektrischen Beleuchtung der Ausstellungsgebäude, und sind nur für Dynamobetrieb verwandt. Desgleichen dient der zweite Teil der grossen Dampfmaschinenausstellung in einem besonderen Gebäude ausschliesslich dem Betriebe der elektrischen Hochbahn. Anstelle einer allgemeinen Ausstellung aller Dampfmaschinenarten ist eine von der Ausstellungsunternehmung geschaffene Kraftstation mit der zugehörigen Kesselanlage und die erwähnte Hochbahn vorhanden. Die für diese vorhandenen Dampfkesselanlagen sind auch keine Kessel ausstellungen, sondern ausschliesslich eine Gruppe verschiedener, wenig Raum einnehmender forcirbarer Wasserröhrenkessel, die nur für den Beleuchtungs- und Bahnbetrieb der Ausstellung bestimmt sind.

Die Maschinen dieser Beleuchtungsanlage sind auch die einzigen, welche bei Eröffnung der Ausstellung einigermaßen fertig waren; die übrigen, mit Ausnahme der deutschen Abteilung, waren und sind noch ein Chaos.

Für die Maschinen der Beleuchtungsanlage wurden den Ausstellern auch grosse Begünstigungen eingeräumt, welche anderen Ausstellern versagt waren: kostenfreie Besorgung der Betriebskraft, der Fundamente und der Aufstellung durch die Ausstellungsunternehmung. Dies hatte zur Folge, dass eine reiche Beteiligung auf diesem Gebiete entstand, aber auch, dass alles, was nicht unmittelbar mit der Beleuchtung zusammenhängt, in der Ausstellung entweder überhaupt nicht oder ganz untergeordnet vertreten ist. Infolgedessen fehlen die wesentlichen Teile des Dampfmaschinenbaues.

Viele Aussteller, und zwar ausschliesslich amerikanische, klagen darüber, dass ihnen der beanspruchte Raum für beabsichtigte grosse Schaustellungen nicht zur Verfügung gestellt wurde, weil angeblich nicht mehr als eine Maschine von einer Bauart zugelassen würde. Dies trifft nicht zu, denn viele Firmen, besonders solche, welche mit starken Reklamemitteln arbeiten, sind in der Ausstellung durch Dutzende gleicher Maschinen vertreten. Wenn daher Platzbeschränkung stattgefunden hat, müssen andere Gründe massgebend gewesen sein. Hierüber zu urteilen, ist mir unmöglich. Es kann nur die Thatsache festgestellt werden, dass die Chicagoer Ausstellung, trotz des grossen noch nicht dagewesenen Aufwandes an Dampfmaschinenkraft, ein ganz unvollständiges Bild selbst des amerikanischen Dampfmaschinenbaues giebt, nicht zu sprechen von fremden Ländern. Die Ausstellung gestattet daher selbst für den amerikanischen Dampfmaschinenbau keine Uebersicht. Mehrere der bedeutendsten amerikanischen Firmen sind nicht auf der Ausstellung vertreten. Corliss fehlt gänzlich, ebenso der grösste Teil seiner Nachahmer und Verbesserer. Es fehlen fast alle die berühmten alten Maschinenbauer der Neuenglandstaaten und der östlichen Staaten überhaupt. Es fehlen Cramp, Morris, Wright, Putnam, Green, Sweet, Brown. Eine grosse Reihe bekannter amerikanischer Firmen, insbesondere der hervorragenden, ist nur unbedeutend, mit kleinen raschlaufenden Maschinen vertreten. So kommt es, dass dem grossartigen Eindruck der 20000 pferdigen Beleuchtungsanlage kein entsprechender Inhalt an konstruktivem Gebiete zur Seite steht, und dass die Maschinenausstellung, mit Ausnahme der hochentwickelten Werkzeugmaschinen, insbesondere für Holzbearbeitung, und der benachbarten grossen amerikanischen Transportausstellung, nicht das bietet, was vielfach von ihr erwartet wurde.

Was auf dem Gebiete des Werkzeugmaschinenbaues und noch mehr in der Ausstellung der amerikanischen Transportmittel zu sehen und zu lernen ist, kann in keiner Weise mit dem dürftigen sachlichen Inhalte der Dampfmaschinenausstellung verglichen werden. Ueber diese grossartig vertretenen Gebiete habe ich aber nicht zu berichten.

Das Lückenhafte ist nicht der Chicagoer Ausstellung allein eigen. Auf allen Weltausstellungen während der letzten 15 Jahre war es nicht besser. Dies ist kein Zufall, sondern wohl begründet in den heute gegebenen technischen und geschäftlichen Verhältnissen. Die veränderten Verhältnisse und auch neue Personen schaffen den ungeheuren Unterschied zwischen den Dampfmaschinenausstellungen in Chicago und in Philadelphia. Die hinter den ausgestellten Maschinen han-

delnden und schaffenden Personen haben zwar geringeren Einfluss als die geänderten wirtschaftlichen Verhältnisse, sind aber doch immerhin von Bedeutung. Viel mächtiger aber als der Einfluss von Persönlichkeiten sind die wirtschaftlichen Verhältnisse, die sich seit der Ausstellung in Philadelphia gewaltig verändert und insbesondere auch auf die Weltausstellungen in hohem Grade Einfluss geübt haben.

Jeder Bericht über amerikanische Dampfmaschinen muss von Corliss, dem Schöpfer des amerikanischen Dampfmaschinentypus, ausgehen und zunächst mit der Thatsache rechnen, dass Corliss seit mehreren Jahren tot ist. Niemals hat ein Konstrukteur so grossen Einfluss auf den Dampfmaschinenbau ausgeübt wie er. Der grösste Teil der amerikanischen Dampfmaschinen ist auf seine Vorbilder zurückzuführen, wenn auch Einzelheiten seither verändert und zum Teil verbessert worden sind. Der grösste amerikanische Dampfmaschinenbauer ist tot, und leider sind seine eigenen Maschinen nicht nur auf der Ausstellung nicht vertreten, sondern sie zählen auch ausserhalb der Ausstellung nicht mehr voll zu den lebenden; sie sind im Niedergang, vielleicht sogar im Absterben begriffen. Die Corliss-Werkstätten, noch vor 5 Jahren die angesehensten und bedeutendsten des Landes, sind bald nach dem Tode ihres Begründers zurückgegangen und haben heute nur einen Arbeiterstand von einigen hundert Arbeitern. Die Erben des grossen Maschinenbauers haben es nicht verstanden, das Werk fortzusetzen, und vermeinten, es auch ohne technische Kenntnisse, unter weiblicher Leitung, deren technische Sachkenntnis nicht vollständig nachgewiesen ist, auf der Höhe erhalten zu können. Der Maschinenbau ist aber leider eine Beschäftigung, die mit Ruhm allein sich nicht fortsetzen lässt, und dieser allein wird auch nicht bezahlt. Nur wer dem mit Riesenschritten voraneilenden technischen und wirtschaftlichen Fortschritt zu folgen vermag, kann Erfolge erringen.

Corliss hat zuletzt spezielle Werkzeugmaschinen für die Bearbeitung seiner Dampfmaschinen geschaffen, welche äusserst interessant, aber nicht vollkommen und einwandfrei waren; sie waren das Werk eines grossen Konstrukteurs, welches aber doch viel besser durch einen ausschliesslich auf dem Gebiete der Werkzeugmaschinen Erfahrungen hätte geleistet werden können. Corliss hat damit jedenfalls das für die gegenwärtigen Verhältnisse einzig richtige Feld, das der besten und billigen Massenerzeugung, beschritten; aber es ist möglich, dass Corliss selbst, und sicher, dass seine Nachkommen gemeint haben, mit solchen ausserordentlich eingerichteten Werkstätten sei die Fabrikation auf eine Reihe von Jahrzehnten ihnen so gesichert, dass niemand während absehbarer Zeit auch nur entfernt den Wettbewerb aufnehmen können. Die Nachkommen haben dann wohl auch angenommen, dass die technische Leitung fürderhin ganz entbehrt werden könne.

Der Dampfmaschinenbau ist aber inzwischen in Amerika von einer anderen, viel richtigeren, wenn auch weniger interessanten Seite angepackt und erfolgreich durchgeführt worden. Das Prinzip der Corliss-Fabrik scheint gewesen zu sein: Dampfmaschinen so gut als möglich zu bauen, gute Ausführung, Erfahrungen und Berühmtheit sich aber auch entsprechend bezahlen zu lassen. Andere hingegen haben mit grösserem Erfolg Dampfmaschinen so gut und gleichzeitig so einfach als möglich gebaut, dann aber Werkstattseinrichtungen geschaffen, welche die massenhafte Herstellung so billig gestalten, dass niemand anders als auf gleichem Wege und mit gleichen Mitteln mit ihnen in Wettbewerb treten kann. Diese Richtung kennzeichnet den Dampfmaschinenbau, welcher auf der Weltausstellung in Chicago vertreten ist. Die Bauart haben diese Maschinenbauer dabei in ihrer Weise aufgefasst, und vieles dürfte nach unseren Begriffen nicht einwandfrei sein. Inbezug auf die Billigkeit ist bei verhältnismässig guter Ausführung auf diesem Wege thatsächlich Bedeutendes entstanden; mehrere Fabriken sind hierbei gross geworden und beherrschen den ganzen Markt.

Vor allen kann die E. P. Allis Co. in Milwaukee, mit ihrem Leiter, Hrn. Reynolds, dem früheren Werkstättenleiter von Corliss, als Muster dieser amerikanischen Entwick-

lung des Dampfmaschinenbaues im großen gelten. Die Einzelheiten der Maschinen sind nach unseren Begriffen wenig ausgebildet, einzelne Teile übermäßig schwerfällig, die Abmessungen des Triebwerkes nach unserer Auffassung und Erfahrung schwach. Diese Maschinen herrschen aber fast in der ganzen Union; die Fabrik ist gegenwärtig die größte Dampfmaschinenfabrik der Ver. Staaten und trotz ihres Umfanges und ihrer Zahl von fast 3000 Arbeitern, die in Tag- und Nachtschicht arbeiten, kaum in der Lage, den Anforderungen nachzukommen. Dabei werden die Maschinen von ihr billiger gebaut, als wir sie, bei viel niedrigeren Arbeitslöhnen, herzustellen vermögen. Im Jahresdurchschnitt wird täglich eine 300 pferd. Dampfmaschine fertiggestellt, wobei selbstverständlich alle Maschinen nach einem Typus ausgeführt werden. Nach der hier üblichen Praxis fällt es Abnehmern gar nicht ein, besondere Wünsche zu hegen; werden solche ausnahmsweise geltend gemacht, so muss ihre Ausführung auch besonders bezahlt werden.

Das erwähnte Prinzip der billigen Massenherstellung haben sich auch Fabriken für Herstellung raschlaufender Dampfmaschinen, teilweise in mustergültiger Bauart und Ausführung, längst zu eigen gemacht. Die Maschinen von Armington, Ide, Sweet u. a. sind im ganzen Lande verbreitet und sind technisch wie geschäftlich als sehr hervorragend anzusehen. Aber selbst viele dieser kleinen Dampfmaschinen, welche als echt amerikanische Typen zu den besten gehören, sind auf der Ausstellung nicht vertreten.

Den dargelegten Verhältnissen entspricht auch die Ausstellung. Bei der weiten Ausdehnung des Maschinenmarktes ist viel Minderwertiges vorhanden. Die Ausbildung der Einzelheiten ist nur in wenigen Fällen sorgfältig. Das Land ist zu groß, zu reich, zu jung und arbeitet zu rasch, als dass sich solche Ausbildung ohne weiteres lohnte; auch die unvollkommen gebauten Maschinen finden ihren Absatz. Während unser Bestreben zum allergrößten Teil auf Dampfersparnis und vollkommenste Ausbildung der Einzelheiten gerichtet sein muss, geschieht dies hier nur ausnahmsweise. Wenn auch gegen früher ein bedeutender Fortschritt bemerkbar ist, lohnen sich doch in der Mehrzahl der Fälle komplizierte, vollkommene Maschinen auch gegenwärtig noch nicht. Es gibt z. B. Wasserwerksanlagen in größtem Stile, bei denen, obwohl ihr Betrieb 3- bis 4 mal so groß ist wie der unserer größten Werke, es nicht der Mühe für wert erachtet wird, vollkommene Maschinen zu beschaffen. Der Betrieb ist auch ohne Vervollkommnung unter allen Umständen ertragsfähig, und deshalb wird auf solche Kleinigkeiten nicht geachtet. Nur bei zwingender Notwendigkeit und unter ungewöhnlichen wirtschaftlichen Verhältnissen entschließt man sich zu einem unseren Verhältnissen entsprechenden Vorgehen, und dann wohl auch zu einer sehr gründlichen Abhilfe.

Ein weiterer Faktor, der die neuere Gestaltung des Maschinenwesens mehr als alle technischen Bestrebungen bestimmt, ist der hier viel gewaltigere Einfluss des Kapitals. In der allerneuesten Zeit werden auf allen Gebieten, auch dem des Maschinenwesens, Monopolringe zu schaffen gesucht, infolge deren jeder technische Fortschritt dem geschäftlichen Interesse einzelner Weniger untergeordnet und, was schwerer wiegt, aller Wettbewerb ausgeschlossen ist. Solcher Ringe gibt es jetzt schon mehrere, und zahlreiche werden noch entstehen. Ich erwähne nur die fast vollständige Monopolisierung der Zucker- und Petroleumindustrie, der hydraulischen Aufzüge usw.; die Monopolisierung der einfachen marktfähigen Pumpen und ähnlicher Gebiete ist in Vorbereitung. Der Ingenieur, wenn er nicht zugleich die geschäftliche Leitung besorgt, ist alsdann eine sehr untergeordnete Persönlichkeit, und Verbesserungen sind selbstverständlich gar nicht erwünscht, so lange die alte Sache zieht.

Ueber Betriebsverhältnisse im allgemeinen, die unter den geschilderten Umständen sehr eigenartig sind und das größte Interesse bieten, kann die Ausstellung keine Belehrung bieten. Nur über Einzelheiten auf konstruktivem Gebiete giebt sie Aufschluss; aber auch hier ist die Ausbeute an Neuem und Gutem gering. Immerhin ist Wertvolles genug vorhanden und ein ausführlicher Bericht über Dampfmaschinen erforderlich.

Nach einer Verabredung wird mein Kollege Hr. Guter-muth über raschlaufende Maschinen der Ausstellung, soweit diese auf konstruktivem Gebiete Interesse bieten, noch ausführlich berichten, während ich durch das Nachfolgende einige Beispiele der wenigen typisch großen Betriebsdampfmaschinen der Ausstellung zu skizzieren beabsichtige.

Der Bericht muss, wie schon eingangs erwähnt, von Corliss ausgehen; seine Vorbilder sind hier von einem alles beherrschenden Einfluss. Der Bericht wird sich daher auch nur auf einige Corliss-Maschinen zu beschränken haben. Die Nachahmungen und Verbesserungen der Corliss-Bauart sind zahllos, beschränken sich aber, wie bei uns, auf untergeordnete Einzelheiten der Ausklinksteuerung u. dergl. Eingriffe in das Wesen der Corliss-Maschine und in ihre inneren Organe sind von zweifelhaftem Wert. Ueber alle hier ausgeführten und versuchten Einzelheiten zu berichten, würde dem deutschen Fachgenossen kaum einen Dienst erweisen.

Zur Kennzeichnung des wesentlichen genügen einige Skizzen der heutigen, weit verbreiteten und allgemein bekannten Corliss-Maschine in denjenigen Konstruktionen, welche für die Massenherstellung gegenwärtig benutzt werden und anerkannt den Grostdampfmaschinenbau beherrschen.

Es sind deshalb weiter unten die großen Ausstellungs-maschinen: die 2000 pferdige Vierfach-Verbundmaschine der Allis Co. in Milwaukee und die viercylindrige 1000 pferdige Maschine der Firma Fraser & Chalmers in Chicago beschrieben und durch Skizzen dargestellt.

Im Zusammenhange mit Erwähntem füge ich noch hinzu, dass sich in Amerika neben Corliss die Flachschiebermaschinen immer behauptet haben und auch jetzt noch zu den besten Maschinen gehören. Das Vorbild dieser Flachschiebermaschinen ist die Green'sche, der die Flachschiebermaschinen in Fitchburg, Boston, Newburgh, Philadelphia und New York nachgebildet worden sind.

Mancher Konstrukteur mag zu Veränderungen nur durch das Streben nach Selbständigkeit, vielleicht auch nach Originalität, oder durch die Rücksicht auf bestehende Patente veranlasst worden sein. Vieles ist in Amerika auf demselben Wege entstanden, wie die interessanten aber verunglückten Vorbilder Watt's, der ja auch das Patent auf die Kurbel durch allerlei Kunststücke zu umgehen suchte.

Ueber Flachschiebermaschinen wird der Ausstellungsbericht des Hrn. Guter-muth noch Näheres enthalten.

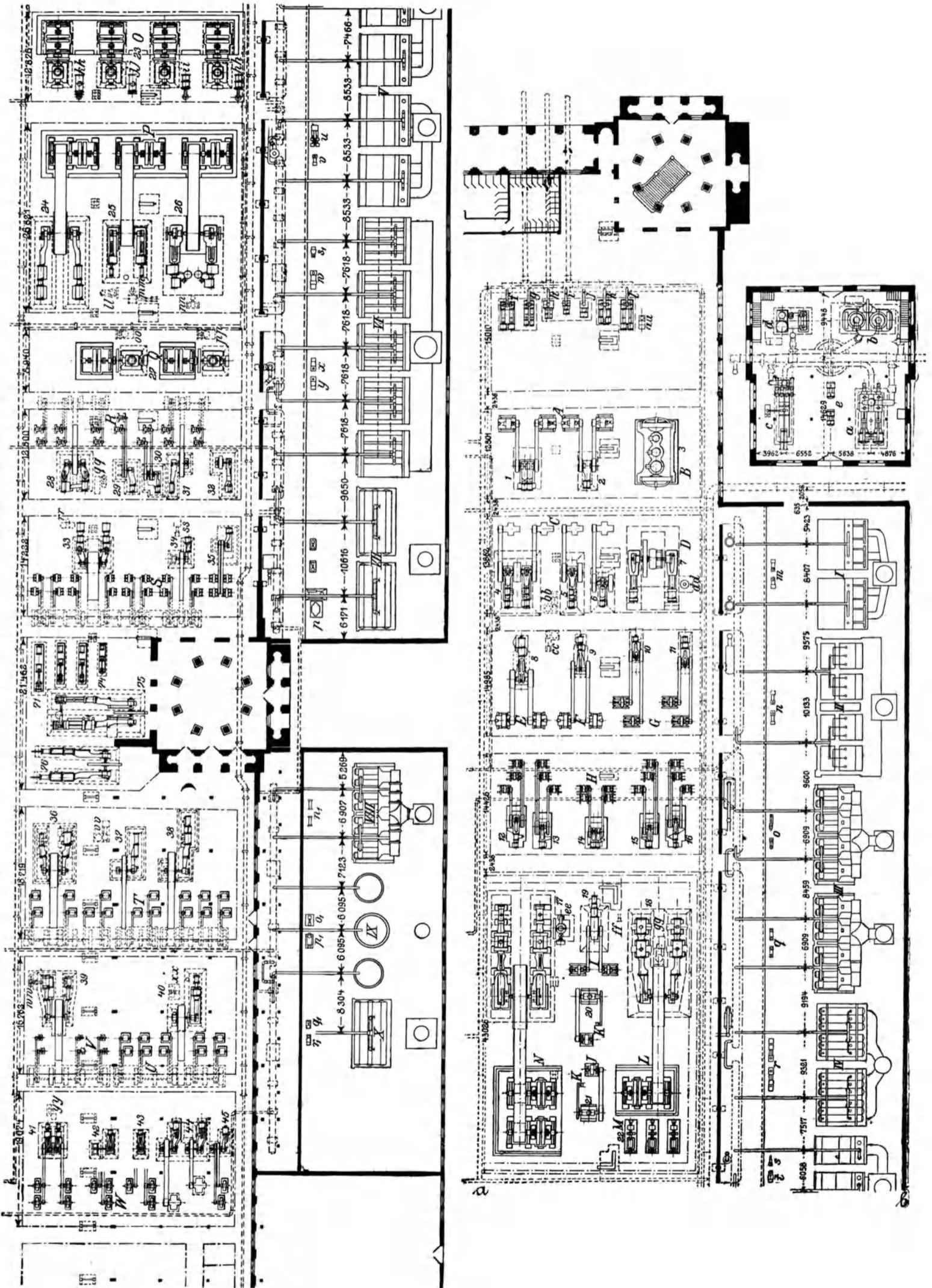
Außerdem muss ich hier, um die amerikanischen großen Betriebsdampfmaschinen zu kennzeichnen, die Dampfmaschinen von E. D. Leavitt hinzufügen, welche gegenwärtig den ersten Rang einnehmen und auch die eigenartigsten der amerikanischen Maschinen sind. Ihre Steuerung ist in Ergänzung der vorangegangenen Berichte<sup>1)</sup> im Nachfolgenden noch genauer angegeben.

Corliss selbst war bekanntlich ein unbedingter Gegner der Mehrfach-Verbundmaschinen, und er wie alle seine Konzeptionäre haben sich gegen diesen größten Fortschritt des Dampfmaschinenbaues so lange mächtig gesträubt, wie dies überhaupt möglich war. Selbst zu der Zeit, wie die Verbundmaschinen längst das Feld beherrschten, wurde ihre Zweckmäßigkeit verneint. Von Leavitt hingegen wurde dieses Gebiet schon Ende der 70er Jahre mit großem Erfolg bearbeitet, und seine Konstruktionen haben hier erheblich zum Sieg der Mehrfach-Verbundmaschinen beigetragen.

In der neuesten Zeit machen sich beim Bau größerer Dampfmaschinen sogar Uebertreibungen auf diesem Gebiete bemerkbar. Es werden Dreifach-Verbundmaschinen schon bei Dampfspannungen von kaum 7 Atm., angeblich mit Erfolg, gebaut, und bei großen Maschinen werden Vier-Cylindermaschinen bei Dampfspannungen von etwa 9 Atm. gebaut, wo keinerlei Notwendigkeit vorliegt und kein Vorteil möglich ist. Was sonst auf dem Gebiete der Mehrfach-Verbundmaschinen hier von erfahrenen und sorgfältig studirenden Ingenieuren erprobt ist, weicht in keiner Weise von unseren eigenen Erfahrungen ab. Ich habe daher auf diesem Gebiete nichts zu berichten, was bei uns nicht schon bekannt wäre.

<sup>1)</sup> Z. 1893 S. 641 und 650.

Fig. 7 und 8. Südliche Hälfte der Maschinenhalle. Maßstab 1:700.



**Verzeichniss der ausgestellten Maschinen und Dampfkessel.**

**I. Betriebsmaschinen der Beleuchtungsanlage.**

No.	Name der Aussteller	Art der Maschinen	PS
1	Ball	Verbundmaschine	480
2	Armington & Sims	eincylindrig	400
3	General Electric Co.	Dreifach-Verbund-Corlissmaschine mit	1000
4	Phoenix	do. [Kondensation	500
5	do.	Tandem-Verbundmaschine	250
6	do.	eincylindrig	250
7	E. P. Allis Co.	Verbundmaschine mit Kondensation	500
8	Woodbury	Tandem-Verbundmaschine mit Kondens-	600
9	do.	do. [sation	275
10	A. L. Ide	eincylindrig	200
11	do.	Tandem-Verbundmaschine mit Kondens-	225
12	Ball & Wood	Tandem-Verbundmaschine [sation	150
13	do.	eincylindrig	150
14	do.	Verbundmaschine	200
15	do.	eincylindrig	150
16	do.	Tandem-Verbundmaschine	150
17	E. P. Allis Co.	Vierfach Verbundmaschine mit Kondens-	2000
18	Fraser & Chalmers,	Dreifach- do. [sation	1000
19	Mc Ewen	Tandem- do.	220
20	Westinghouse, Church & Kerr	Verbundmaschine mit Kondensation	330
21	do.	do.	330
22	do.	3 Verbundmaschinen mit Kondensation	1000
23	do.	4 do.	
24	Buckeye Engine Co.	Dreifach-Verbundmaschine	1000
25	Atlas	Verbundmaschine mit Kondensation	1000
26	Mc Intosh & Seymour	Tandem-Zwillings-Verbundmaschine	1000
27	Westinghouse, Church & Kerr	Verbundmaschine mit Kondensation	1000
28	Buckeye Engine Co.	do.	300
29	do.	eincylindrig	125
30	do.	do.	125
31	do.	do.	190
32	do.	Tandem-Verbundmaschine	150
33	Russell	Tandem-Zwillings-Verbundmaschine mit	506
34	do.	do. [Kondensation	216
35	Erie City	eincylindrig	200
36	Lane & Bodley	Verbundmaschine mit Kondensation	300
37	do.	eincylindrig	200
38	do.	Tandem-Verbundmaschine	300
39	Bass	Verbundmaschine mit Kondensation	224
40	Atlas	Tandem-Verbundmaschine mit Kondens.	500
41	Watertown	Tandem-Zwillings-Verbundmaschine mit	250
42	Erie City	eincylindrig [Kondensation	200
43	New York	do.	150
44	Russell	} 3 eincylindrige Maschinen	400
45	Siemens & Halske		

**2. Dynamos der Beleuchtungsanlage.**

A.	4 Edison-Generatoren zu je 200 PS
B.	2 » » » » 500 »
C.	4 Eddy- » » » 250 »
D.	1 Westinghouse-Straßenbahn-Generator 500 PS
E.	2 Mather-Generatoren
F.	2 » »
G.	4 C. and C.- » zu je 100 PS
H.	16 Brush-Bogenlicht-Dynamos zu je 60 Lampen
I.	2 C. and C.-Generatoren » » 100 PS
J.	2 Westinghouse-Glühlicht-Dynamos zu je 4000 Lampen
K.	2 » Erreger
L.	1 » Glühlicht-Dynamo zu 10000 »
M.	3 » Erreger
N.	2 » Glühlicht-Dynamos zu je 10000 »
O.	4 » » » » 10000 »
P.	3 » » » » 10000 »
Q.	2 » » » » 10000 »
R.	14 Wayne-Bogenlicht-Dynamos » » 60 »
S.	20 Standard- » » » 50 »
T.	16 Thomson-Houston- Bogenlicht-Dynamos » » 50 »
U.	10 Thomson-Houston- Bogenlicht-Dynamos » » 50 »
V.	6 Excelsior- » » » 50 »
W.	10 Western Electr.- » » » 50 »

**3. Kessel der Beleuchtungsanlage.**

		Kessel-PS
I	4 Root-Kessel in 2 Batterien . . . . .	1500
II	4 Gill- » » 2 » . . . . .	1500
III	8 Heine- » » 2 » . . . . .	3750
IV	4 National-Kessel in 2 Batterien . . . . .	1500
V	9 Campbell & Zell-Kessel in 5 Batterien	3750
VI	10 Babcock & Wilcox- » » 10 »	3000
VII	4 Stirling-Kessel in 2 Batterien . . . . .	1800
VIII	1 Heine- » . . . . .	1900
IX	3 Climax- » . . . . .	2000
X	2 Stirling- » . . . . .	900

**4. Betriebsmaschinen.**

51	Ideal-Tandem 300 PS-Maschine
52	» » 300 » »
53	Bates 300 PS-Maschine
54	Golden State 200 PS-Maschine
55	Green 225 PS-Maschine
56	Sioux City 350 PS-Maschine
57	Payne's Corliss 110 PS-Maschine
58	Erie City 300 PS-Maschine
59	Allis eincylindrige stehende 250 PS-Maschine
60	F. Schichau, Elbing
61	R. Wolf, Magdeburg-Buckau
62	Grusonwerk, Magdeburg-Buckau
63	Galloway, England
64	Willans, »
65	» »

**5. Speisepumpen.**

m	2 Dean, 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " × 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " × 10" (190 × 114 × 254 mm)
n	2 Barr, 9" × 5 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> " × 10" (229 × 133 × 254 mm)
o	2 Knowles, 10" × 5" × 10" (254 × 127 × 254 mm)
p	1 Goulds, 10" × 12" (254 × 305 mm)
q	2 Blake, 8" × 5" × 12" (203 × 127 × 305 mm)
r	2 Davidson, 12" und 20" × 10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " × 20" (305 und 508 × 267 × 508 mm)
s	1 Cameron
t	1 Laidlaw, 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " × 4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " × 10" (190 × 114 × 254 mm)
u	1 Willson-Snyder, 14" × 8" × 18" (356 × 203 × 457 mm)
v	1 Canton,
w	1 Snow, 8" u. 12" × 7" × 12" (203 u. 305 × 178 × 305 mm)
x	1 Snow, 10" × 6" × 10" (254 × 152 × 254 mm)
y	1 » 8" × 5" × 10" (203 × 127 × 254 mm)
z	1 Buffalo, 10" × 6" × 10" (254 × 152 × 254 mm)
m <sub>1</sub>	1 » 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " × 5" × 8" (190 × 127 × 203 mm)
n <sub>1</sub>	2 Battle Creek, 10" × 6" × 12" (254 × 152 × 356 mm)
o <sub>1</sub>	1 Blakesley, 10" × 6" × 14" (254 × 152 × 356 mm)
p <sub>1</sub>	1 Smedley, 12" × 7" × 15" (305 × 178 × 381 mm)
q <sub>1</sub>	1 Hall, 8" × 5" × 10" (203 × 127 × 254 mm)
r <sub>1</sub>	1 Mc Gowen 8" × 5" × 10" (203 × 127 × 254 mm)
s <sub>1</sub>	1 Valley

**6. Kondensatormaschinen.**

aa)	Worthington, Mischkondensator
bb)	Davidson, 12" × 20" × 24" (305 × 508 × 610 mm), Mischkondensator
cc)	Davidson, 12" × 20" × 24" (305 × 508 × 610 mm), Mischkondensator
dd)	Allis, direkt verbunden, Mischkondensator (500 PS)
ee)	» » » » (2000 PS)
ff)	Blake, 8" × 14" × 12" (203 × 356 × 305 mm), Mischkondensator
gg)	Conover, Mischkondensator (1000 PS)
hh)	Wainwright (Dean-Luftkühlpumpe), Oberflächenkondensator (1200 PS)
ii)	Wainwright (Dean-Luftkühlpumpe), Oberflächenkondensator (1200 PS)
jj)	Wheeler (Luftpumpe), Oberflächenkondensator (1200 PS)
kk)	Wheeler (Luftkühlpumpe), » (1200 PS)
ll)	Wainwright, Oberflächenkondensator (1000 PS)
mm)	Knowles, Mischkondensator
nn)	Blake, »
oo)	Worthington, Mischkondensator
pp)	» »

- qq) Wheeler (Conover-Luftpumpe), Oberflächenkondensator (800 PS)  
 rr) Blake, Mischkondensator  
 ss) Blake, 8" × 12" × 12" (203 × 305 × 305 mm), Mischkondensator  
 tt) —  
 uu) —  
 vv) Davidson, 12" × 20" × 24" (305 × 508 × 610 mm), Mischkondensator  
 ww) Wheeler (Knowles Luftpumpe), Oberflächenkondensator (400 PS)  
 xx) Blake, Mischkondensator  
 yy) Knowles, 7 1/2" × 15" × 10" (190 × 381 × 254 mm), Mischkondensator

### 7. Kühlpumpen für Oberflächenkondensatoren.

- f) Worthington, 18 1/2" u. 29" × 17" × 18" (470 u. 737 × 406 × 457 mm)  
 g) Worthington, 16" u. 25" × 15" × 15" (406 u. 635 × 381 × 381 mm)  
 h) Worthington, 14" × 22" × 15" (356 × 559 × 381 mm)  
 i) " 12" × 14" × 10" (304 × 356 × 254 mm)  
 j) " 14" × 19" × 15" (356 × 483 × 381 mm)  
 k) " 29" × 20" × 18" (737 × 508 × 457 mm)  
 l) " 14" u. 24 1/2" × 20" × 18" (356 und 622 × 508 × 457 mm)

Durch die Ausbildung der Elektrotechnik ist im Bau raschlaufender kleiner Dampfmaschinen sehr viel geleistet worden, und solche Maschinen sind hier mehr verbreitet als bei uns. Die raschlaufenden Maschinen für den erwähnten besonderen Zweck haben ihr Vorbild überwiegend in den Armington & Sims-Maschinen, die sich in der Ausstellung in vielen Dutzenden von Nachbildungen vorfinden. Variationen beschränken sich auf Einzelheiten und auf die Ausbildung von Verbundmaschinen. Immerhin ist dies das Feld, wo der amerikanische Dampfmaschinenbau tatsächliche Verbesserungen erzielt hat.

Hervorragende Leistungen auf diesem Gebiete sind insbesondere die Straight Line-Maschinen und die Ide-Maschinen, »Ideal« genannt, über die der Bericht des Hrn. Gutermuth nähere Mitteilungen bringen wird. Danebenher geht das Streben nach einem neuen Typus stehender raschlaufender Dampfmaschinen, wobei europäischer Einfluss und europäische Vorbilder eine große Rolle spielen. Dies geht schon aus meinem vorangegangenen Berichte über elektrische Zentralstationen<sup>1)</sup> hervor. Die Elektriker sind hier auf der Suche nach einer guten, allen Anforderungen entsprechenden und mäßig raschlaufenden Maschine und haben sich mit ihren Experimenten zwar den europäischen Vorbildern genähert, sie aber noch lange nicht erreicht.

Als die verhältnismäßig besten Maschinen dieser Art sind die von der Edison-Co. bei ihren Neubauten verwendeten zu betrachten, insbesondere die auf der Ausstellung vertretene neue Bauart stehender Dreifach-Verbundmaschinen (von der Southwark Foundry in Philadelphia gebaut) für den Betrieb zweier Edison-Dampfmaschinen. Diese Maschine ist in wesentlichen Teilen den europäischen am ähnlichsten. Hoch-, Mittel- und Niederdruckzylinder sind neben einander angebracht, jeder auf eine Kurbelkröpfung arbeitend. Die dreifach gekröpfte Welle ist zusammengebaut und in 6 Lagern gelagert. Die Lager bilden ein Stück mit einer gemeinsamen, außerordentlich kräftig ausgebildeten Grundplatte von etwa 1 m Höhe. Diese Grundplatte enthält hinter den äußersten Kurbellagern noch ein langes Traglager vor der Dynamomaschine.

An jedem Wellenende ist je eine Dynamomaschine angebracht, und zwar fliegend. Die Dampfzylinder sind durch

<sup>1)</sup> Z. 1893 S. 436.

### 8. Pumpwerke.

- a) Worthington, 25" u. 50" × 27 1/2" × 36" (635 u. 1270 × 698 × 914 mm); liegende Duplexpumpe; tägliche Leistung 12 1/2 Millionen Gallonen<sup>1)</sup>  
 b) Worthington, 30" u. 60" × 32" × 60" (762 u. 1514 × 813 × 1524 mm); stehende Duplexpumpe; tägliche Leistung 15 Millionen Gallonen  
 c) Worthington, 6" u. 9 1/2" u. 15" × 9 1/2" × 48" (152 u. 141 u. 381 × 241 × 1219 mm); liegende Duplexpumpe; tägliche Leistung 5 Millionen Gallonen  
 d) Worthington, 2 Stück 15" u. 33" u. 57 1/2" × 22" × 36" (381 u. 838 u. 1460 × 559 × 914 mm); stehende Duplexpumpe; tägliche Leistung 7 1/2 Millionen Gallonen  
 e) 2 Worthington-Feuerlöschpumpen, 16" × 9 1/2" × 10" (406 × 241 × 254 mm)

### 9. Luft-Kompressionsmaschinen.

- 71 Norwalk Iron Works 26" × 30" (406 × 762 mm)  
 72 " " " 20" × 24" (508 × 610 mm)  
 73 " " " 20" × 24" (508 × 610 mm)  
 74 " " " 16" × 16" (406 × 406 mm)  
 75 Rand Drill Co.  
 76 Ingersoll Sergeant

<sup>1)</sup> 1 amerikanische Gallone = 3,785 ltr.

gusseiserne Ständer einseitig unterstützt; diese Ständer tragen eingeleisige Führungen, wie bei Schiffsmaschinen, und sind auf der vorderen Seite durch kräftige Säulen unterstützt. Die Dampfzylinder sind unter einander verschraubt und haben Corliss-Steuerung, mit den Schiebern in den Deckeln. Der Antrieb der Steuerung geschieht von Exzentrern zwischen den Kurbelkröpfungen. Die Exzenter treiben eine Zwischenwelle und durch einen Hebel mit Kugelzapfen die Schwingscheibe an der Vorderfläche der 3 Zylinder.

Der mächtige Maschinenrahmen ist nach hiesiger Gewohnheit auf einem noch riesigeren Fundamentrahmen aufgebaut; letzterer bildet die starre Verbindung mit den Dynamomaschinen.

Es ist mir jedoch hier bis jetzt noch keine stehende raschlaufende Maschine so vollkommener Bauart vorgekommen, wie die auf der Frankfurter Ausstellung vertretenen<sup>1)</sup>; insbesondere ist von den für die Ausbildung der raschlaufenden Maschine außerordentlich wichtigen, von Collmann eingeführten Verbesserungen der Kraftaufnahme und -Ausgleichung im Triebwerk selbst noch keine Spur zu entdecken.

Außer den erwähnten beiden großen Betriebsmaschinen der Allis-Co. und von Fraser & Chalmers und einigen kleineren Corliss-Maschinen bietet die Ausstellung auf dem Gebiete des Grofdampfmaschinenbaues in der amerikanischen Abteilung nichts Bemerkenswertes. Stehende Maschinen sind stark vernachlässigt, hauptsächlich der Kosten wegen. Sie finden fast nur für Wasserwerke und erst in der neueren Zeit in Lichtwerken Anwendung.

Ueber Neuerungen und Fortschritte in den Einzelheiten auf konstruktivem Gebiete wüsste ich europäischen Fachgenossen nichts Hervorragendes mitzuteilen, auch auf demjenigen Gebiete nicht, wo ich im Laufe der letzten Jahre die willkommene Gelegenheit hatte, Mitarbeiter beim Bau größerer Maschinenanlagen zu sein, wobei ich die Verhältnisse viel genauer kennen lernen konnte, als dies durch Ausstellungen und selbst ausgedehnte Studienreisen überhaupt möglich ist. Ich kann mich nicht entschließen, über Einzelheiten zu berichten, welche erfahrene europäische Fachgenossen kennen und selbst besser zu machen gewohnt sind.

Aus dem Vorangegangenen geht hervor, weshalb ich absichtlich nur wenig über Ausstellungsmaschinen berichte. Es

<sup>1)</sup> Z. 1891 S. 1359 u. f.

liesen sich ja auch über die Chicagoer Ausstellung schwungvolle Worte schreiben und viele Beschreibungen und Zeichnungen über die konstruktiven Gebiete beibringen; gegenüber dem bereits allgemein Bekannten könnte aber nur wenig Neues geboten werden, und ich glaubte den Fachgenossen besser zu dienen, wenn ich über Maschinenanlagen im Lande und über amerikanische Betriebe in den vorangegangenen Berichten Mitteilung machte. Dabei konnten sowohl die Betriebs- und örtlichen Verhältnisse genügend gewürdigt als auch die Einzelheiten der Maschinen gekennzeichnet werden. Die Maschinen

Fig. 9. Maschinenrahmen. E. P. Allis Co.

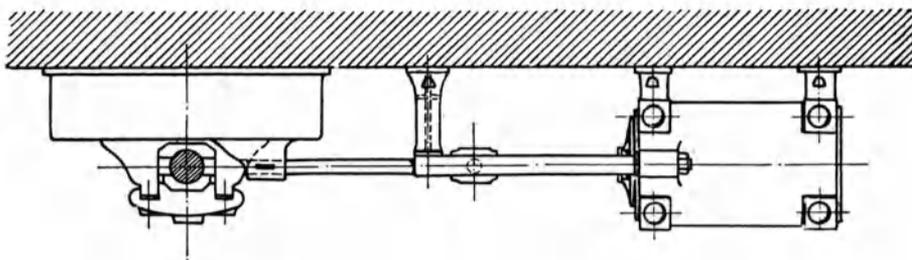


Fig. 10 bis 20. 2000 PS-Vierfach-Verbundmaschine der E. P. Allis Co. in Milwaukee.

Fig. 10 und 11. Allgemeine Anordnung. Maßstab 1:100.

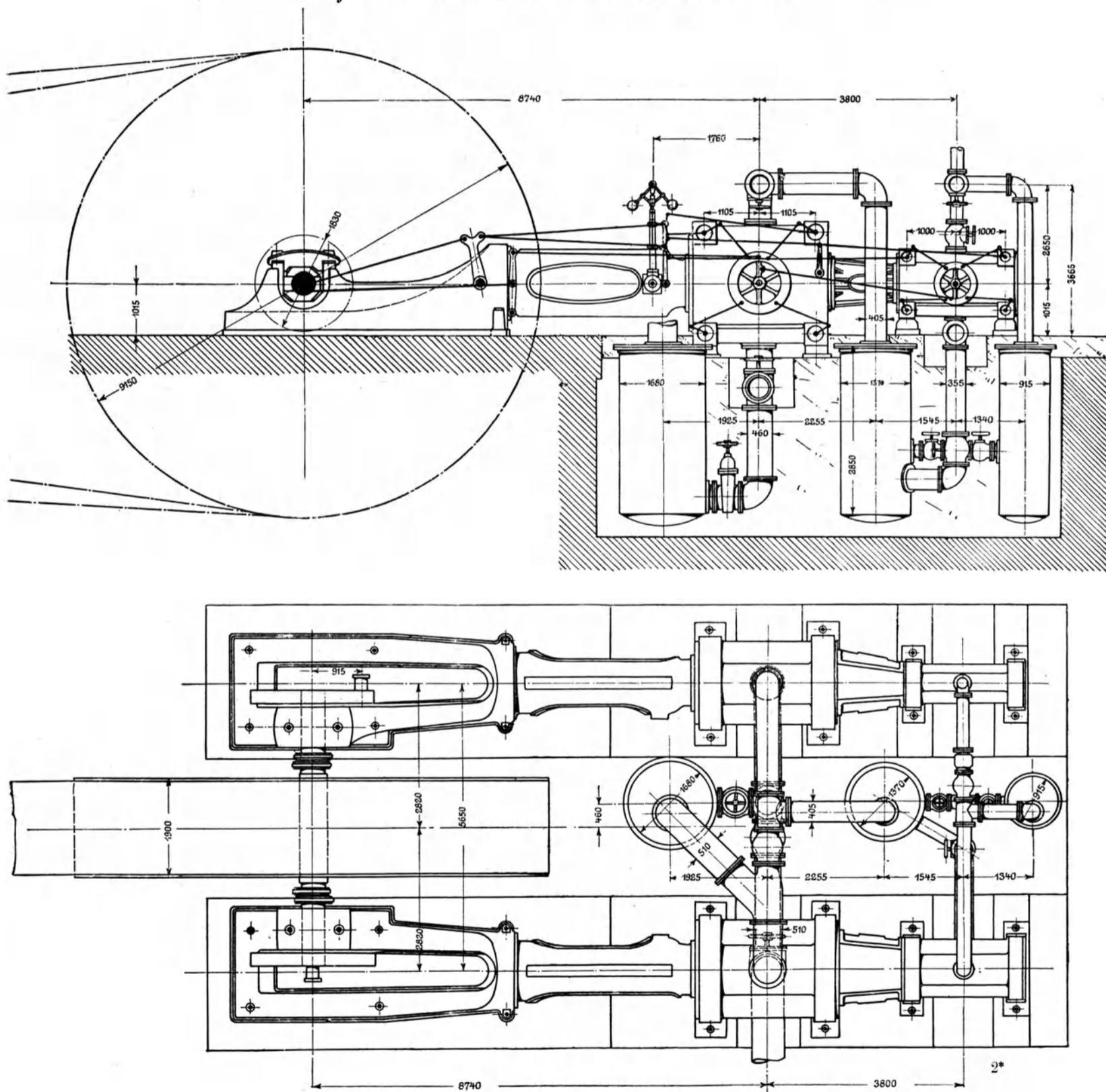


Fig. 12.

Steuerung des Niederdruckzylinders.  
Mafsstab 1:25.

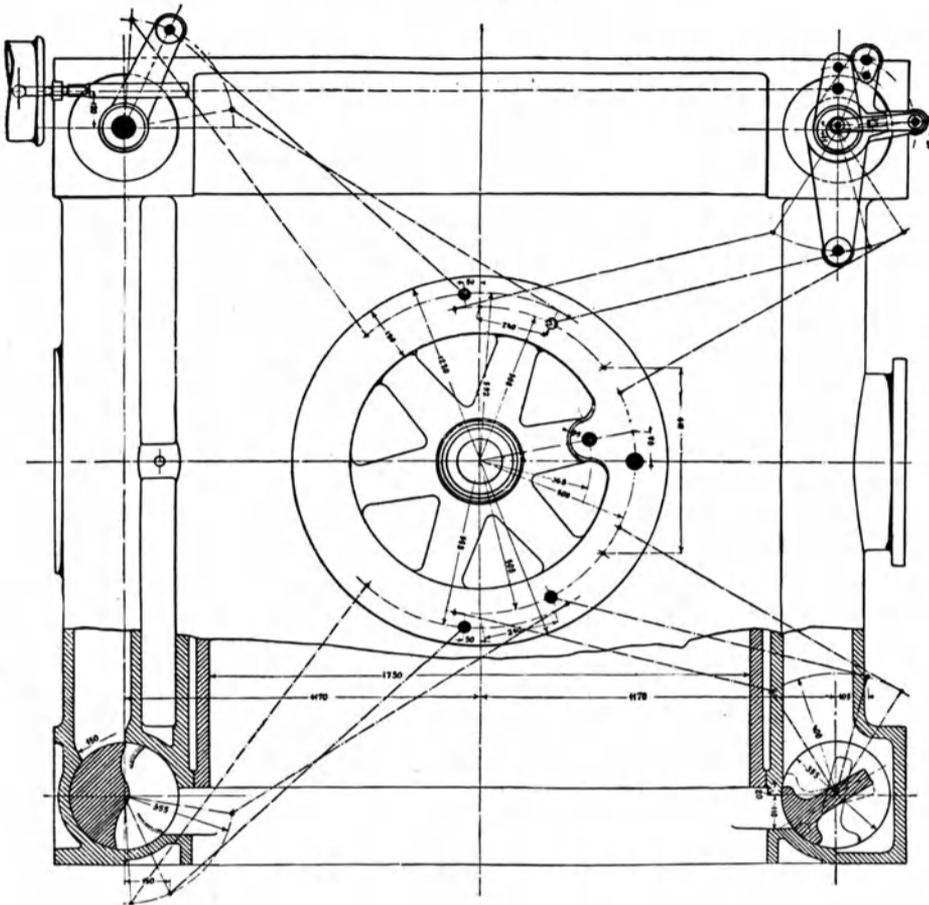
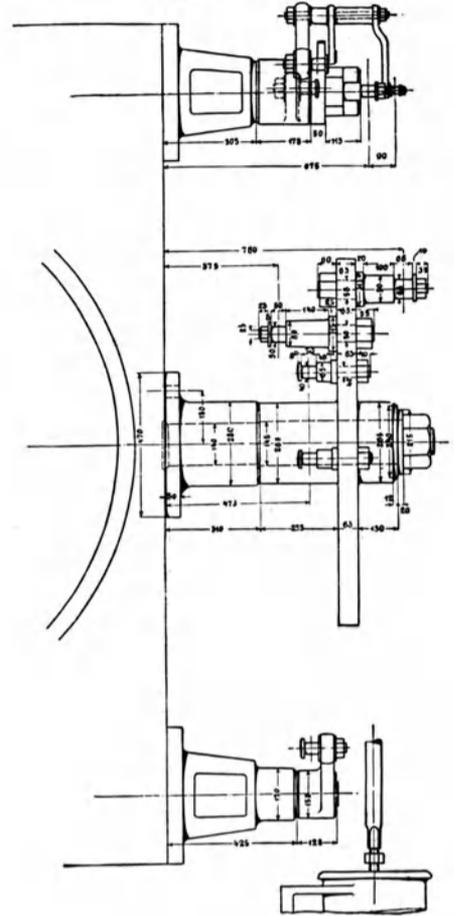


Fig. 13.

Seitenansicht des Steuerungsantriebes.  
Mafsstab 1:25.



der Ausstellung sind im günstigsten Falle nur Teile jener mächtigen Betriebe und können nur von dem mit vollem Verständnis und vollem Nutzen studirt werden, der ihre Verwendung und Eigenart im Betriebe kennen lernt.

Ueber Einzelheiten der Riemen- und Seiltriebe wird ein Bericht von Hrn. Prof. Reichel noch nachfolgen; ich unterlasse es deshalb, in meinen Berichten auf diesen Teil des Dampfmaschinenbetriebes einzugehen, um so mehr, als mehrere der eigentümlichsten Betriebsanlagen nicht ausschließlich den Dampfmaschinen, sondern hydraulischen Motoren, dem Mühlenbetrieb u. dergl. angehören.

In den beiden Plänen, Fig. 7 und 8, ist die südliche Hälfte der Maschinenhalle im Grundriss dargestellt, in welcher die Betriebsmaschinen für die Beleuchtungsanlage der Ausstellung aufgestellt sind. Aus den Zeichnungen und nachstehenden Verzeichnissen ergeben sich die Zahl und die Lage der Maschinen und die Namen der Aussteller. Die nördliche Hälfte der Halle ist aus dem Gesamtplane der Maschinenhalle auf Textblatt 1 ersichtlich und enthält außer den Dampfmaschinen von F. Schichau in Elbing und den Lokomobilen von R. Wolf in Buckau eine Dampfmaschine von Galloway in Manchester, England, und einige kleinere Corliss-Maschinen. Außerdem sind mehrere Dampfmaschinen in der Bergbauabteilung enthalten, und eine bedeutende Dampfmaschinenausstellung ist mit der Kraftanlage für den Betrieb der elektrischen Hochbahn verbunden.

Die Allis Co., Milwaukee, hat auf der Ausstellung außer der großen 2000 pferd. Maschine noch die Betriebsmaschinen der elektrischen Hochbahn, gewöhnliche Verbundmaschinen, und außerdem eine liegende Verbundmaschine älterer Bauart ausgestellt.

Letztere ist durch Folgendes gekennzeichnet: die Fabrik baute ihre Maschinen früher, mit Rücksicht auf leichtere Ausführbarkeit und bequeme Transportfähigkeit, mit freistehendem Kurbellager in einem geschlossenen Lagerbock.

Fig. 14. Ausklinkvorrichtung. Mafsstab 1:25.

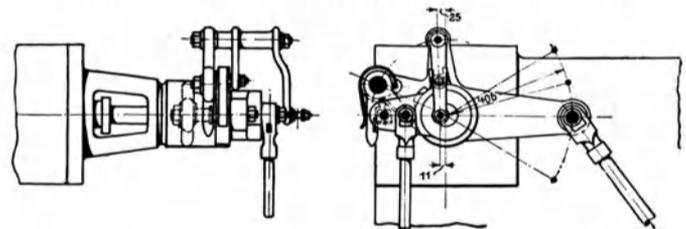


Fig. 15.

Querschnitt durch das  
Maschinenbett mit an-  
geschlossenem Regulator.  
Mafsstab 1:30.

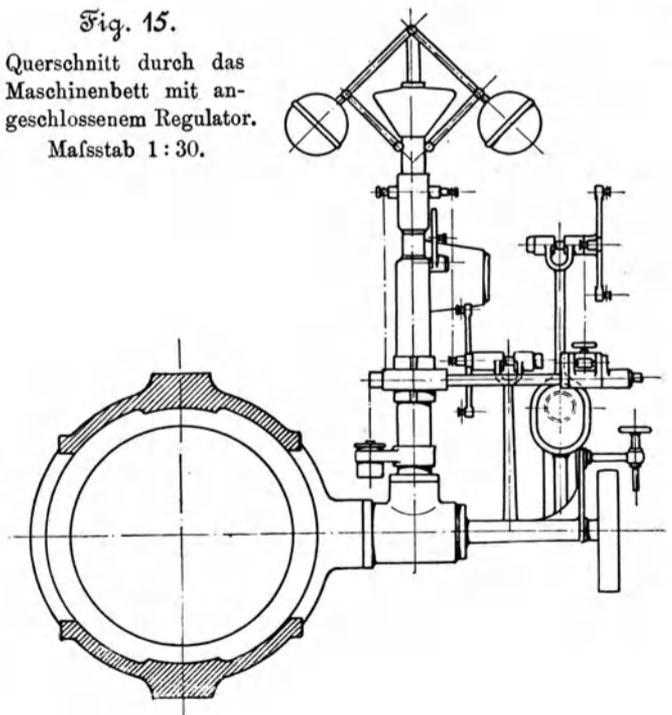
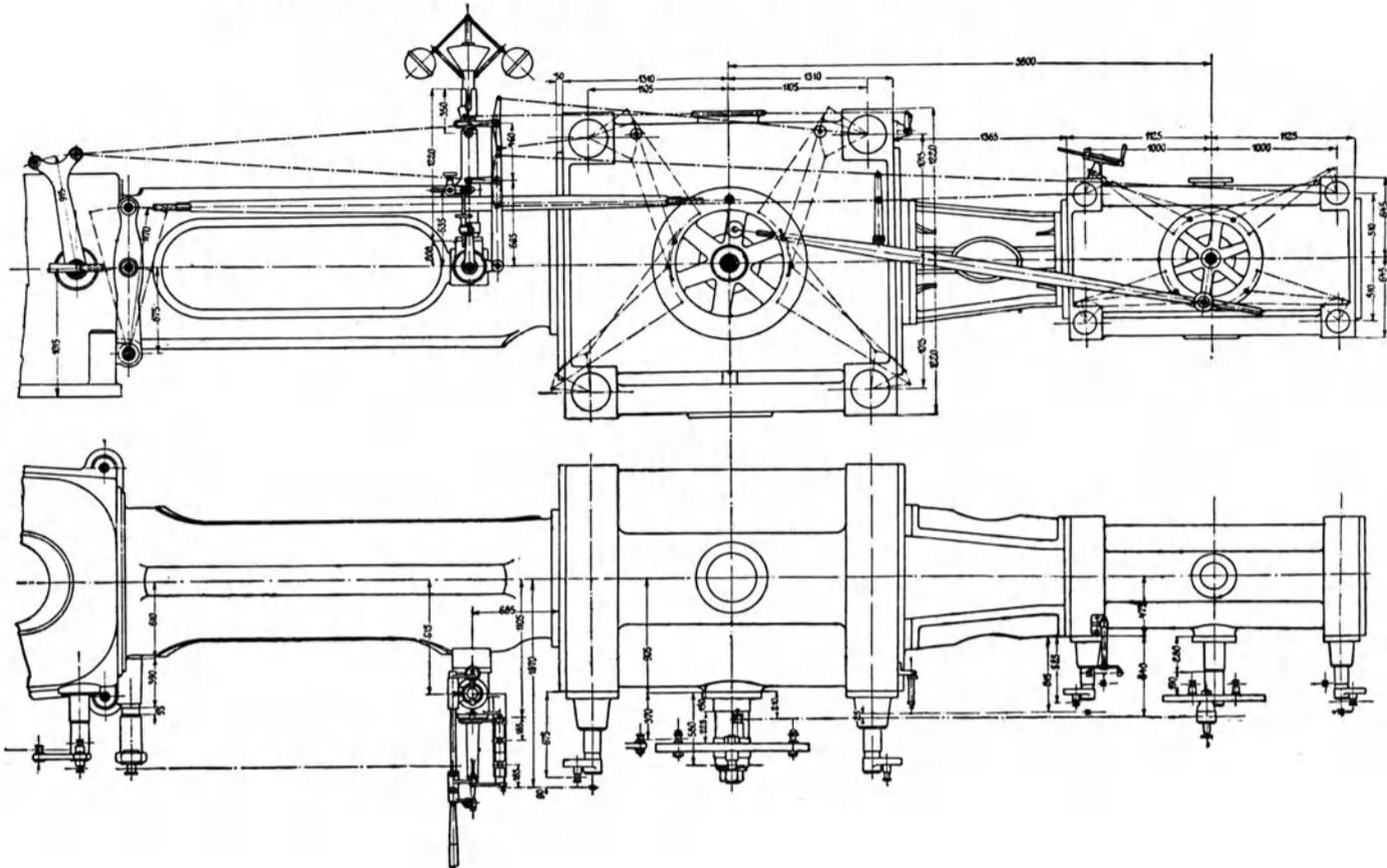
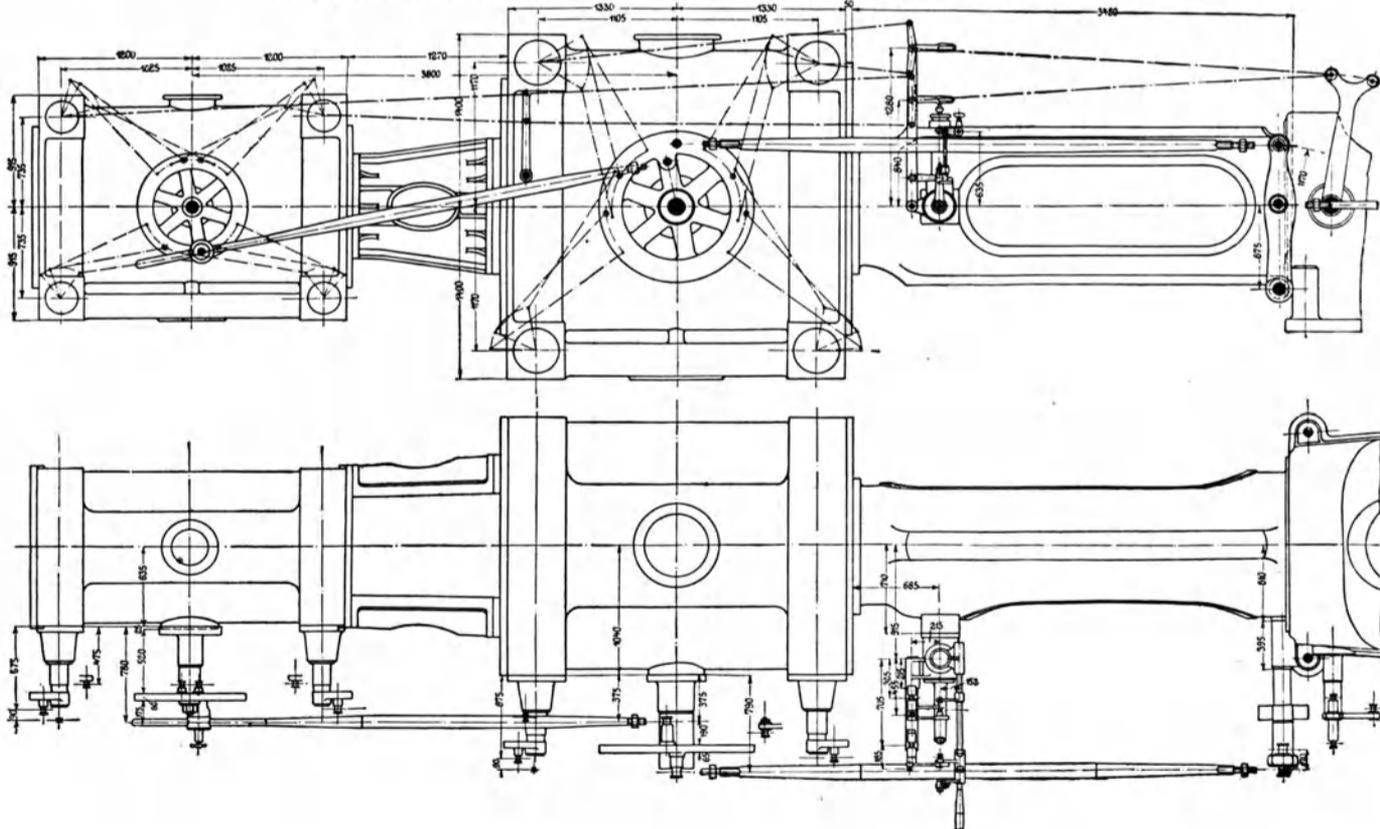


Fig. 16 und 17.

Steuerung für Hochdruck- und zweiten Mitteldruckcylinder. Maßstab 1:60.



Steuerung für Niederdruck- und ersten Mitteldruckcylinder. Maßstab 1:60.



Mit diesem Kurbellager sind die Dampfzylinder durch die schmiedeisernen Stangen starr verbunden, Fig. 9. Diese Stangen sind eckig und nehmen die Gleisführung für den Kreuzkopf auf. Die Verbindungsstangen sind mit dem Kurbel-

lager verkeilt und mit dem Dampfzylinder durch Flansche verschraubt, Fig. 9.

Die Luftpumpe wird bei dieser Maschine vom Kreuzkopf durch Lenker auf einen schweren gusseisernen Hebel und

Fig. 18 bis 20. Rohrleitungen und Kondensator. Mafsstab 1:100.

Fig. 18.

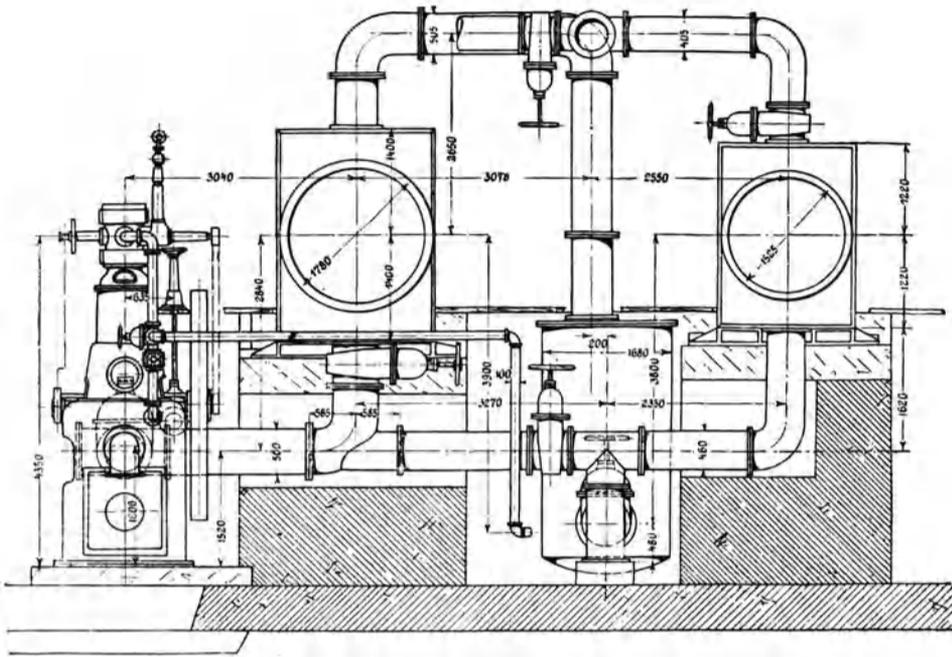


Fig. 19.

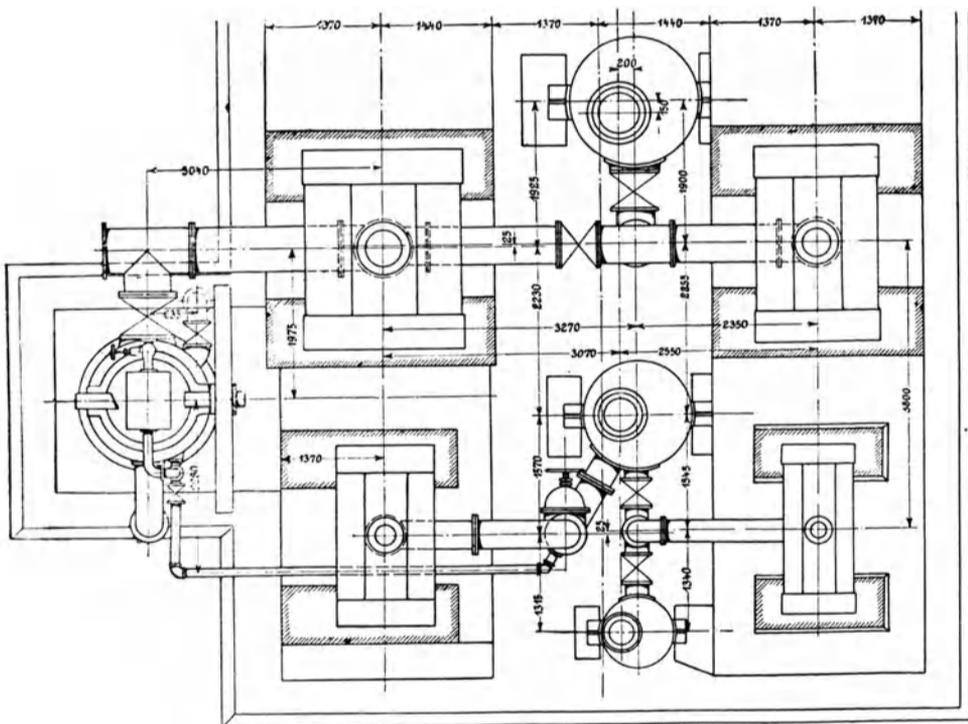
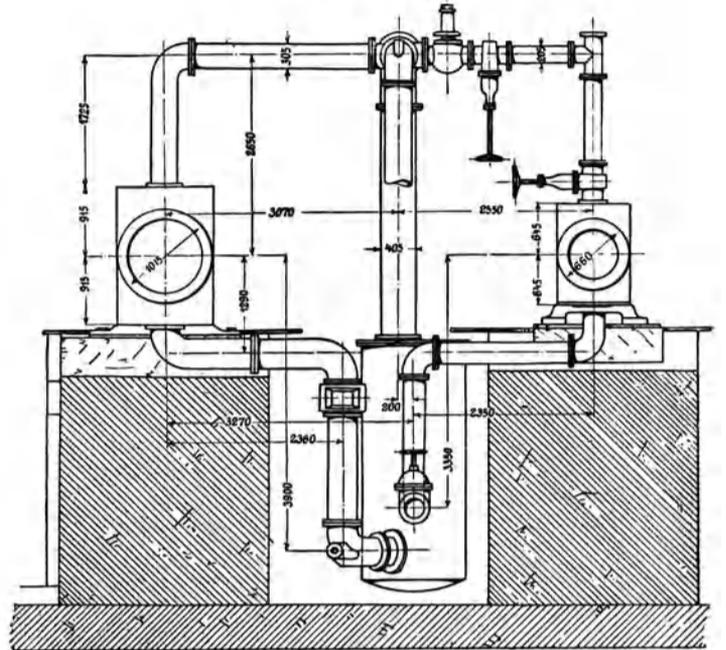


Fig. 20.

auf eine unter der Führung nach auswärts gerichtete schwere Uebertragungswelle angetrieben.

Der große gusseiserne Antriebshebel der Luftpumpe ist auf die Welle nicht aufgekeilt, sondern auf einen angeschmiedeten Flansch eingeschraubt.

Die Luftpumpen sind unter dem Fundament aufgestellt und werden durch einen mit der Welle aus einem Stück geschmiedeten Hebel angetrieben.

Das innere Lager der Uebertragungswelle ist ohne starre Verbindung mit der Maschine oder Luftpumpe ausgeführt.

Die Rohrleitung zwischen Hoch- und Niederdruckzylinder ist sehr umständlich. Das Dampfrohr läuft erst senkrecht aufwärts, dann in zwei scharfen Krümmern abwärts zum Absperr-

ventil am oberen Ende des Hochdruckzylinders. Das Auspuffrohr vom Auslasschieber geht senkrecht abwärts in einem Schlitz hinter dem Hochdruckzylinder, mit weiteren 2 Krümmern in das vordere Ende des Aufnehmers, der zwischen beiden Zylindern liegend an der Maschinenachse angebracht ist. Vom Aufnehmer führt das Ueberströmungsrohr senkrecht aufwärts und mit zwei Krümmern zum oberen Ende des Niederdruckzylinders, das Auspuffrohr vom unteren Ende dieses Zylinders in 4 Krümmern zum Kondensator.

Außerdem ist eine Hilfsüberströmung am Hochdruckzylinder angebracht, welche das Hochdruckdampfrohr unmittelbar mit dem Niederdruckzylinder verbindet und 2 Absperrschieber enthält. Ein dritter Absperrschieber ist im Auspuffrohr angebracht.

Ebenso wenig übersichtlich ist die Anordnung der Heizungs- und Entwässerungsrohren der Maschine, deren einziger Vorzug für die Ausführung ihr großer Durchmesser ist.

Die Corliiss-Schieber sind, wie hier üblich, in geringer Masse und Wandstärke hohl gegossen. Die Schieber werden nicht durch ein durchgehendes Blatt angefasst, sondern durch einen flachen Mitnehmer an der Spitze des Rundschiebers.

Am Kurbellager sind die oberen und unteren Schalen achteckig eingepasst und die Seitenschalen durch Druckkeile stellbar. Die Verankerung des Kurbelrahmens in der Nähe der Kurbellager ist ungewöhnlich schwach. Hinter dem Kurbellager ist eine einzige Fundamentschraube und von hier bis zum Ende des Rahmens, dort wo die Führung anschließt, keine andere Fundamentschraube vorhanden.

Besondere Zeichnung dieser Maschine ist, gegenüber der folgenden Darstellung der großen Maschine, entbehrlich.

#### 2000 PS-Vierfach-Verbundmaschine der E. P. Allis Co. in Milwaukee.

Die allgemeine Anordnung dieser Allis-Maschine ist aus Fig. 10 und 11 ersichtlich. Fig. 10 ist eine Seitenansicht mit Darstellung der Dampfwege vom Hochdruckzylinder durch die Aufnehmer hindurch zu den einzelnen Dampfzylindern; außerdem zeigt diese Figur die allgemeine Anordnung der Steuerung und den Zusammenhang mit dem Regulator. Die

Ueberströmungsröhren und deren Absperrung, welche den Betrieb jeder Maschinenhälfte als Verbundmaschine gestattet, sind aus den später folgenden Querschnitten ersichtlich.

Fig. 12 zeigt die äußere Anordnung der Steuerung, und zwar für den Niederdruckcylinder, sowie einen Teil des Cylinderquerschnittes und der Schieberanordnung.

Fig. 13 zeigt die Seitenansicht des Steuerungsantriebes, Fig. 14 die dazu gehörige Ausklinkvorrichtung, welche bei allen vier Cylindern gleichartig durchgebildet ist.

Fig. 15 ist der Querschnitt durch das Maschinenbett mit angeschlossenem Regulator. Die Bewegung des Regulators wird durch zwei von einander unabhängige Gestänge auf Hoch- und Niederdruck- bzw. Mitteldruckcylinder übertragen. Die Art der Uebertragung ist aus der Seitenansicht und dem Grundriss, Fig. 16 und 17, zu ersehen. Fig. 16 zeigt den Zusammenhang von Hoch- und zweitem Mitteldruckcylinder, welche „Tandem“ hinter einander aufgebaut, die eine Maschinenhälfte ausmachen; Fig. 17 die Anordnung des ersten Mitteldruck- und des Niederdruckcylinders, welche die zweite Maschinenhälfte bilden; daneben enthalten die Figuren Steuerung für Hochdruck- und zweiten Mitteldruckcylinder, sowie die für Niederdruck- und ersten Mitteldruckcylinder.

Fig. 19 zeigt den Grundriss der 4 Dampfcylinder mit Ueberströmungsröhren und Zwischenbehältern; außerdem den Grundriss der seitlich in einer Fundamentvertiefung aufgestellten unabhängigen Kondensatormaschine. Die Einzelheiten der Rohrleitungen und der Verbindungen mit dem Kondensator sind aus Fig. 18 und 20 erkenntlich.

Aus den vorstehenden Skizzen dieser Maschine ergibt sich zugleich das Wesentliche und Eigenartige ihrer Einzelheiten. Die Maschine ist so aufgestellt, dass der Hochdruckcylinder (26" = 660 mm) und der zweite Mitteldruckcylinder (60" = 1524 mm) links, der erste Mitteldruckcylinder (40" = 1016 mm) und der Niederdruckcylinder (70" = 1778 mm) rechts zu liegen kommen. Die großen Cylinder sind unmittelbar mit dem Maschinenrahmen verbunden. Der außen liegende Hochdruckcylinder auf der rechten Seite und der erste Mitteldruckcylinder auf der linken Seite sind durch eine Laterne starr mit den davor liegenden Cylindern verbunden.

Das Kurbellager ist ein mächtiger, geschlossener Rahmen, der durch ein Zwischenstück, welches die Rundführung enthält, zentrisch und starr mit den großen Dampfcylindern verbunden ist. Diese ruhen mit den unteren Schieberkasten unmittelbar auf dem Fundament, und zwar sind alle Dampf-

cylinder, auch die hinten liegenden, starr unter sich und mit dem Fundament verschraubt. Es ist daher keine regelrechte Ausdehnung der Maschine bei Erwärmung möglich, die Ausdehnung muss sich nach irgend einer anderen Seite hin Luft machen.

Der Antrieb der Steuerung erfolgt von der Schwungradwelle aus durch Exzenter auf radförmig ausgebildete Schwingscheiben der vorderen Cylinder und durch Kupplungsstangen auf die Schwingscheiben der rückwärts liegenden Dampfcylinder. Alle 4 Cylinder haben Corliss-Steuerung, alle sind auch mit Ausklinkung und selbstthätiger Einwirkung durch den Regulator versehen. Die Aufnehmer sind zwischen den einzelnen Cylindern im Fundament, und zwar stehend, angeordnet.

Der früher angegebenen Cylinderanordnung entsprechend, strömt der Dampf quer vom Hochdruckcylinder zum ersten Mitteldruckcylinder, dann diagonal nach vorwärts zum zweiten Mitteldruckcylinder, dann wieder quer zum Niederdruckcylinder. Die Auspuffröhren sind von den Corliss-Cylindern nach abwärts in die Aufnehmer und die Zuströmungsröhren von den Aufnehmern nach aufwärts geführt und in einer nicht sehr schönen Weise nach der Oberseite der Dampfcylinder. Alle diese oben liegenden Ueberströmungsröhren sind mit Absperrschiebern versehen, um die einzelnen Cylinder im Bedarfsfalle ausschalten zu können.

Aus dem Niederdruckcylinder strömt der Dampf in den Kondensator, welcher neben der Dampfmaschine aufgestellt ist und eine unabhängig angetriebene Luftpumpe enthält. Die Luftpumpmaschine ist eincylindrig, senkrecht, ebenfalls mit Corliss-Steuerung und selbstthätiger Regulierung versehen und weiter unten in Skizze dargestellt.

Die Dampfmaschine treibt mit einem mächtigen Riemen-  
schwungrad, über welches später noch Angaben folgen, durch 2 Riemen, die über einander laufen, 2 Dynamomaschinen, jede von 1000 PS.

#### Dreifach-Verbundmaschine von Fraser & Chalmers, Chicago.

Die allgemeine Anordnung zeigen die Seitenansicht Fig. 21 und der Grundriss Fig. 22. Die Maschine hat einen Hochdruckcylinder von 20" = 508 mm, einen Mitteldruckcylinder von 34" = 864 mm, 2 Niederdruckcylinder von 34" = 864 mm bei 60" = 1524 mm gemeinsamem Hub. Die Maschine hat bei 60 Min.-Umdr. und 150 Pfd. = 10,5 kg/qcm Dampfdruck

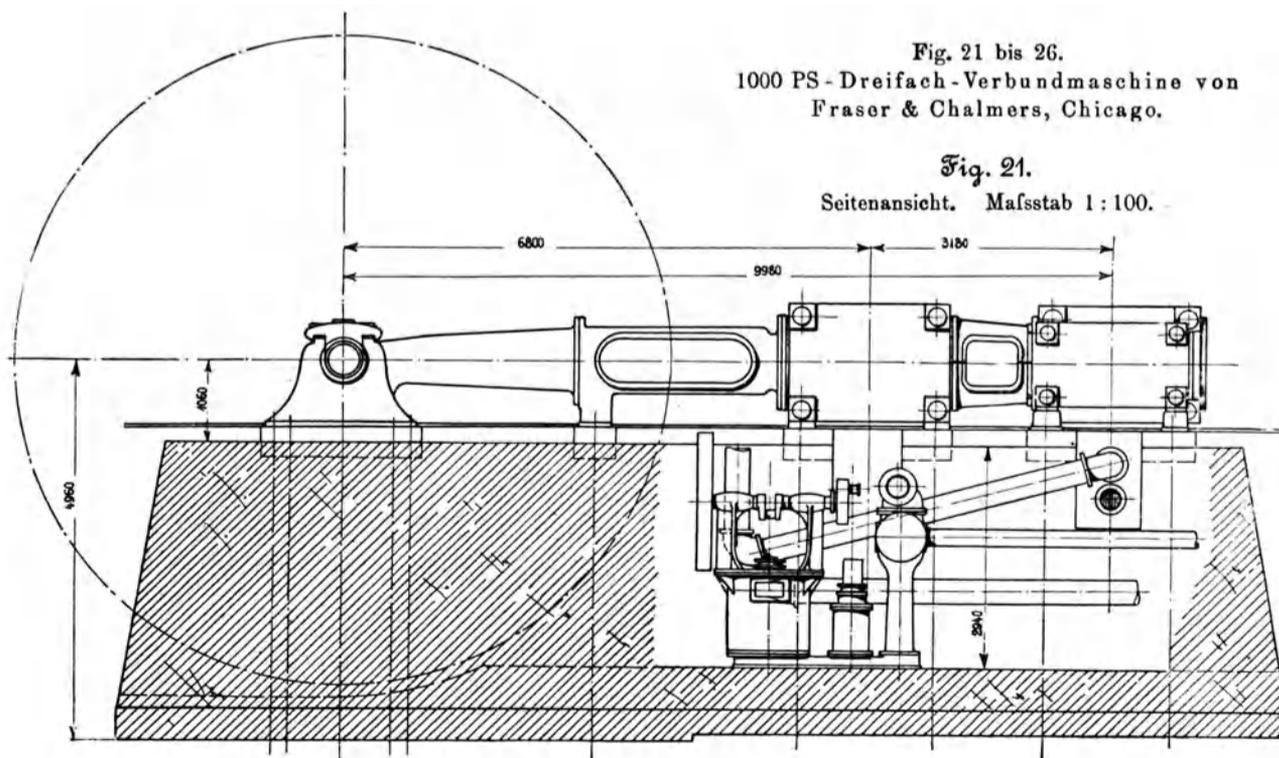
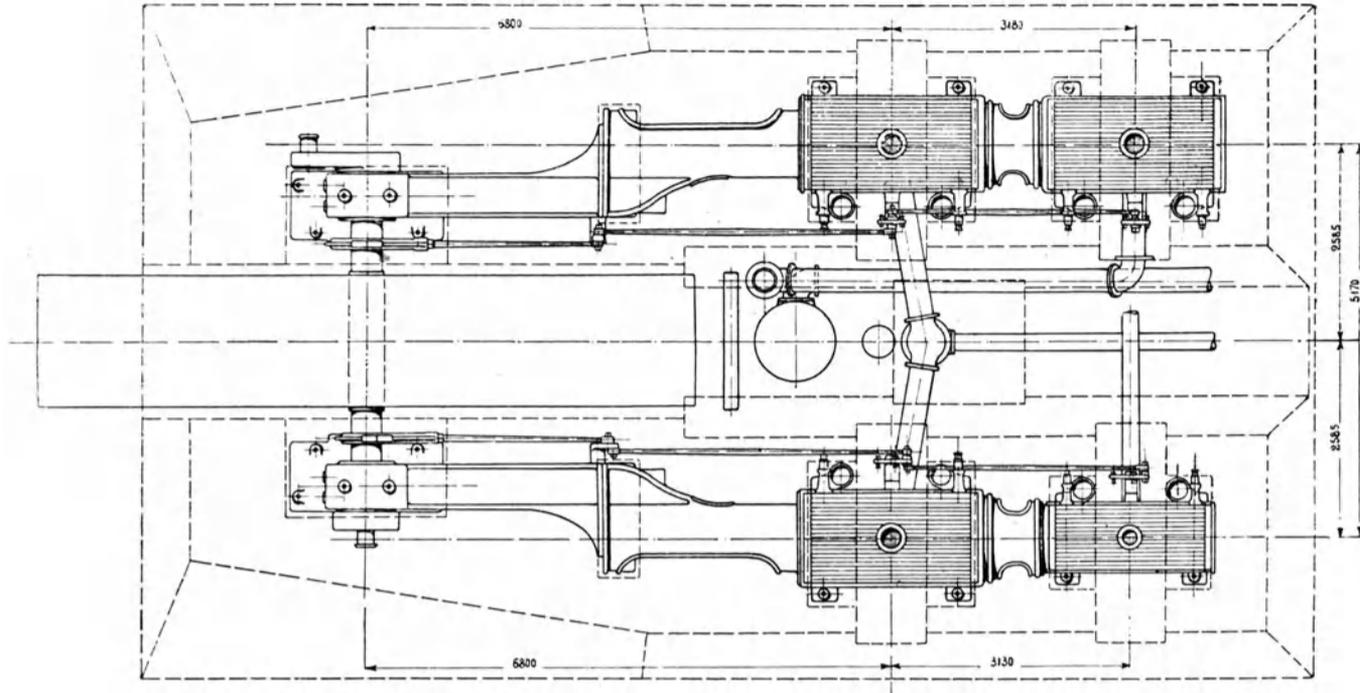


Fig. 22.  
Grundriss. Mafsstab 1:100.

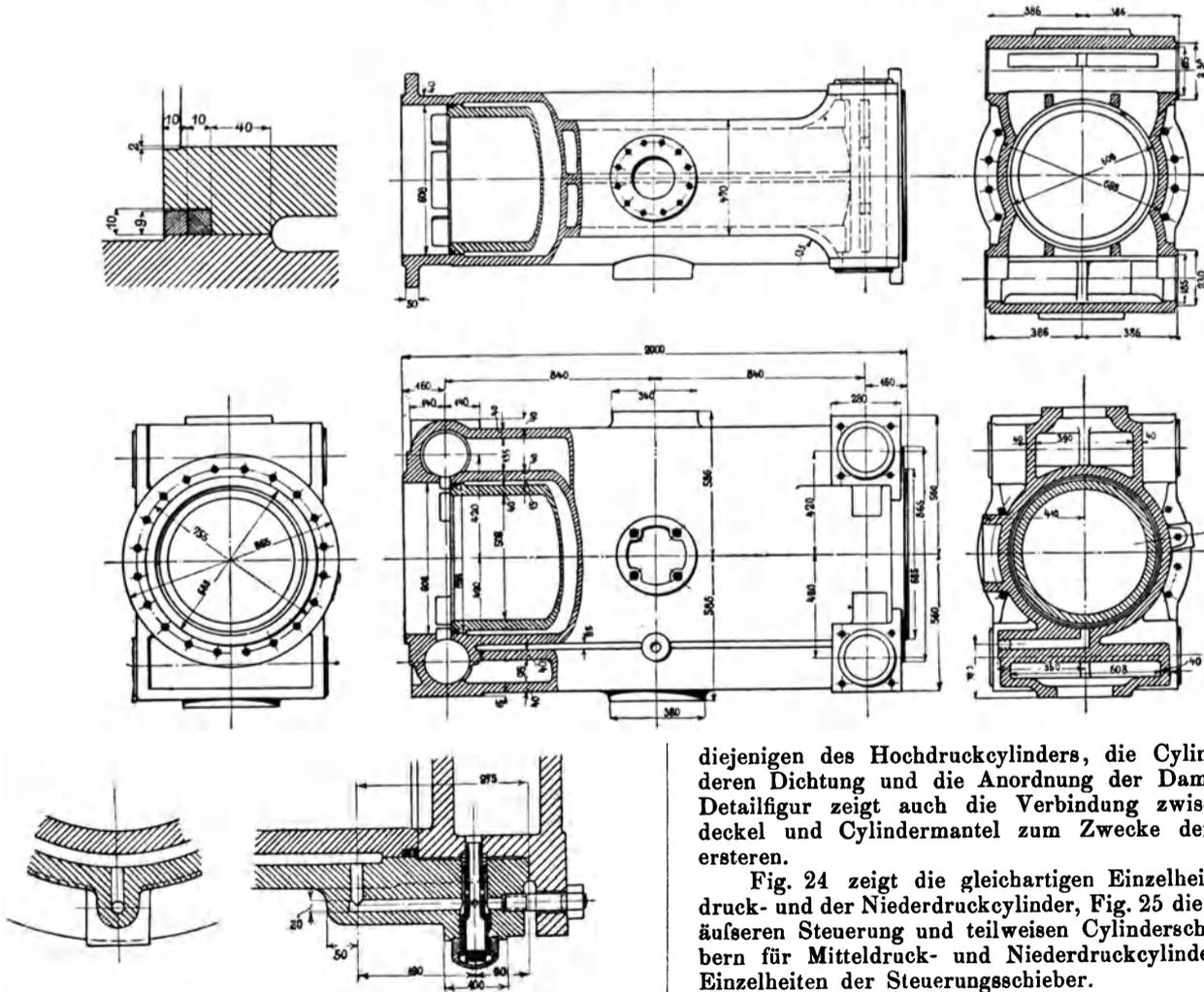


1000 PS zu entwickeln. Die Veranlassung zu dieser Cylinder-  
teilung war das Bestreben, Druck und Arbeit möglichst gleich zu  
verteilen, und die Möglichkeit, hierdurch die beiden Niederdruck-  
cylinder und den einen Mitteldruckcylinder gleich groß zu

machen und auch die äußere Steuerung gleichartig aus-  
zuführen.

Die Einzelheiten der Maschine, soweit sie wesentlich  
sind, sind in Fig. 23, 24 und 25 dargestellt. Fig. 23 zeigt

Fig. 23. Hochdruckcylinder. Mafsstab 1:30.



diejenigen des Hochdruckcylinders, die Cylindermäntel und  
deren Dichtung und die Anordnung der Dampfkanäle. Die  
Detailfigur zeigt auch die Verbindung zwischen Cylinder-  
deckel und Cylindermantel zum Zwecke der Heizung des  
ersteren.

Fig. 24 zeigt die gleichartigen Einzelheiten des Mittel-  
druck- und der Niederdruckcylinder, Fig. 25 die Anordnung der  
äußeren Steuerung und teilweisen Cylinderschnitt mit Schie-  
bern für Mitteldruck- und Niederdruckcylinder, Fig. 26 die  
Einzelheiten der Steuerungsschieber.





Die Kraftstation dient für den regelrechten Betrieb der Ausstellungsbahn zur Beförderung der Ausstellungsgäste zwischen den einzelnen Gebäuden, wofür bei der bedeutenden Entfernung ein großes Bedürfnis vorliegt. Außerdem ist die Kraftstation ein Ausstellungsgegenstand ersten Ranges.

Der Querschnitt durch Maschinen- und Kesselhaus ist in Fig. 31, der Grundriss der Maschinenanlage in der Skizze Fig. 32 dargestellt. Im Kesselhaus sind zehn 200pferdige Wasserrohrkessel aufgestellt, die im Bedarfsfalle auf zusammen 5000 PS gesteigert werden können. Zwischen dem Schornstein von 30 m Höhe, 3 m Dmr. und den Kesseln sind zwei Batterien Greenscher Vorwärmer aufgestellt. Der Wasserbedarf der Kraftstation wird unmittelbar aus dem See durch eine 90 m lange Rohrleitung von 457 mm Dmr. entnommen. Die Kondensatoren pumpen das Warmwasser wieder in den

See zurück. Zum Betriebe der Kesselanlage wird nur Oel verwendet; die Anlage dient gleichzeitig zur Ausstellung verschiedener Systeme von Oelbrennern.

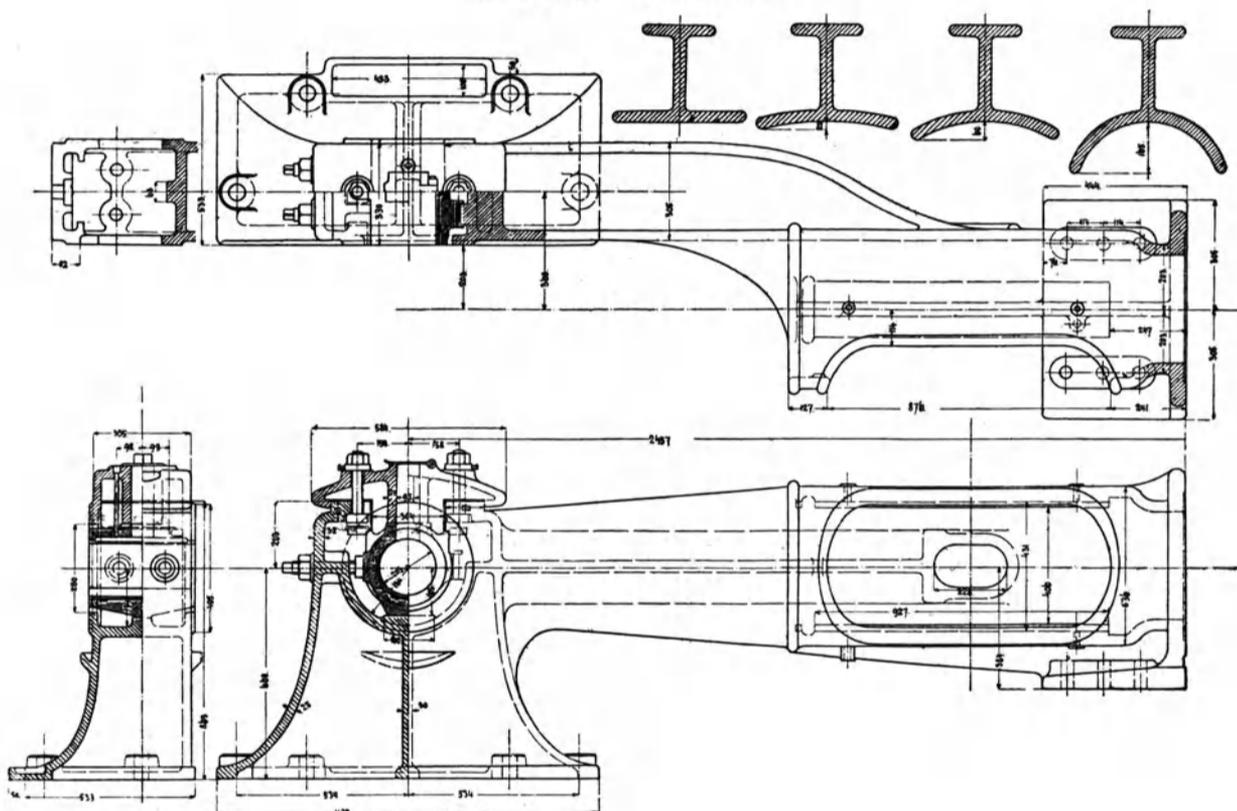
Die Maschinenhalle von 26,5 m Breite und 42,7 m Länge enthält eine Ausstellung verschiedener Betriebsmaschinen, und zwar:

die größte Maschine (2000 PS), von der E. P. Allis Co. in Milwaukee, Verbundmaschine mit Kurbeln unter 90°; sie treibt unmittelbar einen 1500 Kilowatt-Thomson-Houston-Generator an. Die Dynamomaschine gilt als die größte im Lande. Die Armatur wiegt 65 t und ist auf einer Welle von 610 mm Dmr. angebracht.

Am einen Ende des Gebäudes ist eine 750 pferdige Tandem-Verbundmaschine der Allis Co. aufgestellt, welche eine 500 Kilowatt-Thomson-Houston-Maschine ohne

Fig. 30.

Balkenbett. Maßstab 1:25.



Vorgelege antreibt, und zwar freitragend am äußeren Ende der Schwungradwelle.

Zwischen dieser und der großen Maschine ist eine 750 pferd. Hammond-Williams-Verbundmaschine stehender Bauart aufgestellt, welche direkt einen 500 Kilowatt-Generator antreibt.

Am entgegengesetzten Ende des Gebäudes ist eine 750-pferdige Greensche Tandem-Maschine von der Providence Steam Engine Co. aufgestellt, welche durch Riemenübersetzung einen 500 Kilowatt-Generator antreibt. Zwischen diesem und der großen Allis-Maschine steht eine 400 pferdige Tandem-Verbundmaschine von Mc. Intosh & Seymour in Albany, unmittelbar einen 200 Kilowatt-Generator antreibend.

Die Kondensatoren und sämtliche Pumpen sind in einem Einschnitt unter der Maschinensohle zwischen Maschine und Kessel aufgestellt, der große Einschnitt ist offen gelassen, und eine Gallerie läuft an der Längswand des Maschinenraumes auf beiden Seiten durch, sodass die Besucher die Maschinen- und die Kesselanlage frei überblicken können. In diesem Kondensatoreneinschnitt sind zwei vertikale unabhängige Kondensatoren der Allis Co. (Fig. 39, 40) auf-

gestellt, in Verbindung mit den beiden von der Allis Co. aufgestellten Dampfmaschinen. Auch jede der übrigen Maschinen hat ihren getrennten unabhängigen Kondensator, alle von verschiedener Bauart.

Ueber die Einzelheiten der großen Betriebsmaschinen dieser Kraftanlage habe ich nichts Neues zu berichten, da die Bauart dieser Allis-Maschinen in allen Teilen dieselbe ist, wie bereits bei der großen Betriebsmaschine der Maschinenhalle angegeben. Ueber die übrigen kleineren raschlaufenden Dampfmaschinen dieser Kraftanlage wird der Bericht des Hrn. Gutermuth das Erforderliche enthalten.

Zum Schluss will ich nur noch einige Bemerkungen über die ausgestellten unabhängigen Kondensatoren beifügen, welche insbesondere in dieser Abteilung der Maschinenausstellung in übersichtlicher Weise zu sehen sind.

Unabhängige Kondensatoren mit besonderen Betriebsmaschinen sind in Amerika für Dampfmaschinenbetrieb sehr häufig. Der Hauptgrund ihres Daseins ist wohl die Möglichkeit, sie marktfähig im Großen zu erzeugen. Die Einzelheiten vieler dieser Kondensatoren sind sehr

Fig. 31 und 32. Kraftanlage für die elektrische Hochbahn in der Ausstellung.  
Maßstab 1:300.

Fig. 31.

Querschnitt durch Maschinen- und Kesselhaus.

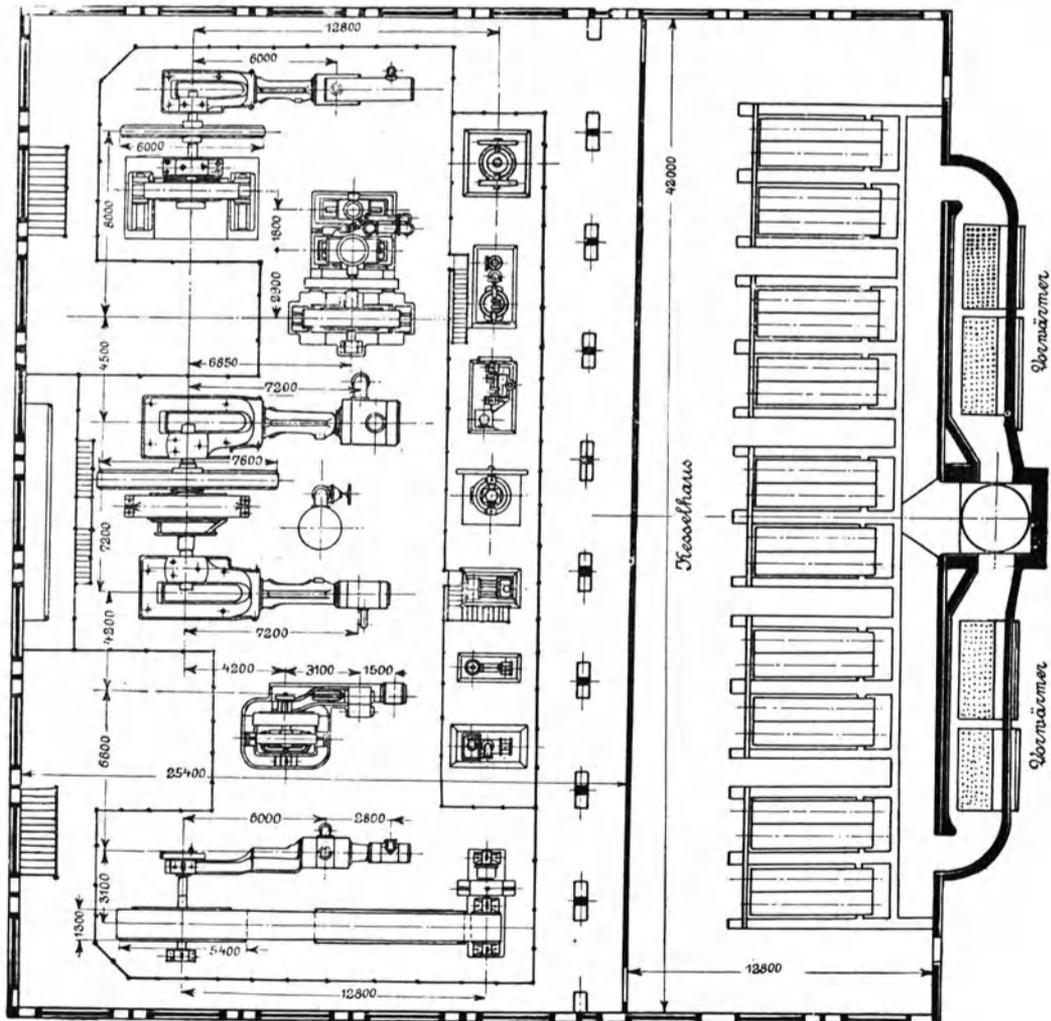
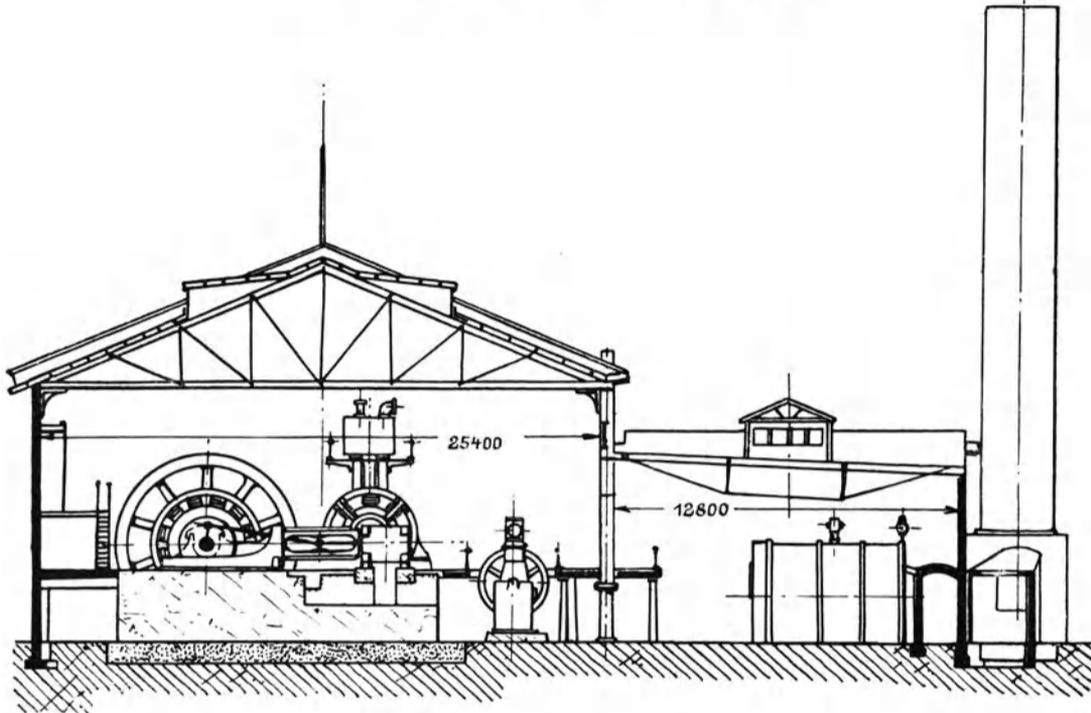


Fig. 32.

Grundriss der Maschinenanlage.

Fig. 33 u. 34. Kondensator von Wheeler mit Luft- u. Umlaufpumpe.

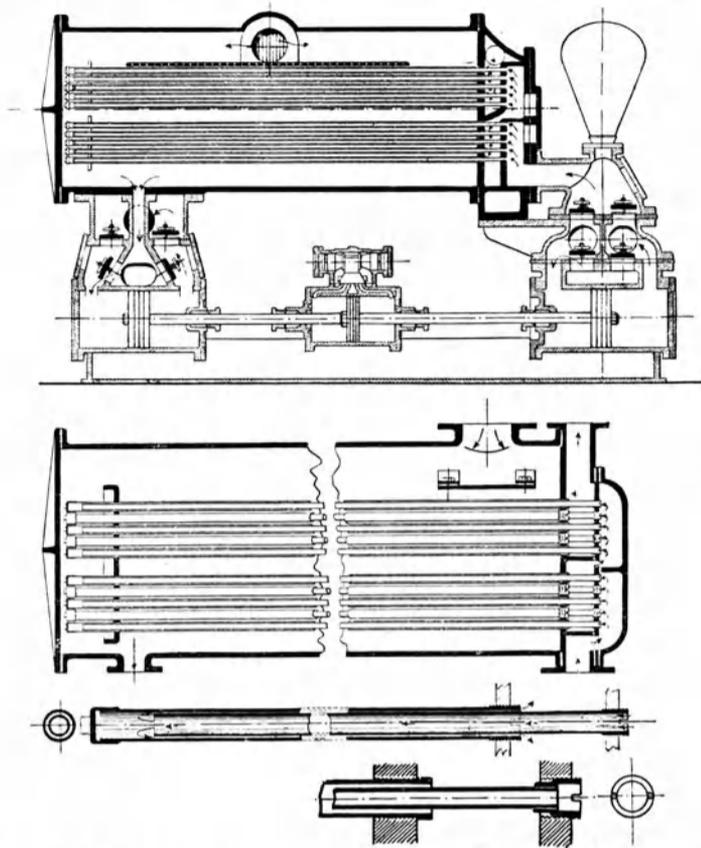


Fig. 35. Conover-Kondensator. Fig. 36. (Fig. 35, 36 und 37.)

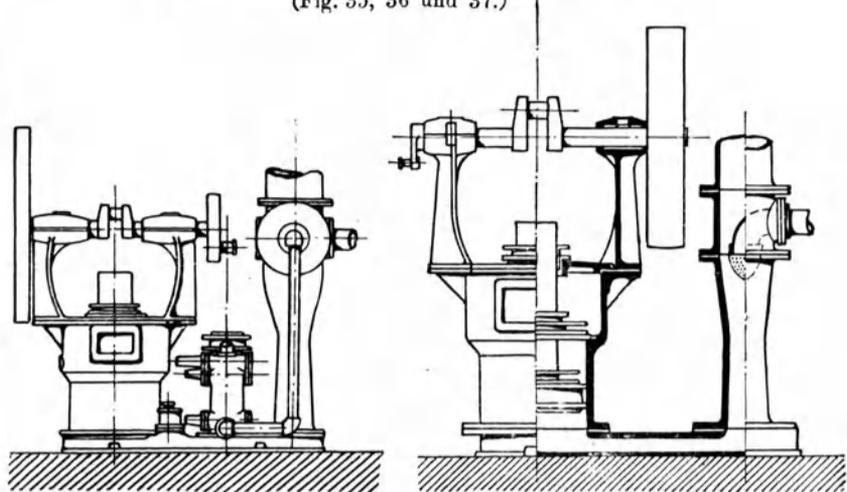


Fig. 38. Kondensator der Philadelphia Engineering Works.

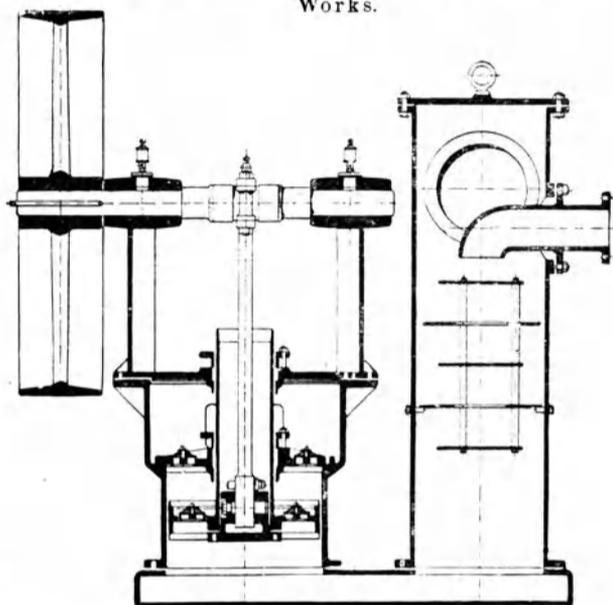


Fig. 39 und 40. Unabhängiger Kondensator der E. P. Allis Co., Milwaukee. Maßstab 1:40.

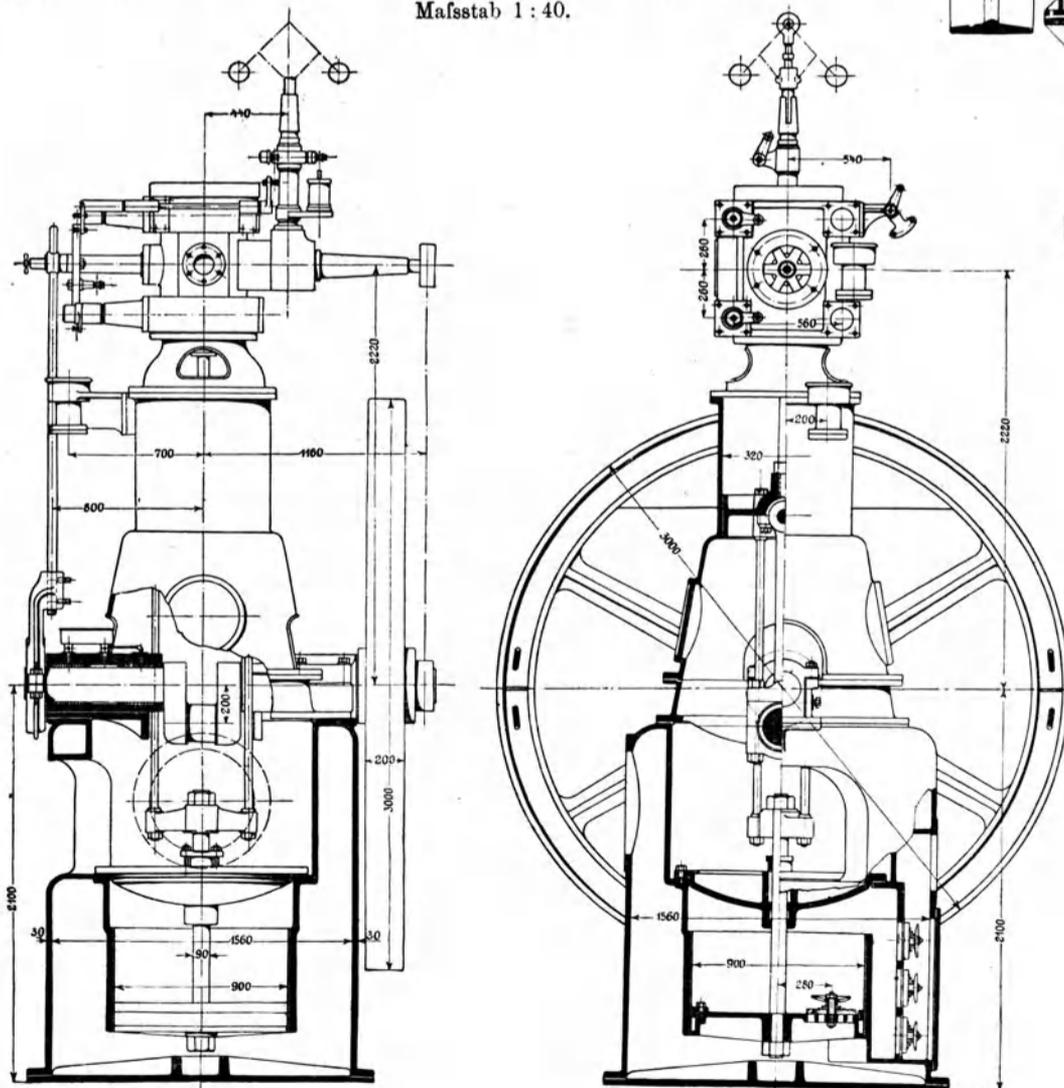
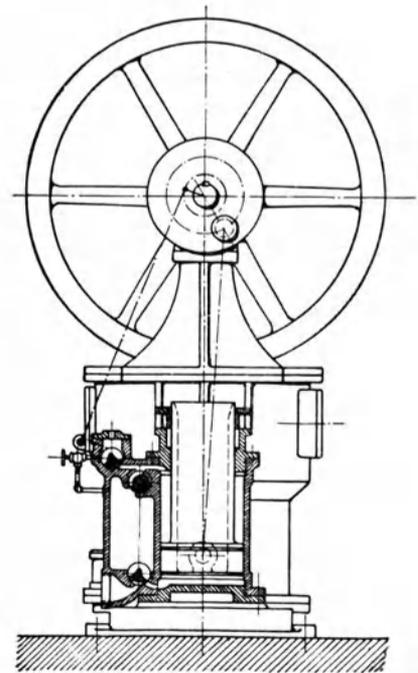


Fig. 37.

Conover-Kondensator. (Fig. 35, 36 und 37)





kurbel und eine Wellenkröpfung senkrecht abwärts die stehende Luftpumpe. Bei kleineren Maschinen erfolgt der Antrieb durch Riemen, Fig. 36, von der Betriebsmaschine; eine Stirnkurbel bewegt in der Regel am zweiten Ende die Speisepumpe, die Wellenkröpfung die Luftpumpe.

Die Antriebsmaschine für einen solchen Kondensator ist in Fig. 37 dargestellt. Da die Luftpumpe einfachwirkend ist, ist auch die Dampfmaschine mit einfacher Druckwirkung, jedoch als Verbundmaschine gebaut, derart, dass der Dampfkolben in Verbindung mit einem Plunger steht und auf die obere Ringfläche des Kolbens frischer Kesseldampf drückt, während der überströmende und expandierende Dampf, auf die untere große Kolbenfläche drückend, den Kolben aufwärts

bewegt. Dieser Aufwärtsgang entspricht dem Niedergange des Luftpumpenkolbens.

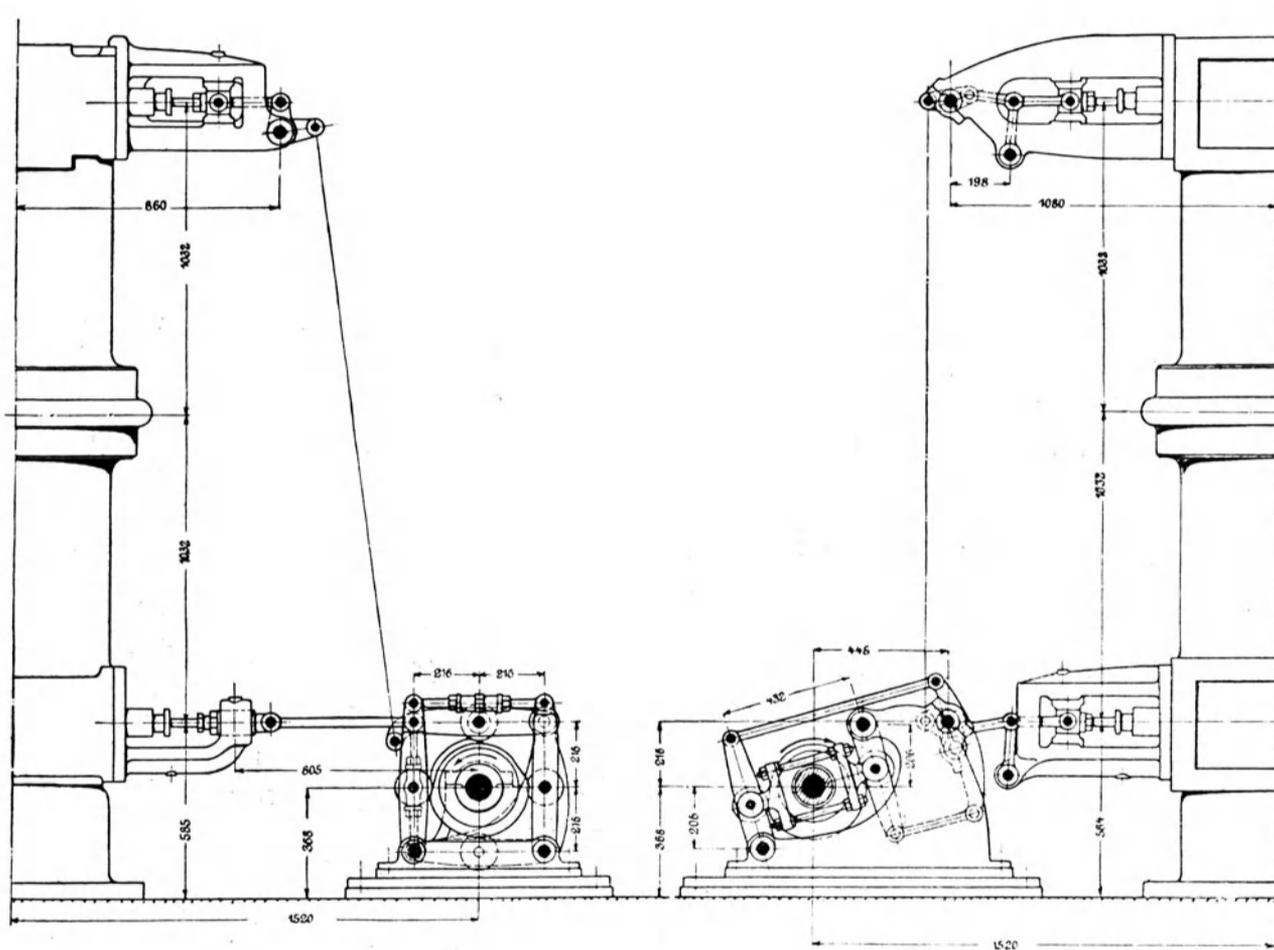
Die Maschine ist mit Rundschiebersteuerung versehen, und für die obere Seite ist ein Corliss-Expansionsschieber mit Ausklinkung hinzugefügt. Der Regulator an der Maschine wirkt jedoch nicht auf diese Ausklinkung, sondern auf eine Drosselklappe.

In Fig. 38 ist eine ähnliche von den Philadelphia Engineering Works gebaute Kondensatoranordnung dargestellt.

Fig. 39 und 40 zeigen die Konstruktion des Kondensators der E. P. Allis Co., Milwaukee, für den Betrieb der 2000 pferd. Vierfach-Verbundmaschine. Die einfachwirkende

Fig. 45.

Außere Steuerung für den Hochdruckzylinder der Bostoner Wasserwerkmaschine.  
Maßstab 1:25.



Luftpumpe hat Saugventile im Kolben und Druckventile seitwärts im Pumpenzylinder. Der Antrieb des Luftpumpenkolbens erfolgt unmittelbar vom Dampfzylinder durch Traversen und Umlenkstangen unter Einschaltung des Kurbeltriebes zwischen Dampfzylinder und Pumpe. Die Einzelheiten sind aus den Zeichnungen ersichtlich. Der Dampfzylinder besitzt Corliss-Steuerung und selbstthätige Regulierung durch Ausklinkung.

In dem Maschinenhaus, Fig. 31 und 32, für die elektrische Hochbahn der Ausstellung sind verschiedenartige Systeme solcher unabhängigen Kondensatoren ausgestellt, die für den Betrieb der verschiedenen Dampfmaschinen dienen. Es sind dort mit den 2 Dampfmaschinen der Allis Co. zwei stehende Kondensatorpumpen, wie eben beschrieben und in Fig. 39 und 40 skizziert, ausgestellt. Außerdem ist die Williams-Maschine in Verbindung mit einem Conover-Kondensator, wie

vorstehend beschrieben. Die Mc Intosh-Maschine ist mit dem einfachwirkenden Kondensator der Dean-Dampfpumpen-Co. verbunden, die Greensche Dampfmaschine mit einem Duplex-Kondensator von Worthington in New York.

Ueber die Leavitt-Maschinen, welche nach den Corliss-Maschinen die bedeutendste amerikanische Dampfmaschinenart sind, sind allgemeine Angaben schon in den früheren Berichten (s. »Wasserwerk Boston« Z. 1893 S. 650) enthalten. Ich habe zur Vervollständigung nur noch Einzelheiten der Steuerung nachzutragen.

In Fig. 41 bis 44 sind die Steuerungsschieber der Bostoner Wasserwerkmaschine dargestellt, und zwar zeigt Fig. 41: Einlass-Schieber und Schieberspiegel für Hochdruckzylinder, Fig. 42: dasselbe für den Dampfaußlass, Fig. 43 und

Fig. 44: den Einlass- und Auslasschieber nebst Schieberspiegel für den Niederdruckcylinder.

In Fig. 45 ist die Anordnung der äusseren Steuerung für den Hochdruckcylinder dargestellt.

Fig. 46 zeigt die Anordnung der Steuerung für die Dreicylinder-Fördermaschine »Minong« der Calumet und Hecla-Grube (s. Z. 1893 S. 689 nebst Tafel VIII), u. z. für die Dampfströmung im Niederdruck- und Mitteldruckcylinder und für den Dampfauslass im Hoch- und Niederdruckcylinder.

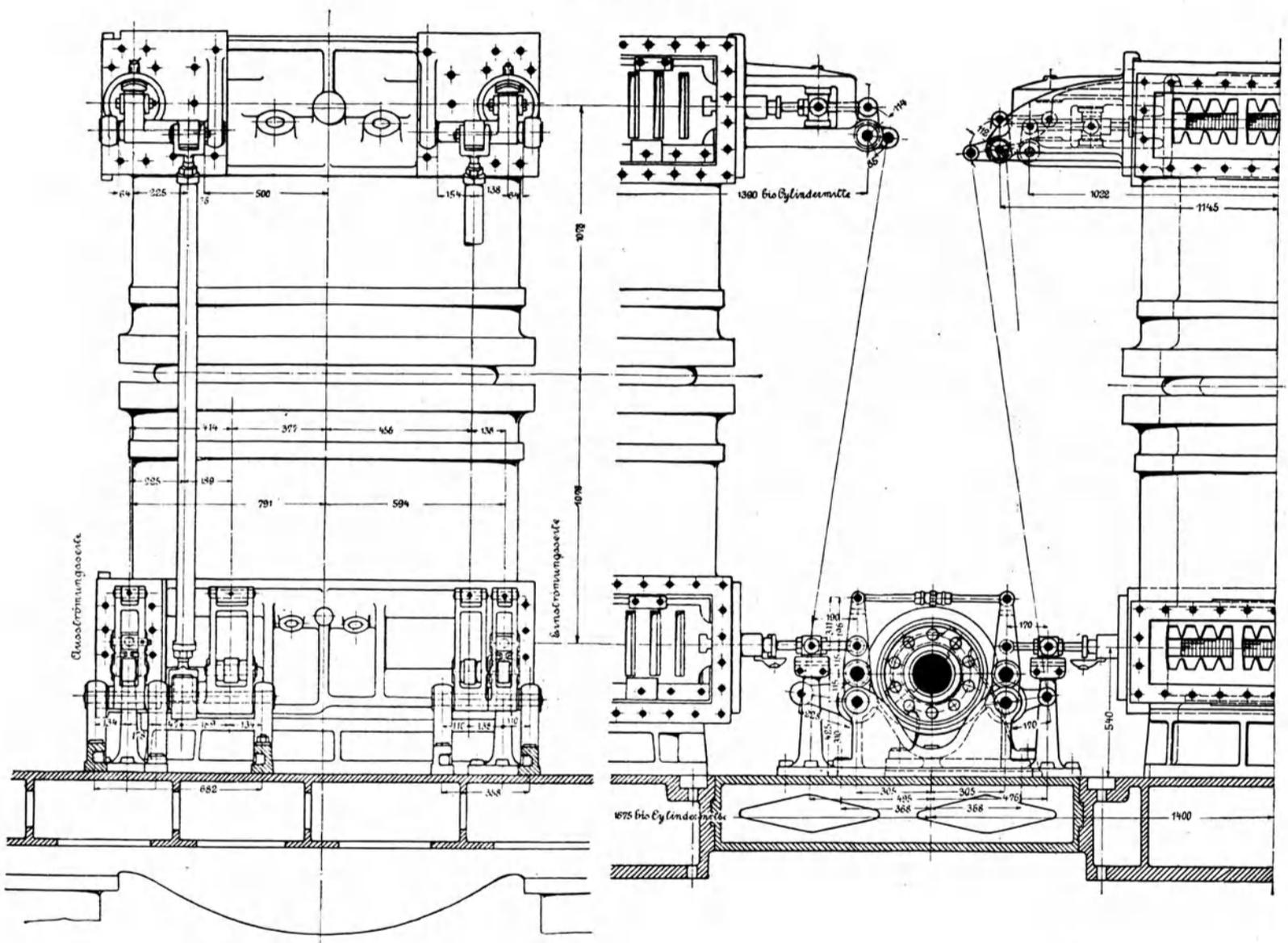
Weitere Einzelheiten über Schiebermaschinen, insbesondere über raschlaufende Maschinen wird der Bericht des Hrn. Gutermuth bringen. In der Ausstellung waren noch mehrere grössere Corliss-Maschinen vertreten; sie sind in dem Verzeichnis S. 9 angeführt, Bauart und Einzelheiten bieten aber nur Bekanntes.

Um das Bild der Maschinenausstellung zu vervollständigen, ist in dem beiliegenden Textblatt I der Grundriss

Fig. 46.

Anordnung der Steuerung für die Dreicylinder-Fördermaschine »Minong« der Calumet und Hecla-Grube.

Mafsstab 1 : 25.



der ganzen Maschinenhalle in Chicago dargestellt, welcher Zahl und Lage auch der im nördlichen Teil der Halle aufgestellten Maschinen darstellt.

Dampfmaschinen für besondere Zwecke: Pumpen, Kompressoren, Berg- und Hüttenmaschinen usw., waren ganz untergeordnet und vereinzelt in der Maschinenhalle und Bergbauabteilung ausgestellt. Die Elektrizitätsausstellung enthielt zum Schaden des Gesamteindruckes dieser Abteilung keine Dampfmaschinen. Unter Hinweis auf die noch nachfolgenden Berichte über Pumpen, Kompressoren usw. habe ich daher

über Betriebsdampfmaschinen nichts weiter zu berichten und durch den vorliegenden Bericht den Rahmen der Ausstellung schon überschritten. Infolge der sehr lückenhaft besetzten Maschinenausstellung ist der Bericht über den Großmaschinenbau überaus dürftig und nichts weniger als ein kennzeichnendes Bild der diesbezüglichen Industrie im Lande. Die letzte Prager Landesausstellung, welche leider gewaltsam zu einer tschechischen zu stempeln versucht wurde, hat beispielsweise auf dem Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues Besseres und Lehrreicher geboten als die große Maschinenhalle in Chicago.

Das Maschinenwesen des Auslandes, abgesehen vom Deutschen Reich, ist in Chicago äußerst dürftig vertreten, und es liegt nichts Berichtenswertes vor. Selbst aus der englischen Ausstellung kann neben der bekannten Willans-Maschine die Betriebsmaschine von Galloway nur als Merkwürdigkeit erwähnt werden. Es ist die übliche Galloway-Maschine mit Fink-Kulissensteuerung und verwickeltem Regulator, mit Hochdruckcylinder schräg auf dem Niederdruckcylinder liegend und unter Zwischenschaltung umständlicher eingleisiger Führungen auf eine gemeinsame Stirnkurbel arbeitend und trotz der dadurch gegebenen Kurbelversetzung mit einer besonderen großen Anhubdampfmaschine versehen.

Die deutsche Maschinenausstellung ist, wie bereits berichtet, nach sachlichem Wert sehr hervorragend und nimmt unter allen Auslandsstaaten die weitaus hervorragendste Stelle ein, aber trotz der unerwartet großen Beteiligung giebt sie nichts weniger als ein vollständiges Bild der Industrie des Landes. —

Es sind nun fast 17 Jahre her, dass der deutschen Industrie in Philadelphia, nachdem sie 3 Jahre vorher in Wien

glänzend vertreten war, das böse Wort »billig und schlecht« nachgesagt wurde, obwohl auf der damaligen Philadelphia-Ausstellung weder die deutsche noch eine ausländische Industrie vergleichsfähig vertreten war. Dieser Ausspruch wurde und wird jetzt noch im Auslande ausgebeutet und hat insbesondere der Maschinenindustrie ungeheuren Schaden zugefügt. Immer noch wird der Ausspruch wiederholt, wo es im Auslande gilt, die deutsche Industrie fernzuhalten, immer unter Berufung darauf, das harte Urteil sei angeblich amtlich und von einem Maschinensachverständigen abgegeben. Zur Vaterschaft bekennt sich heute niemand, dagegen wird ab und zu, jedoch ohne Nennung eines verantwortlichen Namens, die Behauptung aufgestellt, gerade dieser kritische Ausspruch sei es gewesen, welcher der deutschen Industrie die Augen öffnete und sie zu mächtigem Fortschritte veranlasste! Möchte doch ein kritisches Kraftsprüchlein aus Chicago diesmal gleiche Wunder wirken, aber auch die schlimmen Folgen von damals aufheben! Zu kritischen Vergleichen ist hier weitaus mehr Gelegenheit als vor 17 Jahren.

A. Riedler.

## Raschlaufende Dampfmaschinen.

In den Berichten des Hrn. Professors Riedler ist bereits hervorgehoben, dass die Ausstellung nur ein unvollständiges Bild des amerikanischen Dampfmaschinenbaues im allgemeinen liefert, und dass nur die große Beleuchtungsanlage in der Maschinenhalle im Zusammenhang mit der Kraftstation der elektrischen Hochbahn und kleineren Einzelanlagen verschiedener Ausstellungsgebäude eine Uebersicht über die wichtigsten typischen Ausführungen raschlaufender Dampfmaschinen bietet.

In diesen Anlagen sind auch gleichzeitig die Anwendungsgebiete gekennzeichnet, denen die Schnellläufer ihre heutige mannigfaltige und ausgedehnte Entwicklung zu danken haben. Die in jeder amerikanischen Stadt bestehenden und in beständiger Vergrößerung begriffenen elektrischen Zentralen für Licht- und Straßenbahnbetrieb und die selbständigen Beleuchtungsanlagen der Geschäftshäuser, Hotels und öffentlichen Gebäude werden mit wenigen Ausnahmen durch Dampfmaschinen mit hoher Umdrehungszahl betrieben.

Der auf diesem weiten Absatzgebiet entstandene große Bedarf an Betriebsmaschinen gab in den letzten Jahren nicht nur zur Entstehung zahlreicher konkurrierender Spezialfabriken Veranlassung, sondern schaffte auch die Bedingungen für die allgemeine Einführung der Massenfabrikation in dem Bau der raschlaufenden Maschinen. Die Rücksichtnahme auf diese Massenfabrikation bestimmt heute wesentlich die Einzelausbildung, und auf dem Maschinenmarkte können nur jene Ausführungen noch Bedeutung gewinnen, welche bei zweckmäßiger Massenherstellung entsprechend niedrige Verkaufspreise ermöglichen. Diese sind gegenwärtig aber auch schon derartig herabgedrückt, dass schon der verteuernde Einfluss des Transports auf die Kosten der Maschinen das Absatzgebiet der einzelnen Fabriken wesentlich beschränkt, sodass im Osten der Ver. Staaten gebaute Maschinen im Westen nur schwer noch abgesetzt werden können. In Chicago laufen beispielsweise gegenwärtig 175 der in Springfield im Staate Illinois gebauten »Ide«-Maschinen, während von den in Syracuse, N. Y., erbauten vollkommeneren Straight-Line-Maschinen im ganzen nur etwa 20 zu finden sind.

Bemerkenswert ist die mehr und mehr sich verallgemeinernde Verwendung des Verbundbetriebes selbst bis zu Leistungen von 5 PS herab; bei größeren Leistungen wird auch Dreifach-Expansion angewendet, selbst wenn rücksichtlich der Eintrittsspannung des Dampfes keine Notwendigkeit dazu vorliegt. Heizung der Cylindermäntel ist bei keiner raschlaufenden Ausstellungsmaschine zu finden und wird überhaupt bei den im Nachfolgenden zu besprechenden Maschinentypen nicht angewendet. Freier Auspuff bildet die Regel; bei Anwendung von Kondensation werden stets von der Dampfmaschine unabhängige Kondensatoren und Luftpumpen aufgestellt, welche von anderen Firmen bezogen werden, die deren Bau besonders pflegen.

Im Nachstehenden möge, der alphabetischen Reihenfolge der Firmen entsprechend, die Konstruktion der ausgestellten raschlaufenden Dampfmaschinen durch Beschreibung und

Zeichnung verdeutlicht werden; dagegen soll auf die Herstellungsweise in den bedeutenderen Fabriken erst in einem späteren Berichte näher eingegangen werden.

Die Tabelle auf S. 27 giebt zunächst eine Zusammenstellung der Hauptabmessungen der Ausstellungsmaschinen. Darnach schwankt die mittlere Kolbengeschwindigkeit zwischen 2,7 und 3,8 m, die größte zwischen 4,25 und 5,96 m (s. Tabelle); die Steuerkanäle weisen große Querschnitte im Vergleich zur Kolbenfläche auf, wie aus den betreffenden Verhältniszahlen der Tabelle hervorgeht. Die größte in den Kanälen auftretende Dampfgeschwindigkeit ist demgemäß auch gering; für die Auslasskanäle, wie die Tabelle zeigt, schwankend zwischen 29 und 58 m, während in den Einlasskanälen die in der Zusammenstellung berechneten größten Dampfgeschwindigkeiten überhaupt nicht erreicht werden, da die Füllungen im Hoch- und Niederdruckcylinder in der Regel kleiner als 0,5 ausfallen. Die für langsam gehende Eincylinder-Dampfmaschinen im amerikanischen Maschinenbau allgemein übliche Konstruktionsregel: den Durchmesser des Kurbelzapfens =  $\frac{1}{4}$ , den des Wellenhalses im Lager =  $\frac{1}{2}$  des Cylinderdurchmessers zu machen, ist für raschlaufende Maschinen nicht aufrecht erhalten, indem der Kurbelzapfen in der Regel größer, der Wellenhals kleiner ausgeführt wird.

### Atlas Engine Works, Indianapolis, Ind.

1000pferdige liegende Zwillingsverbundmaschine, auf 2 um 90° versetzte Kurbeln arbeitend. Dmr. der Dampfzylinder 355 und 610 mm, Kolbenhub 760 mm; 150 Min.-Umdr. Jede Maschinenseite mit geschlossenem Bett und einleisiger Führung versehen.

Auf dem Bett sind die Niederdruckzylinder gelagert, durch offene Laterne mit dem dahinter liegenden Hochdruckzylinder verbunden.

Die Cylinder mit Flanschen aufgeschraubt, welche in der Cylindermitte liegen.

Die Niederdruckzylinder sind durch entlastete Flachschieber, die Hochdruckzylinder durch Rundschieber mit mehrfacher Einströmung gesteuert. Antrieb der Corliss-Schieber von der verlängerten Schieberstange des Niederdruckzylinders durch einen Schlitten. Dieser Schlitten enthält Kurvenbahnen, welche durch Rollen die Hebel der Rundschieber bewegen. Die konstruktive Ausbildung der Steuerung ist sehr unvollkommen.

Die Niederdruckzylinder besitzen entlastete Flachschieber, Fig. 47, welche für die gewöhnlichen Eincylindermaschinen der Firma ausschließlich angewendet werden. Die kräftig verrippte Gegenplatte des Rahmschiebers ist nicht festgeschraubt, sondern auf letzteren mittels verstellbarer Druckfedern gepresst.

Der Regulator, Fig. 48, ist insofern eigenartig konstruiert, als bei ihm nicht nur wie üblich die Zentrifugalkraft der

No.	Erbauer	Art der Maschine	Indizierte Leistung		Dampfzylinder		Größte Kolbengeschwindigkeit	Dampfdruck	Kurbelzapfen		Kreuzkopfzapfen		Welle		Steuerungsventile				Größte Dampfschwindigkeit in den Ventilen				Dampfrohre		Schwungrad				
			psi	hp	Dmr.	Hub			Min.-Umdr.	Größte Kolben- geschwindigkeit	Dmr.	Hub	Dmr.	Länge	Dmr.	Länge	Dmr. in der Mitte	Einlass	Auslass	Einlass	Auslass	Einlass	Auslass	Einlass	Auslass	Einlass	Auslass	Verhältnis zum Zylinderquerschnitt	Verhältnis zum Zylinderquerschnitt
1	Atlas Engine Works, Indianapolis, Ind.	Tandem-Verbund	500	760	150	5,96	8,1	152	140	127	127	280	600	305	356 × 38	356 × 44	7,4	6,4	38,1	44,1	38,1	44,1	152	152	5,47	—	1	3650 × 965	6800
2	Ball Engine Co., Erie, Pa.	Zwillings-Tandem-Verbund	1000	760	150	5,96	8,1	152	140	127	127	280	600	305	356 × 38	356 × 44	9,5	4,5	38,1	44,1	38,1	44,1	152	152	5,47	—	2	3650 × 965	6800
3	Ball Engine Co., Erie, Pa.	Verbund	480	457	220	5,36	8,1	203	203	127	152	203	406	203	330 × 29	330 × 29	16,9	16,9	88,9 <sup>1)</sup>	88,9 <sup>1)</sup>	88,9 <sup>1)</sup>	88,9 <sup>1)</sup>	178	228	6,6	4,0	2	2180	3640
4	The Ball a. Wood Co., New York	Einzylinder	150	406	230	4,88	7	165	165	89	133	165	356	—	116 qcm	116 qcm	11,1	11,1	54,2	54,2	54,2	54,2	152	178	8,5	7,3	2	2115	1820
5	The Ball a. Wood Co., New York	Tandem-Verbund	150	406	230	4,88	7	165	165	89	133	165	356	—	142 × 142	142 × 142	6,0	6,0	29,3	29,3	29,3	29,3	127	127	6,7	—	2	2115	1820
6	Buckey Engine Co., Salem, Ohio	Verbund	200	356	280	4,47	7	140	140	76	114	127	305	—	142 × 142	142 × 142	7,0	7,0	31,3	31,3	31,3	31,3	127	127	7,8	—	2	1675	1180
7	Buckey Engine Co., Salem, Ohio	Einzylinder	101	330	180	5,02	—	89	89	73	89	152	305	—	305 × 21	305 × 29	13,4	9,7	67,3	67,3	67,3	67,3	116	152	8,0	4,7	2	2852	—
8	Buckey Engine Co., Salem, Ohio	do.	103	330	240	5,10	—	89	89	73	89	152	305	—	317 × 20	317 × 29	13,5	9,3	68,9	68,9	68,9	68,9	116	152	8,0	4,7	2	2120 × 305	—
9	Buckey Engine Co., Salem, Ohio	Tandem-Verbund mit Kondensation	150	279	406	4,78	—	102	102	83	102	178	356	—	292 × 19	292 × 27	11,0	7,5	52,6	52,6	52,6	52,6	114	114	6,0	—	1	1830 × 559	—
10	The Eclipse Clutch W., Beloit, Wis.	Verbund mit Kondensation	300	356	150	4,79	—	95	102	83	102	165	356	—	356 × 32	356 × 38	8,7	7,3	41,7	41,7	41,7	41,7	127	127	7,8	—	1	3050 × 838	—
11	Erie City Iron Works, Erie, Pa.	Tandem-Verbund mit Kondensation	250	356	225	5,38	8,45	171	131	127	131	267	457	279	305 × 38	432 × 51	9,25	—	49,8	49,8	49,8	49,8	152	178	5,9	—	1	2745 × 229	—
12	Erie City Iron Works, Erie, Pa.	Einzylinder	135	381	275	5,12	5,6	140	121	83	102	140	337	140	538 × 29	538 × 29	7,3	7,3	37,4	37,4	37,4	37,4	127	152	9,0	6,3	1	1524 × 368	1450
13	Erie City Iron Works, Erie, Pa.	do.	150	381	300	5,59	5,6	140	121	83	102	152	337	152	538 × 29	538 × 29	7,3	7,3	40,8	40,8	40,8	40,8	127	152	9,0	6,3	1	1524 × 368	1450
14	A. L. Ide & Son, Springfield, Ill.	do.	180	457	160	4,68	5,6	114	127	83	114	191	457	191	444 × 35	444 × 51	11,4	7,8	53,4	53,4	53,4	53,4	152	178	9,8	7,4	1	2120 × 622	2140
15	Racine Hardware Mfg. Co., Racine, Wis.	Tandem-Verbund mit Kondensation	250	406	245	5,20	9,15	140	127	95	114	178	305	—	117 qcm	117 qcm	11,1	11,1	57,7	57,7	57,7	57,7	152	178	7,2	5,2	2	1830 × 420	980
16	Racine Hardware Mfg. Co., Racine, Wis.	stehende Einzylinder	250	406	245	5,20	9,15	140	127	95	114	178	305	—	135 × 135	135 × 135	6,3	6,3	32,8	32,8	32,8	32,8	152	178	4,7	9,8	2	1830 × 420	1350
17	Phoenix Iron Works, Meadville, Pa.	Tandem-Verbund mit Kondensation	35	229	330	3,95	6	89	102	51	83	89	203	89	127 × 25,4	102 × 41	12,9	9,8	51,0	51,0	51,0	51,0	63	89	13,3	6,7	1	965	478
18	Russel & Co., Massillon, Ohio	Einzylinder	250	457	220	5,36	8,45	216	216	114	140	216	432	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2440 × 660	—
19	Watertown Steam Engine Co., New York	Tandem-Verbund	200	432	150	4,79	8,8	102	114	92	114	203	368	203	140 × 177	140 × 177	10,5	8,3	50,3	50,3	50,3	50,3	186	198	7,9	7,4	1	1830 × 305	1360
20	Watertown Steam Engine Co., New York	Einzylinder	—	229	356	4,84	8,8	137	121	54	108	137	305	137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2740 × 660	—
21	Weston Engine Co., Painted Port, N.Y.	Einzylinder	15	152	203	4,25	5,6	76	89	51	76	76	187	—	21,8 qcm	21,8 qcm	8,3	8,3	35,3	35,3	35,3	35,3	51	63	9,0	5,5	1	914 × 191	260
22	Weston Engine Co., Painted Port, N.Y.	do.	33	203	330	4,31	5,6	114	140	83	89	102	229	—	48,4 × 48,4	48,4 × 48,4	6,7	6,7	28,9	28,9	28,9	28,9	63	76	10,4	7,2	1	1244 × 267	428 <sup>1)</sup>
23	Weston Engine Co., Painted Port, N.Y.	do.	50	254	330	4,31	5,6	140	159	102	127	127	229	—	72,5 × 72,5	72,5 × 72,5	7,0	7,0	30,2	30,2	30,2	30,2	89	89	8,2	8,2	1	1372 × 317	700
24	Weston Engine Co., Painted Port, N.Y.	do.	130	406	200	4,25	5,6	191	171	114	152	191	400	—	129 × 129	129 × 129	10,0	10,0	42,5	42,5	42,5	42,5	152	152	7,1	7,1	1	1830 × 432	1550

<sup>1)</sup> nicht ausgestellt.

Schwunggewichte, sondern auch die lebendige Kraft der Regulatorscheibe zur Exzenterverstellung ausgenutzt wird. Die Scheibe sitzt zu diesem Zweck lose auf der Schwungradwelle.

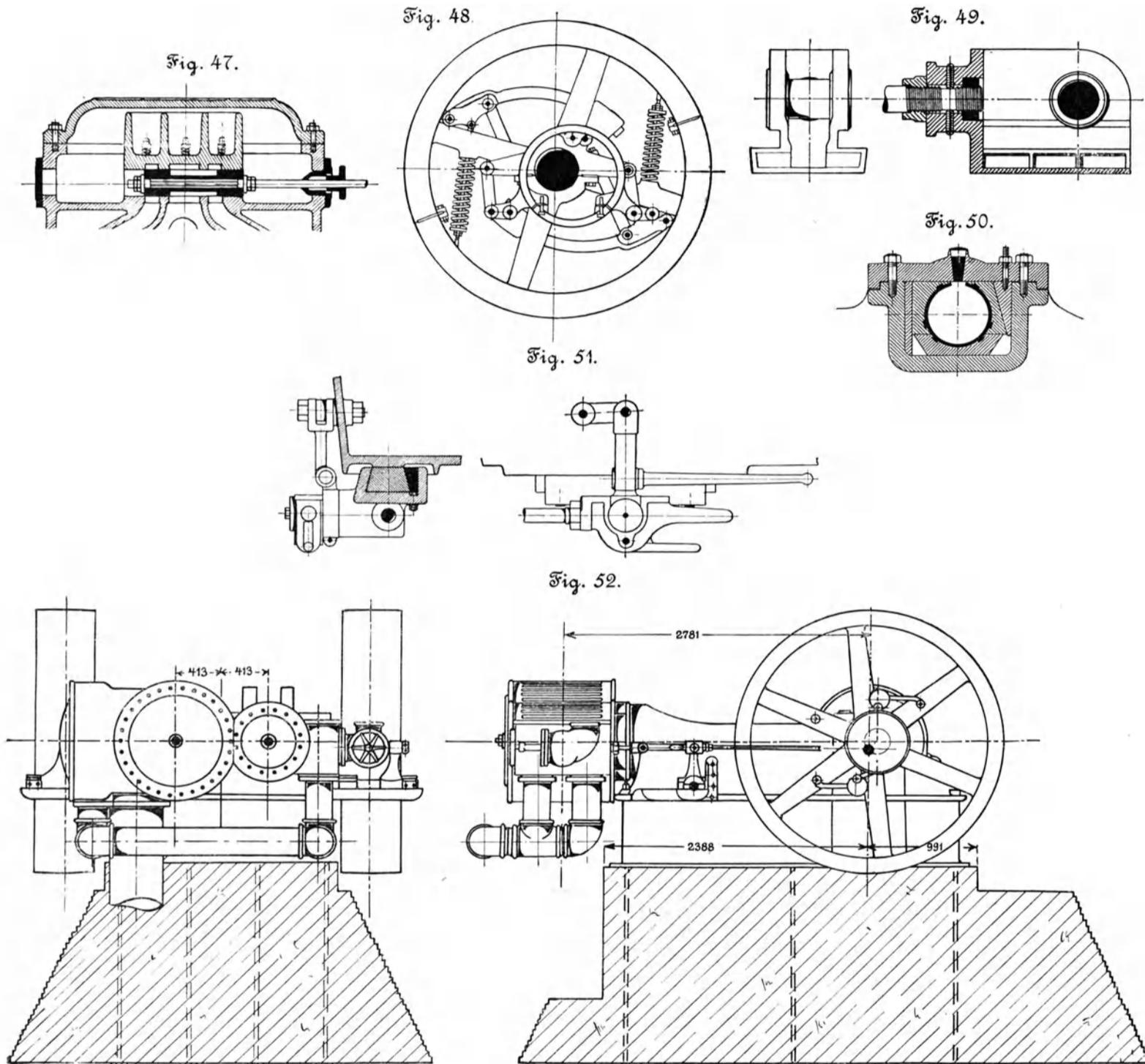
Das Ueberströmrohr vom Hochdruck- zum Niederdruckcylinder bildet eine Kammer für Stopfbüchsenführung der Schieberstange.

Die Schubstange besteht aus geschmiedetem Stahl. Der

gusseiserne Kreuzkopf, Fig. 49, mit einseitiger Geradführung, hat sehr plumpe Form. Die Kolbenstange ist mit Gegenmuttern in der Kreuzkopfnabe befestigt.

Das Kurbellager ist dreiteilig mit einseitiger Keilnachstellung, Fig. 50.

500 pferdige Tandem-Verbundmaschine. Dieselbe Bauart wie bei der vorher beschriebenen Maschine. Nieder-



druckcylinder mit Maschinenrahmen verbunden. Hochdruckcylinder dahinter. Ersterer mit Schiebersteuerung, letzterer mit Rundschiebersteuerung. Antrieb ebenfalls durch Schleifrahmen. Die Steuerung des Hochdruckcylinders ist für das Anlassen von Hand verstellbar durch die in Fig. 51 dargestellte Ausklinkvorrichtung der Exzenterstange. Letztere kann von dem Angriffszapfen des Schieberstangenkreuzkopfes abgehoben und dieser mit dem Steuerschieber mittels des langen Griffes verschoben werden.

Die Fabrik führt auch Schnellläufer für kleine Leistungen aus.

#### Armington & Sims.

Liegende 300 pferdige Eincylindermaschine. Dampfzylinderdmr. 530 mm, Kolbenhub 460 mm.

Die Konstruktion ist bekannt. Viergleisige Führung. Gekröpfte Welle. 2 Schwungräder, das eine mit Federregulator. Außenliegende Exzenter. Hebelübersetzung nach der innenliegenden Kolbensteuerung.

Ist eigentlich nicht Ausstellungsmaschine, sondern wurde von Anfang der Ausstellungsarbeiten an zur elektrischen Beleuchtung des Ausstellungsplatzes benutzt.

Eigenartig ist die Konstruktion der entlasteten Flachschieber beider Cylinder. Fig. 59 stellt den Hochdruckschieber, Fig. 58 einen Schnitt durch den zugehörigen

**Ball Engine Co., Erie, Pa.**

Liegende 480pferdige Verbundmaschine, deren Gesamtanordnung Fig. 52 darstellt, in Verbindung mit Worthington-Kondensator.

Hoch- und Niederdruckcylinder von 457 mm und 914 mm Dmr. bei 457 mm Kolbenhub sind aus einem Stück gegossen und freischwebend an einem der Länge nach geteilten Rahmen befestigt, Fig. 53.

Die ganze Maschine ist auf einer mächtigen, 600 mm hohen Grundplatte aufgebaut.

Die Dampfzylinder arbeiten auf um 180° versetzte Kurbelkröpfungen mit aufgeschobenem Gegengewicht, Fig. 54. Die Kurbelwelle ist dreifach gelagert, mit fliegenden Schwungrädern an jedem Ende. Die Wellenlager haben vierteilige gusseiserne Lagerschalen mit 16 mm dickem Kompositionsausguss; nur eine mittlere Lagerschale ist nachstellbar, Fig. 53.

Das Schwungrad auf der Hochdruckseite hat außenliegenden Federregulator und Antriebszenter für die Hochdrucksteuerung; Uebersetzung auf die Hochdruckschieber durch Zwischenhebel mit langer Drehachse.

Niederdrucksteuerung durch ein zweites Exzenter auf der zweiten Maschinenseite angetrieben. Dieses Antriebszenter liegt zwischen äußerem Lager und Schwungrad und übersetzt ebenfalls auf einen Zwischenhebel, von welchem aus durch eine Traverse die beiden Schieberstangen des ungewöhnlich hohen Niederdruckschiebers angetrieben werden.

Der Kreuzkopf bewegt sich in einer viergleisigen in den Maschinenrahmen eingebauten Geradführung, deren untere Hälfte in Fig. 55 dargestellt ist.

Auf dem Hochdruckschieberkasten sitzt ein Schmierapparat mit getrennter Oelzuführung für jeden Cylinder.

Die in einem Stück gegossenen Schwungräder sind an der Nabe einseitig geteilt und mit einer Schraube zusammengezogen.

Die Schubstangen haben Kappenköpfe.

Kreuzkopf aus Gusstahl, Zapfen aus Werkzeugstahl und rechteckig in den ersten eingesetzt.

Kurbelachse aus geschmiedetem Stahl, Fig. 54. Die Gusseisengegewichte sind aufgeschoben, an der Wellenkröpfung verkeilt und mit Zinkbeilagen gesichert; auf der Niederdruckseite besitzen sie noch Bleieinlage wegen des größeren Kolbengewichts. Die Kurbelzapfen werden mittels schräger Durchbohrungen der Zapfen und die Kurbelarme mittels einer in der Nähe der Lager eingedrehten zentralen Oelrinne geschmiert.

Fig. 53

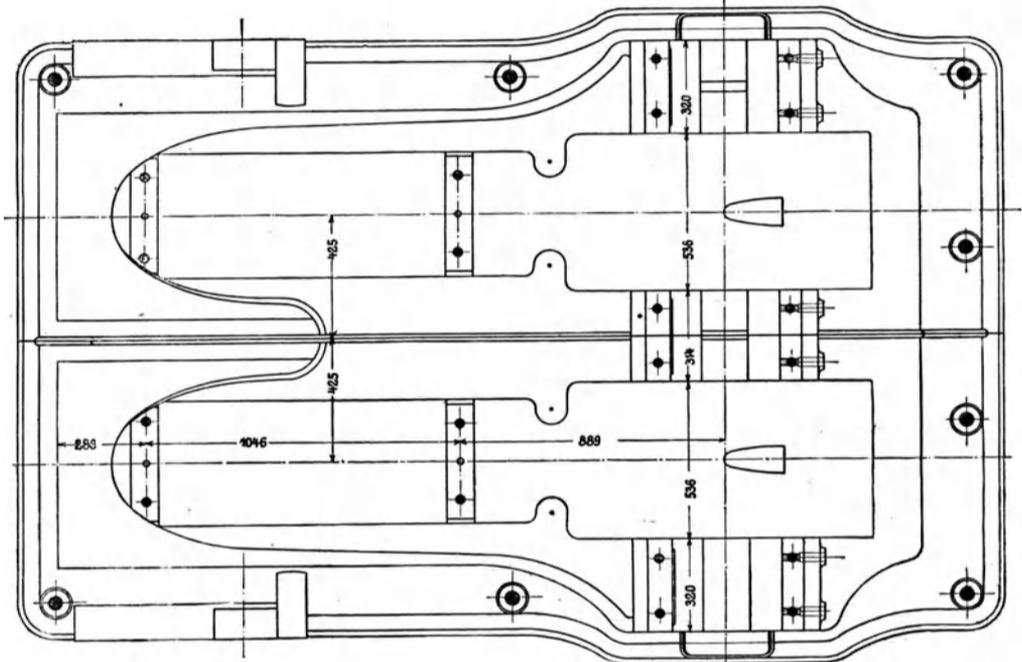
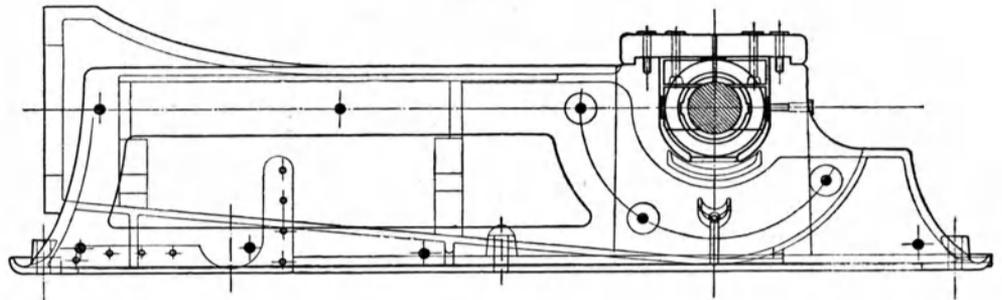


Fig. 54.

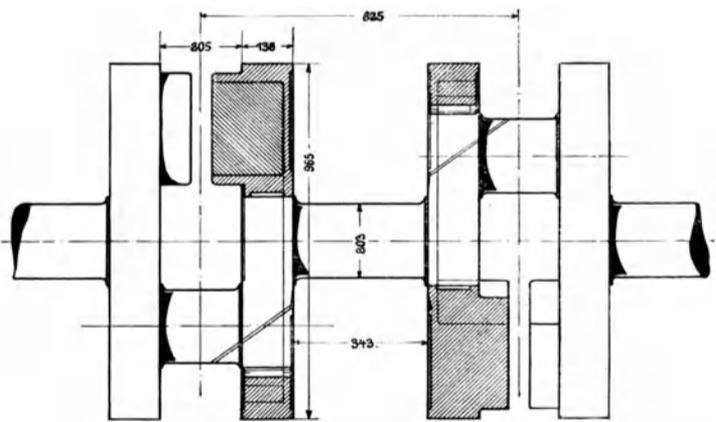
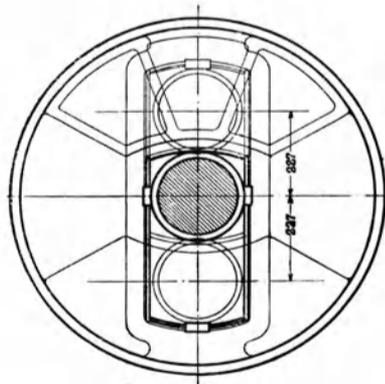
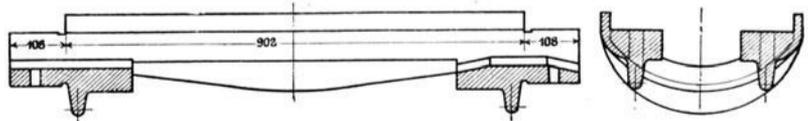


Fig. 55.



Schieberkasten und die Endansicht dar. Zwei kongruente Schieberplatten liegen mit genau in einander passenden Hohlzylindern über einander; die erforderliche Dichtigkeit der letzteren wird durch 3 Sprengringe erreicht. Der zusammengesetzte Schieber gleitet zwischen 2 ebenfalls kongruenten

Fig. 56.

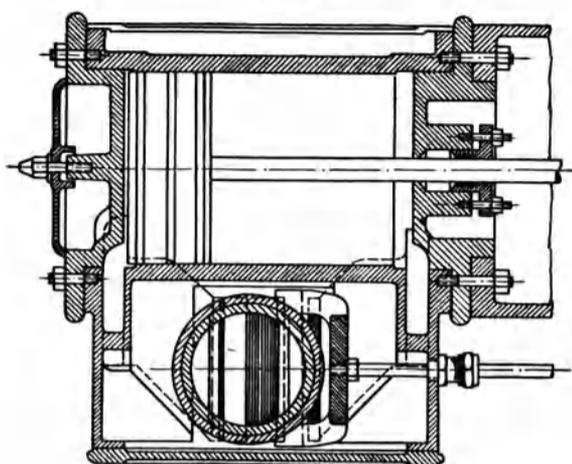


Fig. 57.

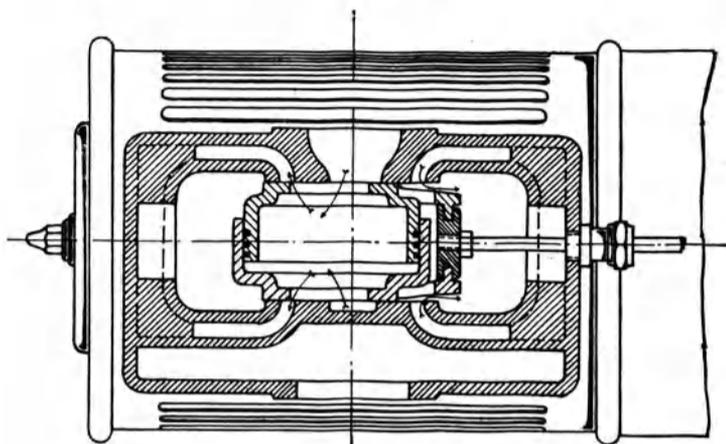


Fig. 58.

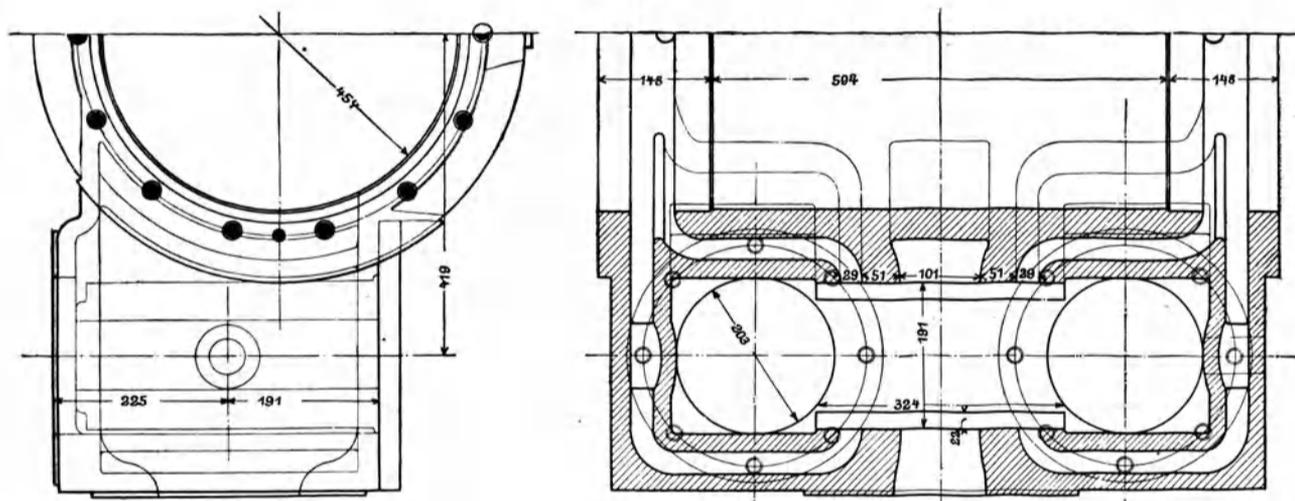


Fig. 59.

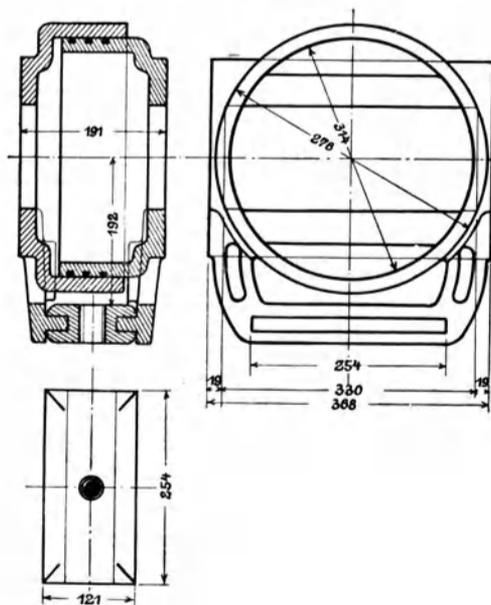
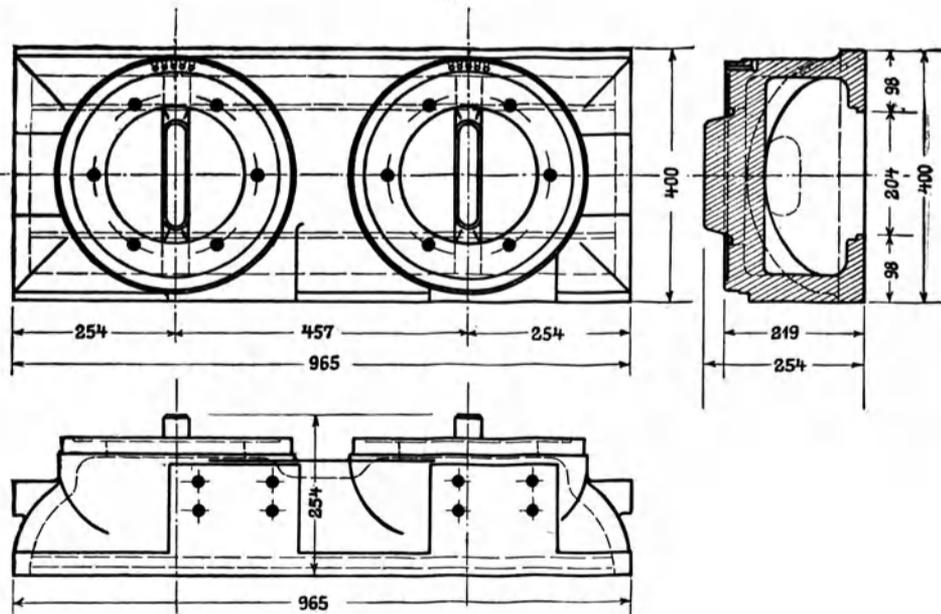


Fig. 60.



Schieberspiegelflächen des Hochdruckcyinders, gegen welche die Schieberhälften stets durch den innen einströmenden Arbeitsdampf gepresst werden. Die Dampfzuführung in den Schieberkasten erfolgt seitlich, die Ueberströmung in

Fig. 61.

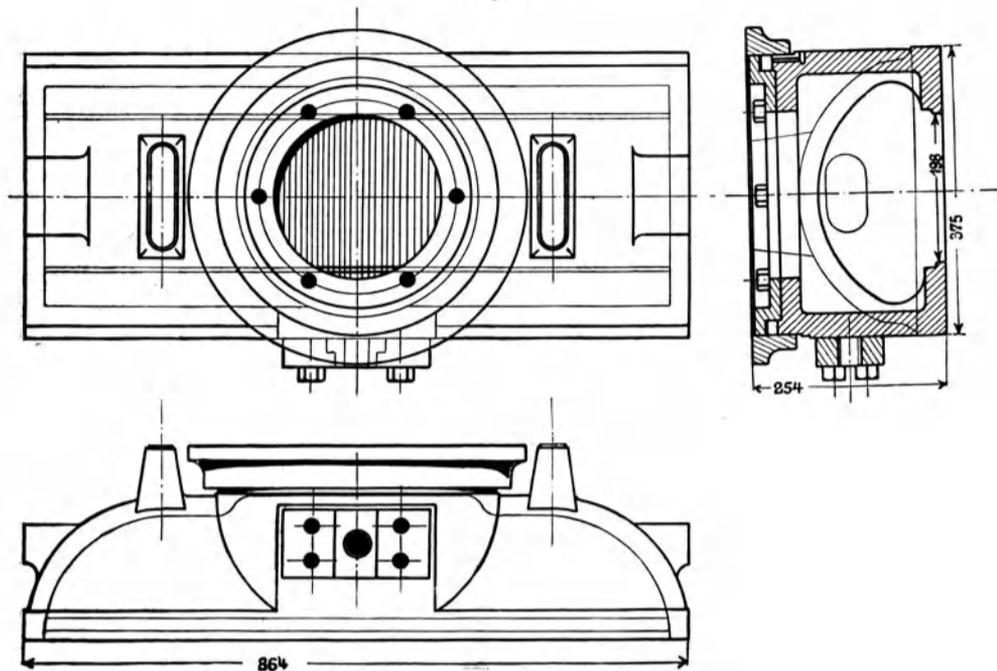


Fig. 62.

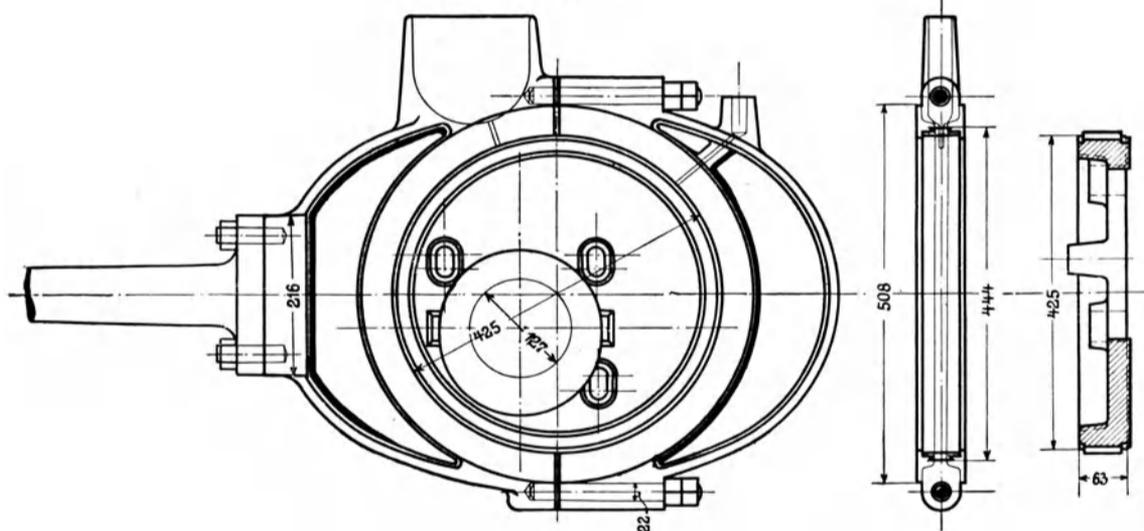


Fig. 63.

Fig. 64.

Der Einfluss des Regulators auf die Schieberbewegung ist so geregelt, dass bei den großen Füllungen das lineare Voröffnen nahezu konstant bleibt und bei den kleinsten Füllungen = 0 wird.

Der Regulator ist mit einer Oelbremse versehen, welche

den Niederdruckcylinder durch zwei Ausströmungsöffnungen unten.

Fig. 56 und 57 stellen die gleiche entlastete Schiebersteuerung dar für eine Eincylindermaschine, nur ist sie von der vorhergehenden Anordnung insofern verschieden, als die Schiebergleitflächen senkrecht gegen die vorherbesprochenen stehen, und die Dampfströmung oben, die einfache Ausströmungsöffnung unten sich befindet.

Der Niederdruckschieber, Fig. 60, ist nur teilweise entlastet, und zwar vermittelt zwei Entlastungskolben, entsprechend der in Fig. 61 dargestellten Konstruktion eines Schiebers mit einfacher Entlastung. Wegen der großen Höhe des Niederdruckschiebers sind 2 Schieberstangen angebracht; außerdem dienen Ansätze an den Seiten des Schiebers zu seiner zuverlässigen Führung innerhalb des Schieberkastens. Die Ansätze auf dem Schieberrücken gleiten an Stellschrauben im Schieberkastendeckel.

Die in Fig. 61 gegebene Schieberentlastung mittels eines einzigen Gegenkolbens findet für mittelgroße Cylinder- und Schieberabmessungen Anwendung.

Das zugehörige Steuerexzenter mit Scheibe für unmittelbaren Schieberantrieb zeigt Fig. 62. Statt eines solchen wird aber auch der Antrieb des Niederdruckschiebers mit exzentrisch an der äußeren Schwungradnabe befestigtem Zapfen bewirkt, wobei dieselbe Hebelübersetzung wie auf der Hochdruckseite angeordnet wird.

Die Wirkungsweise des Regulators, Fig. 63, besteht in der Verdrehung des exzentrisch gelagerten Angriffszapfens der Schieberstange gegen ein mit der Schwungradnabe fest verschraubtes Exzenter.

Zu diesem Zweck ist um letzteres eine Scheibe, welche genannten Zapfen trägt und an welcher der Regulator angreift, drehbar gemacht.

jedoch nicht wie gewöhnlich durch eine einfache Stange mit dem Gewichtshebel verbunden ist, sondern noch eine eingeschaltete Zug- und Druckfeder enthält. Ihre Stopfbüchsenmutter ist geschlitz eingeschräubt, damit sie sich nicht selbstthätig öffne. Die Einstellung des Regulators

wird so bewirkt, dass bei Belastung der Maschine die Umdrehungszahlen größer sind als bei Leergang und erfolgt durch Verschieben der auf die Gewichtshebeln, aufgeklemmten Oelbufferstangen und Endaugen der Federn, welche letztere paarweise auf je einen Gewichtshebel wirken.

Vorbezeichnete Konstruktionseinzelheiten finden für Dampfmaschinengrößen bis zu 1000 PS und für alle üblichen Aufstellungsarten der Mehrfach-Expansionsmaschinen Anwendung.

In der Ausstellung ist noch eine 60 pferdige Einzylinder-Auspuffmaschine seit einem Jahr in Betrieb.

Fig. 65.

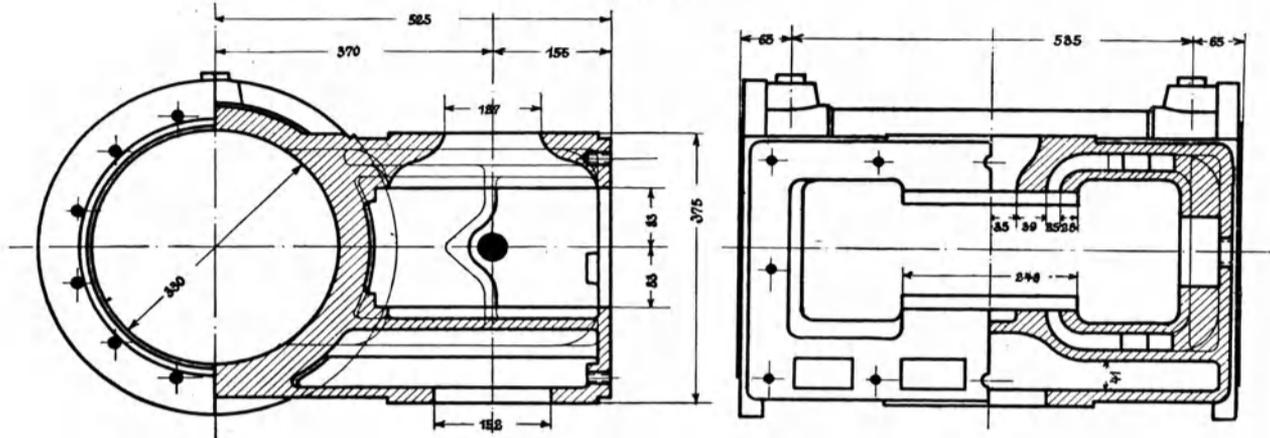


Fig. 66.

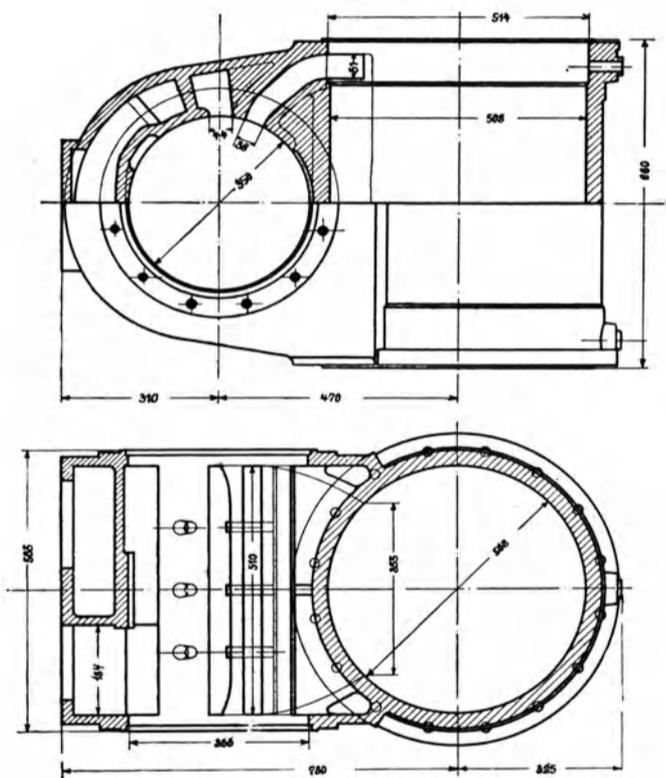


Fig. 67.

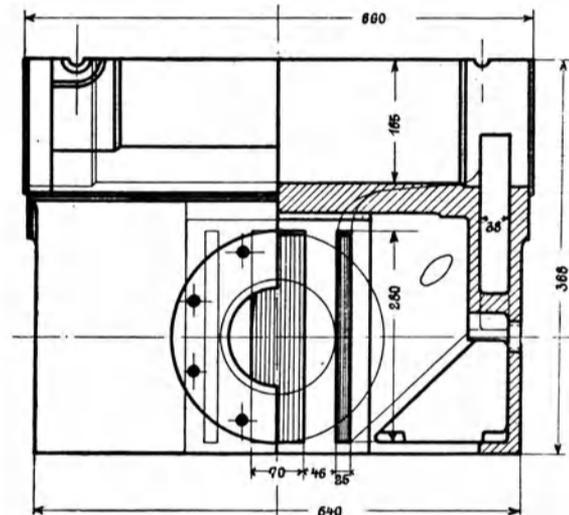
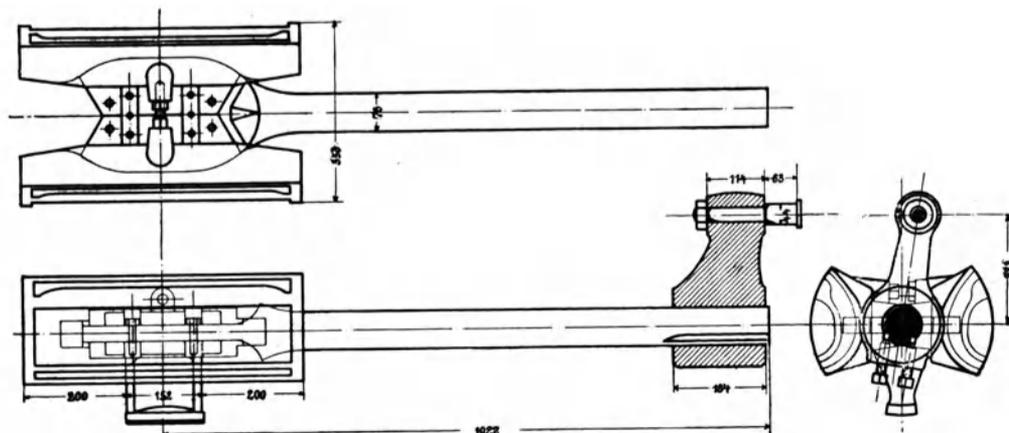


Fig. 64 zeigt einen Querschnitt durch Rahmen und Dampfzylinder einer Tandem-Verbundmaschine; die Schiebersteuerungen der beiden Zylinder liegen auf verschiedenen Seiten und werden in derselben Weise wie bei der beschriebenen Verbundanordnung angetrieben. Der hintere Niederdruckzylinderdeckel hat ein Mannloch, durch welches der Niederdruckkolben und die Zylinderbohrung zu vorübergehender Prüfung zugänglich gemacht sind.

Die Fabrik arbeitet mit 300 Arbeitern bei Tag- und Nachtbetrieb und führt nur diese Dampfmaschinen als einzige Spezialität aus.

#### The Ball and Wood Co., New York.

Die Fabrik stellt 6 Maschinen aus, welche in der äußeren Form und in den meisten Einzelheiten der Konstruktionen der Ball Engine Co. entsprechen.

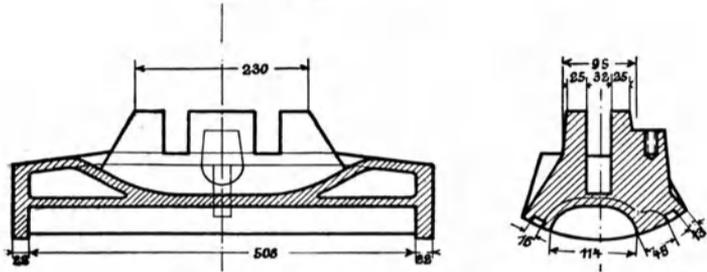
3 Tandem-Verbundmaschinen von je 150 PS (230 Min.-Umdr., 330 und 508 mm Zylinderdmr., 406 mm Hub), aufgebaut auf einer durchlaufenden Sohlplatte, an welcher der Niederdruckzylinder frei schwebend angeschraubt ist. Hinter diesem, durch eine Laterne zentrisch verbunden, ist frei schwebend der Hochdruckzylinder ange-

bracht. Die Laterne, welche durch einen hässlich aussehenden elliptischen Ständer unterstützt wird, schafft die Zugänglichkeit zu den beiden durchgehenden Stopfbüchsen der Kolbenstange.

Beide Kolben arbeiten mit gemeinsamer Kolbenstange auf eine Kurbelkröpfung. Die viergleisige Kreuzkopfführung ist auf das Maschinenbett aufgeschraubt.

Lagerung der Kurbelwelle und Anbringung der Schwungräder ist wie üblich. Das Hochdruckseiten-Schwungrad ent-

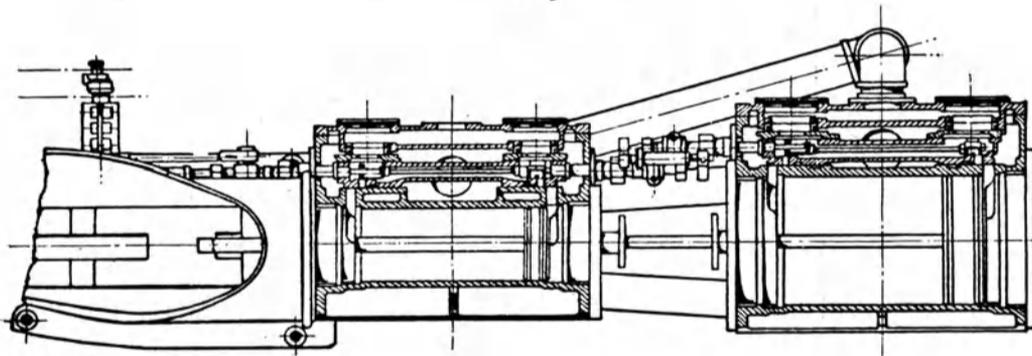
Fig. 68.



hält den Federregulator und Antrieb für die Hochdrucksteuerung. Uebersetzung der Exzenterbewegung der Schieber durch einen Schwinghebel; zwischen diesem und der Stopfbüchse am Hochdruckcylinder ist ein Gelenk ohne Schieberstangenführung angebracht. Die Steuerung am Hochdruckcylinder, Fig. 65, erfolgt durch einen entlasteten Flachschieber. Die Schieber spiegelflächen sind, wie vorher bei Wood Engine Co. beschrieben, quer zum Cylindermantel und waagrecht gelegt.

Das Einstromungsrohr mündet auf der oberen Fläche des Schieberkastens ein. Die Dampfausströmung geht durch ein Rohr nach abwärts und unter dem Maschinenrahmen hindurch in den Schieberkasten des Niederdruckcylinders, Fig. 66.

Fig. 71.



Ende der Schieberstange erfasst werden. Da sie um die wagerechte Ebene schwingen und keine hintere Führung für die Schieberstange geschaffen ist, werden die beiden Schieber durch ein zwischen sie an die Schieberstange angeschraubtes Cylindersegment getragen. Die in der Zeichnung, Fig. 67, sichtbare mittlere Stellschraube verhindert die Schieber von der Gleitfläche abzuklappen.

Der Regulator, ähnlich wie der vorher beschriebene konstruiert, hat 4 Federn und Gewichte nebst Oelbremse. Für den Schieberstangenangriff ist ein Zapfen, nicht ein Exzenter angebracht.

Verbundmaschine von 200 PS mit neben einander liegenden Cylindern, welche auf Kurbeln arbeiten, die unter 180° versetzt sind. Die Kurbelwelle ist in 3 Lagern gestützt und enthält an den äußeren Enden die beiden Schwungräder. Hochdrucksteuerung, wie vorher beschrieben. Niederdrucksteuerung mit Drehschiebern auf der zweiten Maschinen-seite. Der Niederdruckschieberkasten ist wie vorhin an der unteren Seite des Niederdruckcylinders angebracht. Der Ueberströmungsdampf geht vom Hochdruckcylinder aus abwärts und durch 2 Krümmer nach aufwärts in den erwähnten Schieberkasten.

Dieser ist als mächtiger, cylindrischer Kasten unter dem Niederdruckcylinder ausgebildet und enthält eine Drehschiebersteuerung.

Der Antrieb des Drehschiebers erfolgt vom Niederdruckseiten-Schwungrad aus durch einen Zapfen und Schubstange

Fig. 69.

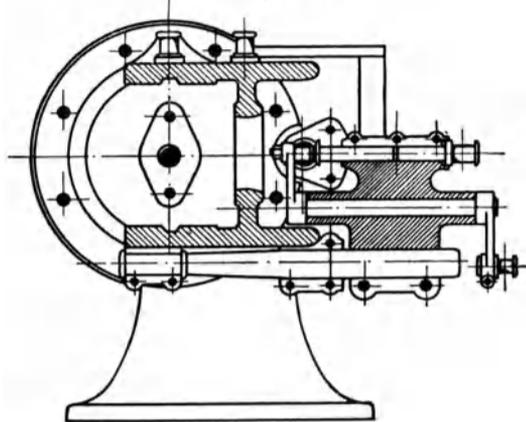
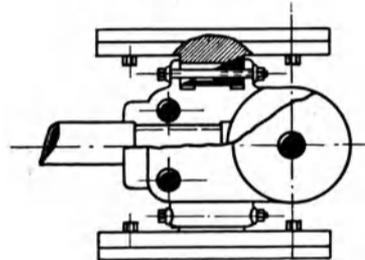


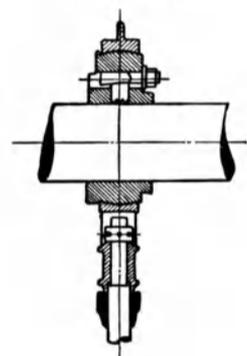
Fig. 70.



auf den Antriebshebel bei entsprechend weit ausladender Lagerung.

Der Drehschieber, Fig. 67, besteht aus 2 von einander unabhängigen und frei beweglichen Kanalschiebern, Fig. 68, welche von dem flachen, oval geformten

Fig. 72.



Vierfacher Riementrieb für Dynamos. Min.-Umdr. der Maschine = 280, Cylinderdmr. 356 und 559 mm, Kolbenhub 305 mm.

2 Eincylindermaschinen von je 150 PS, 230 Min.-Umdr., Cylinderdmr. 406 mm, Hub 406 mm; konstruiert wie die erstbeschriebene Tandem-Verbundmaschine, nur unter Wegfall des Niederdruckcylinders mit Drehschiebersteuerung.

**Buckeye Engine Co., Salem, Ohio.**

Von den 6 von dieser Firma ausgestellten Dampfmaschinen laufen 4 mit hoher Umdrehungszahl.

Liegende Verbundmaschine mit Kondensation von 300 PS<sub>i</sub> bei 150 Min.-Umdr. Dampfzylinderdmr. 356 und 711 mm bei 610 mm Hub. Gewöhnliches Balkenbett (sogen. Tange-Bett) mit freischwebenden Cylindern und viergleisiger Geradföhrung. Die Kurbeln stehen unter 90° und haben aufgeschraubte Scheiben als Gegengewicht. Hochdrucksteuerung mit 2 Flachschiebern und 2 Exzentern. Federregulator auf Expansionsexzenter wirkend. Uebertragung der Bewegung beider Exzenter auf die Schieber durch gemeinschaftliche Schwinde, Fig. 69. Das Grundexzenter greift am großen Hebelarm der letzteren an, während das Expansionsexzenter

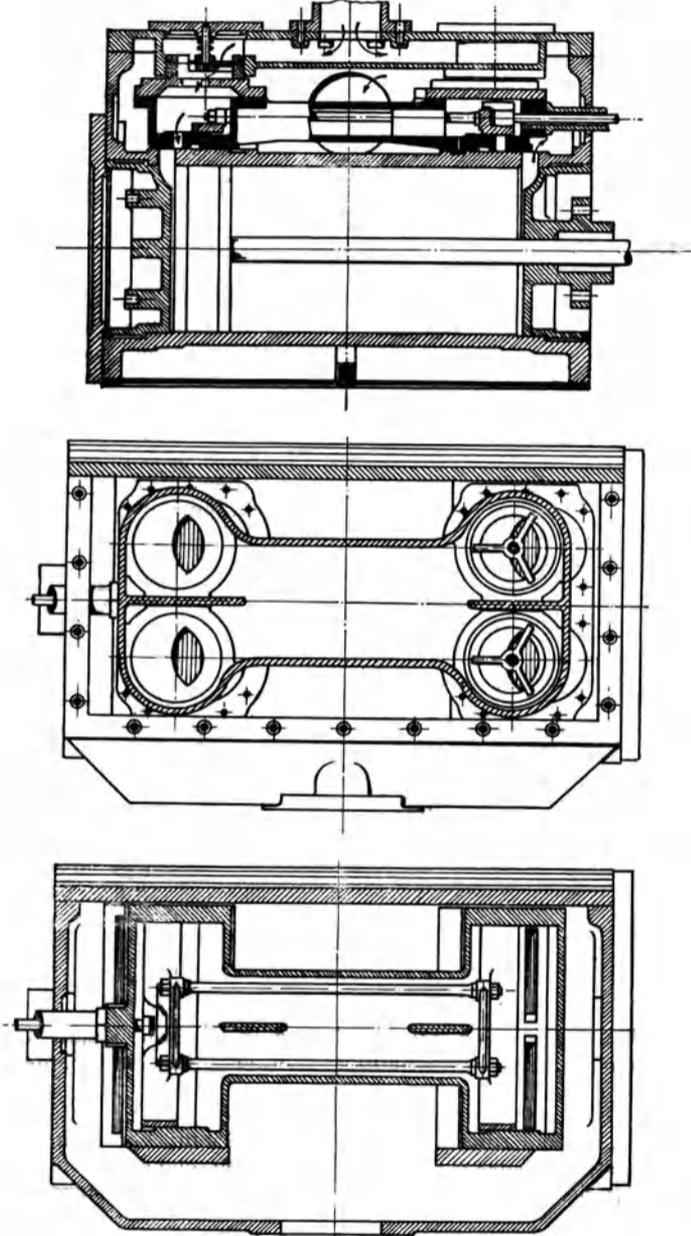
auf einen zweiten, in der Schwinge drehbaren Hebel überträgt.

Die Dampfkammer wird lediglich durch das Ueberströmrohr zwischen beiden Cylindern gebildet. Die Füllung wird bei der Regulirung in jedem Cylinder verändert; daher ist für Hoch- und Niederdruckseite ein besonderer Federregulator vorhanden.

Auf der Kurbelwelle sitzt eine Riemscheibe von 3 m Dmr. für einen 700 mm breiten Doppellederriemen.

Zwei liegende kurzhubige Eincylinder-Auspuffmaschinen von je 100 PS, mit 180 und 240 Min.-Umdr.

Fig. 73.



Die Formgebung des Rahmens ist bei ihnen verschieden; für die niedrige Umdrehungszahl ist viergleisige Kreuzkopfführung verwendet, während für den rascheren Gang zweigleisige Kreuzkopfführung nach Fig. 69 und 70 ausgeführt ist.

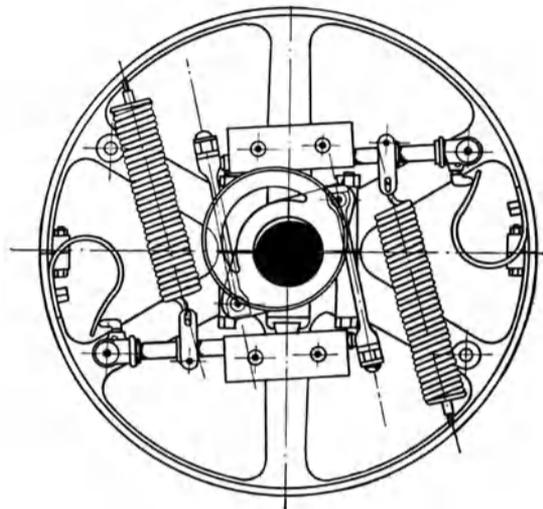
Tandem-Einkurbelmaschine mit Kondensation von 150 PS, und 225 Min.-Umdr.

Einen Querschnitt durch die Dampfzylinder dieser Maschine zeigt Fig. 71; beide haben entlastete Expansions-Doppelschiebersteuerung. Die Grund- und Expansions-schieber des Hoch- und Niederdruckzylinders werden von je einem Exzenter gemeinschaftlich angetrieben; der Regulator wirkt somit auf Veränderung der Füllung in beiden Cylindern.

Die gemeinschaftlichen Einzelheiten in der Konstruktion vorbezeichneter Maschinen sind:

Alle Exzenter haben kugelförmige Lauffläche, Fig. 72, zur Verhinderung seitlicher Reibung und um Oelfang am unteren Teil des Exzenteringes zu schaffen. Lokomotiv-kreuzkopf aus Stahl, Schlitten mit 10 mm dicker Kompositionseinlage. Die Kolbenstangen-Stopfbüchsen haben Metall-

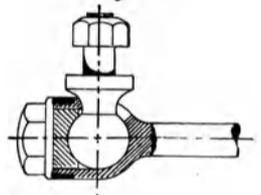
Fig. 74.



liderung der U. S. Metallic Packing Co.; die Nachstellung ist selbstthätig durch innen liegende Federn bewirkt. Die Stopfbüchsenbrille ist mit auffallend hohen Flanschen festgeschraubt.

Der Expansionschieber besteht nur aus 2 kleinen, durch eine Stange mit einander verbundenen Platten und gleitet auf einer im Innern des Grundschiebers befindlichen Gleitfläche. Der Grundschieber ist durch Gegenkolben entlastet, und zwar je nach der Schiebergröße durch 2 bis 4 Kolben. Die Schieberkonstruktion ist aus Fig. 73 erkennbar.

Fig. 75.

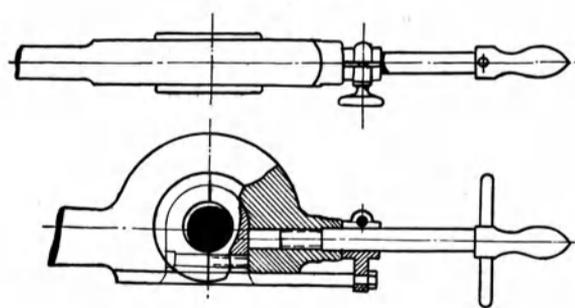


Die Schieberstangen stecken in einander und sind durch Stopfbüchsen geführt und abgedichtet. In der Seitenwand des Schieberkastens befinden sich kreisrunde Oeffnungen, um die Entlastungsvorrichtung der Grundschieber zugänglich zu machen, während diese selbst durch Deckel auf dem Schieberkasten von oben zugänglich gemacht sind.

Die Doppelschiebersteuerung bezweckt leichte Regulirbarkeit und günstige Dampfverteilung bei allen Füllungen.

Durch den Regulator ist bei Verstellung der Steuerung

Fig. 76.



nur der kleine, geringe Widerstände bietende Expansions-schieber zu bewegen, und es werden nur die Einströmungs- und nicht auch die Ausströmungsverhältnisse verändert.

Der Regulator, Fig. 74, wird aus 2 symmetrisch gelagerten Gewichtshebeln mit Zugfedern gebildet.

Der Hebelausschlag wird durch Gelenke mit Kugellagern, Fig. 75, auf das um die Schwungradachse zentrisch drehbare Exzenter übertragen. Die auf die Gewichtshebel einwirkenden

den U-Federn haben den Zweck, beim langsamen Anlassen der Maschine der Zentrifugalwirkung der ersteren zu Hilfe zu kommen, um nachzulassen, sobald die Spiralfedern in richtiger Spannung sind.

Mit dem Grundexzenter ist eine Auslösvorrichtung, Fig. 76, verbunden. Die Exzenterstange legt sich mit einseitig offenem Auge auf zusammengeschrabte Lagerbüchsen des Schieberstangen-Kreuzkopfszapfens; ein an der freien Seite des Auges vorgeschobener Riegel, welcher durch eine Klemmschraube auf einem Handgriff in seiner Lage gehalten wird, hindert ein selbstthätiges Oeffnen. Die Verbindung wird von Hand, durch Lösung der Klemmschraube, Zurückschieben des Riegels und Ausheben der Exzenterstange mittels des Handgriffs ausgelöst. Alsdann kann der Schieber von Hand frei bewegt werden.

Die Kurbellager sind schräg abgeschnitten, ausgenommen

bei Dreifach-Expansionsmaschinen und überhaupt bei großen Maschinen, welche vierteilige Lagerschalen erhalten.

Die Uebertragung der Exzenterbewegung auf die Schieber geschieht ausschließlich durch die Schwingen, Fig. 69.

**Erie City Iron Works, Erie, Pa.**

Zwei liegende Eincylindermaschinen von 135 PS<sub>1</sub> mit 381 mm Cylinderdmr. und 365 mm Hub bei 27,5 Min.-Umdr. Gabelförmiger Rahmen, Fig. 77, mit 2 Schwungrädern als Riemscheiben, davon eines mit Regulator. Es sind drei Lager für die gekröpfte Kurbelwelle vorhanden, wovon das dritte unabhängig auf einem besonderen Sockel ruht. Die Verbindung der aus Stahl hergestellten Wellenkröpfung mit dem Gegengewicht zeigt Fig. 78. Flache viergleisige Geradföhrung. Dampfzylinder mit gewöhnlicher Kolbenschiebersteuerung, Fig. 79. Die Schieberschubstange greift am Zapfen einer kleinen Gegenkurbel an, welche durch den Regulator

Fig. 77.

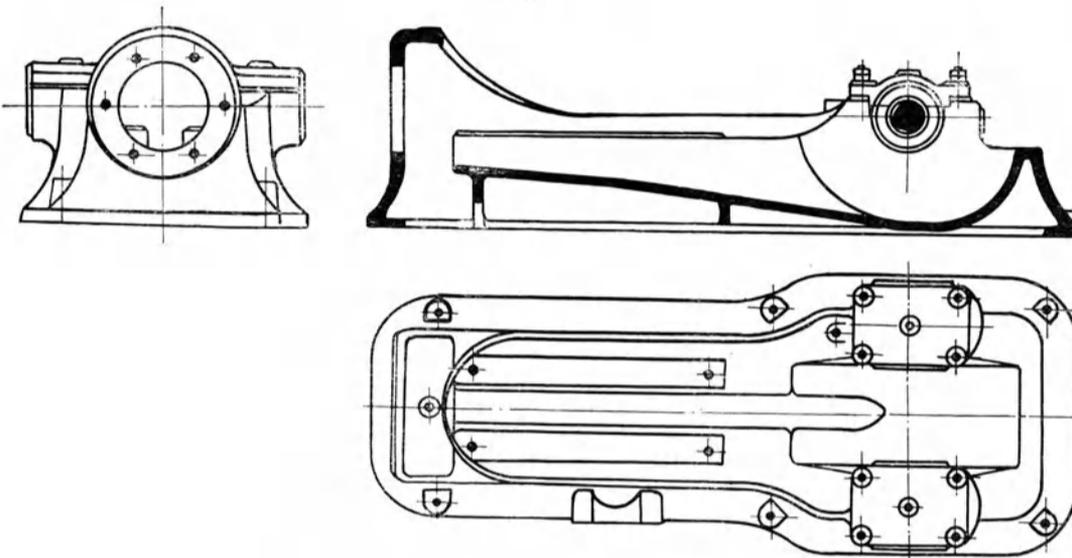


Fig. 79.

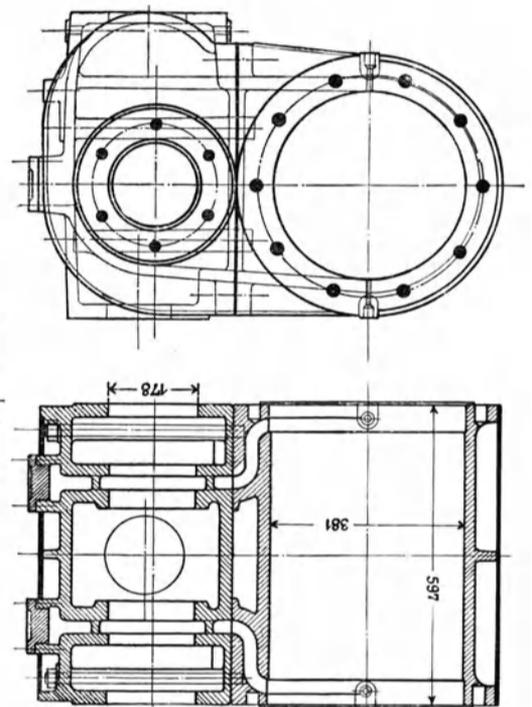


Fig. 78.

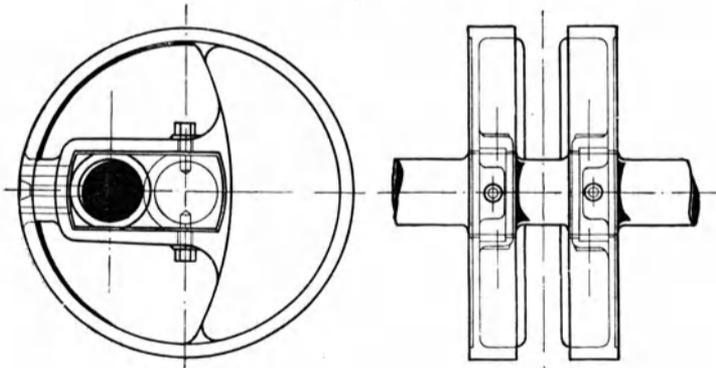


Fig. 81.

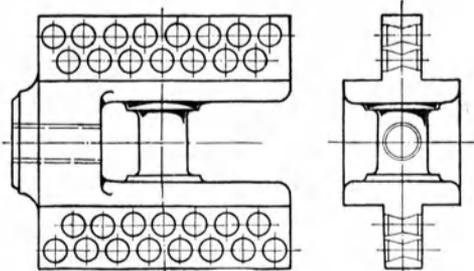
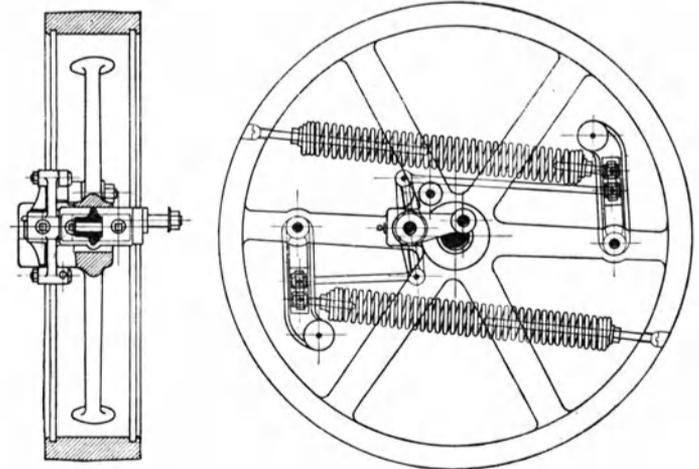


Fig. 80.



verdreht wird. Hebelübersetzung für den Antrieb der Schieberstange. Der Regulator arbeitet mit 2 Schwungrädern und 2 Federn ohne Ölpumpe, Fig. 80.

Der Schieberkasten ist metallisch dicht an den Dampfzylinder angeschraubt. Der gusseiserne Kreuzkopf und

Kreuzkopfszapfen sind aus einem Stück, Fig. 81. Kolbenstange eingeschraubt, Schubstange mit Kappenköpfen.

Die eine Maschine arbeitet mit 2, die andere mit 3 Riemscheiben auf ebenso viele Dynamos.

100 PS-Eincylindermaschine mit sogen. Tangye-

Bett, Fig. 82. Aufgeschraubte viergleisige Führung. Dampfzylinderdmr. 457 mm, Kolbenhub 559 mm bei 160 Min.-Umdr. Gusseiserne Kurbelscheibe mit Gegengewicht und unabhängiges, zweites Lager für Kurbelwelle.

Fig. 82.

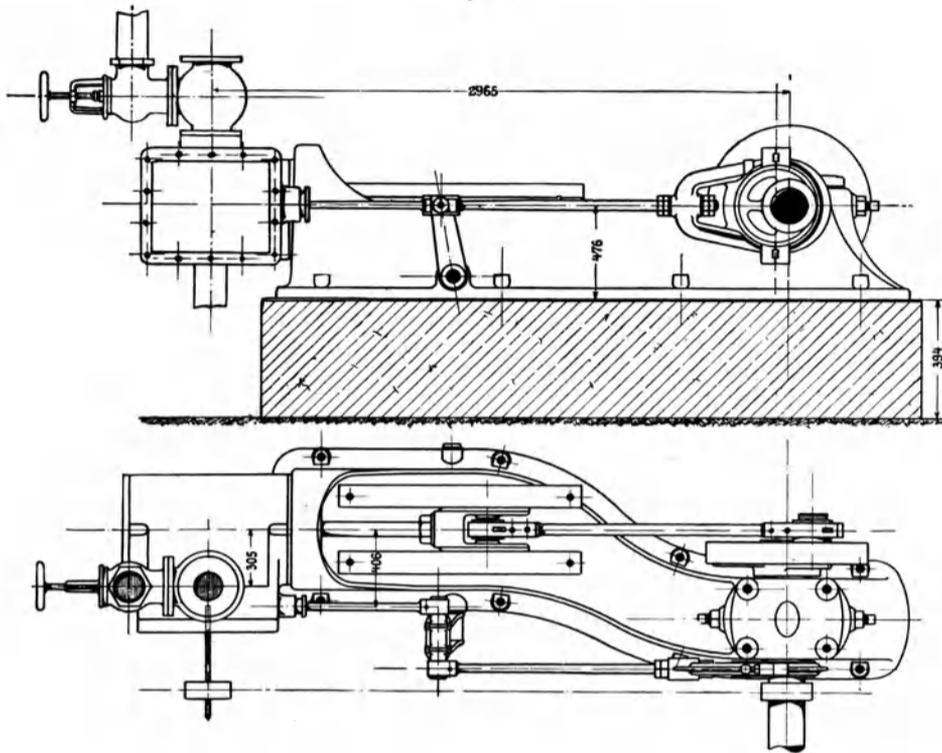


Fig. 85.

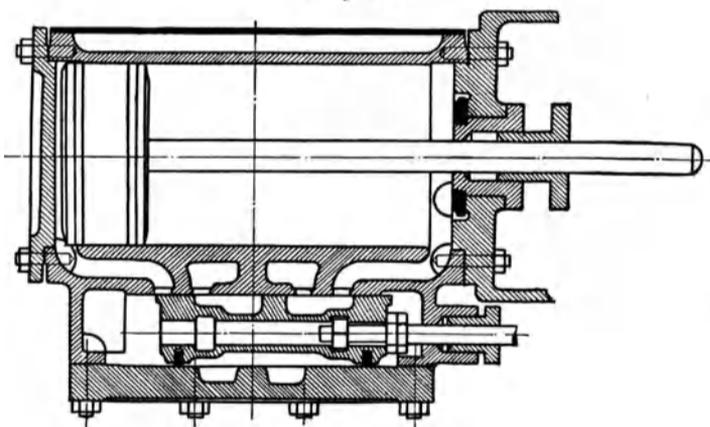
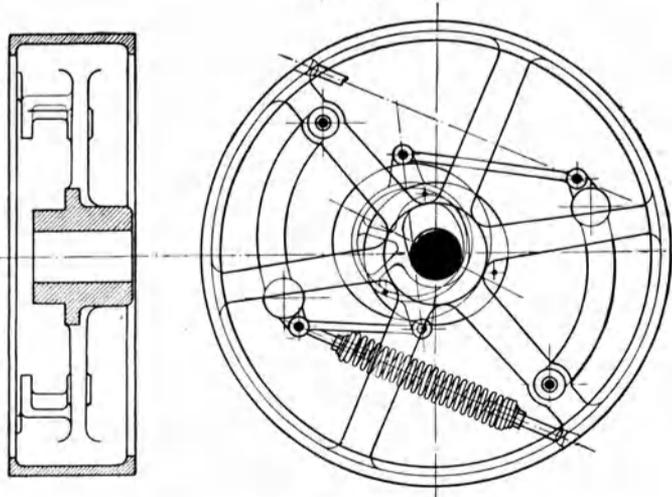


Fig. 87.



Kompositionslager am Kurbelzapfen und am Wellenlager. Die Konstruktion des letzteren zeigt Fig. 83.

Exzentersteuerung, Fig. 84, in Verbindung mit entlastetem Flachschieber, Fig. 85 und 86. Regulator in einer beson-

Fig. 83.

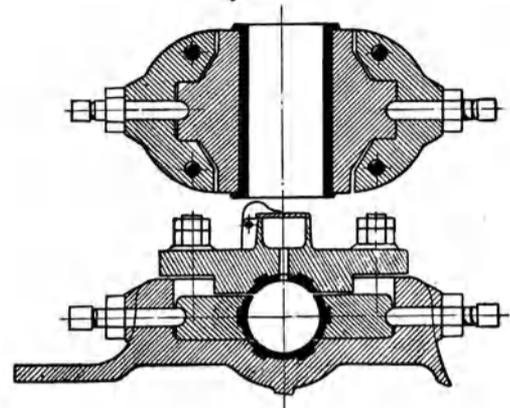


Fig. 84.

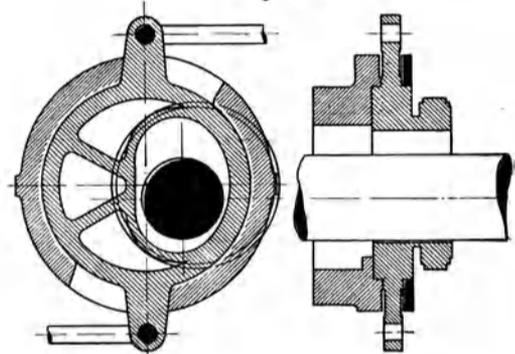
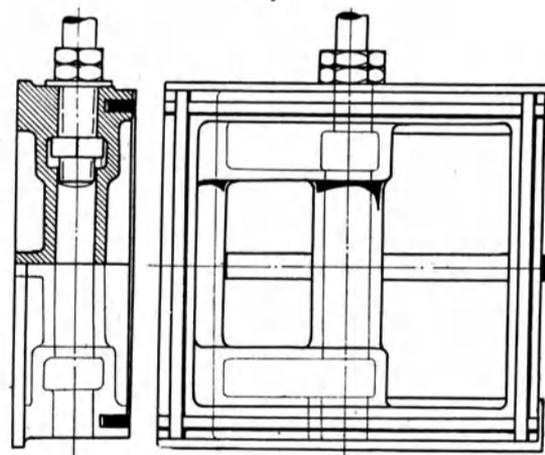


Fig. 86.



deren Scheibe, Fig. 87. Schwungrad als Riemscheibe von 1,98 m Dmr. bei 0,61 m Riemenbreite. Schubstangenköpfe mit Kappen.

Eincylindermaschine. Freischwebender Cylinder mit Corliss-Steuerung. Federregulator.

#### A. L. Ide & Son, Springfield, Ill.

Die Maschinen dieser Firma haben ein sehr gefälliges, äußerst einfaches Aussehen und sind in allen Teilen eigenartig und wohl durchdacht. Der Name des Konstrukteurs hat zur Maschinenbezeichnung »Ideal« geführt.

Die Firma stellt eine liegende Tandem-Maschine, Fig. 88, von 250 PS aus, welche bei 245 Min.-Umdr. 2 Dynamomaschinen antreibt. Die Cylinderdmr. betragen 330 mm und 559 mm bei 406 mm Hub.

Die Maschine ist auf einer mächtigen Sohlplatte mit freischwebenden Cylindern montirt.

Auf der Sohlplatte ruht der eigentliche Maschinenrahmen. Er ist gabelförmig ausgebildet mit schräg geteil-

ten, nicht stellbaren Kurbellagern am äußeren Ende versehen. Die zweigleisige Kreuzkopfführung liegt innen und ist während des Ganges nicht sichtbar. Nur durch seitwärts angebrachte Verschlussdeckel kann der Kreuzkopf zugänglich

Fig. 88.

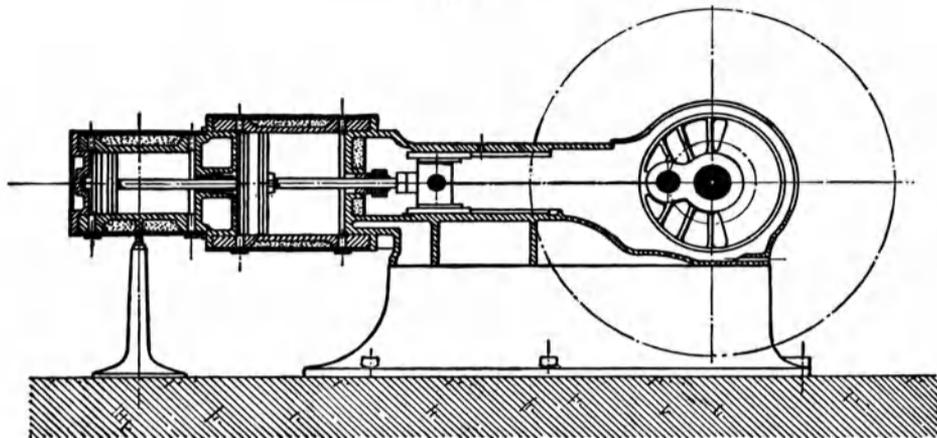


Fig. 93.

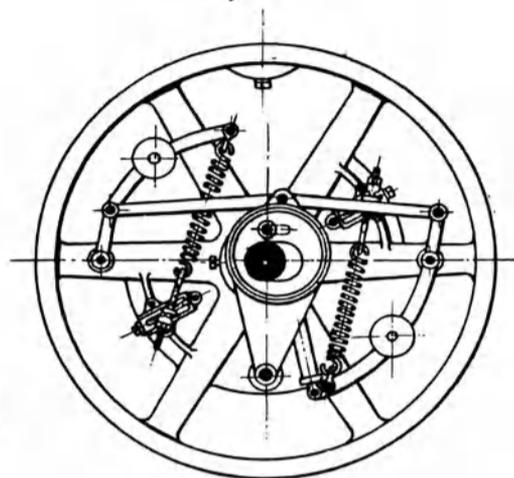


Fig. 89.

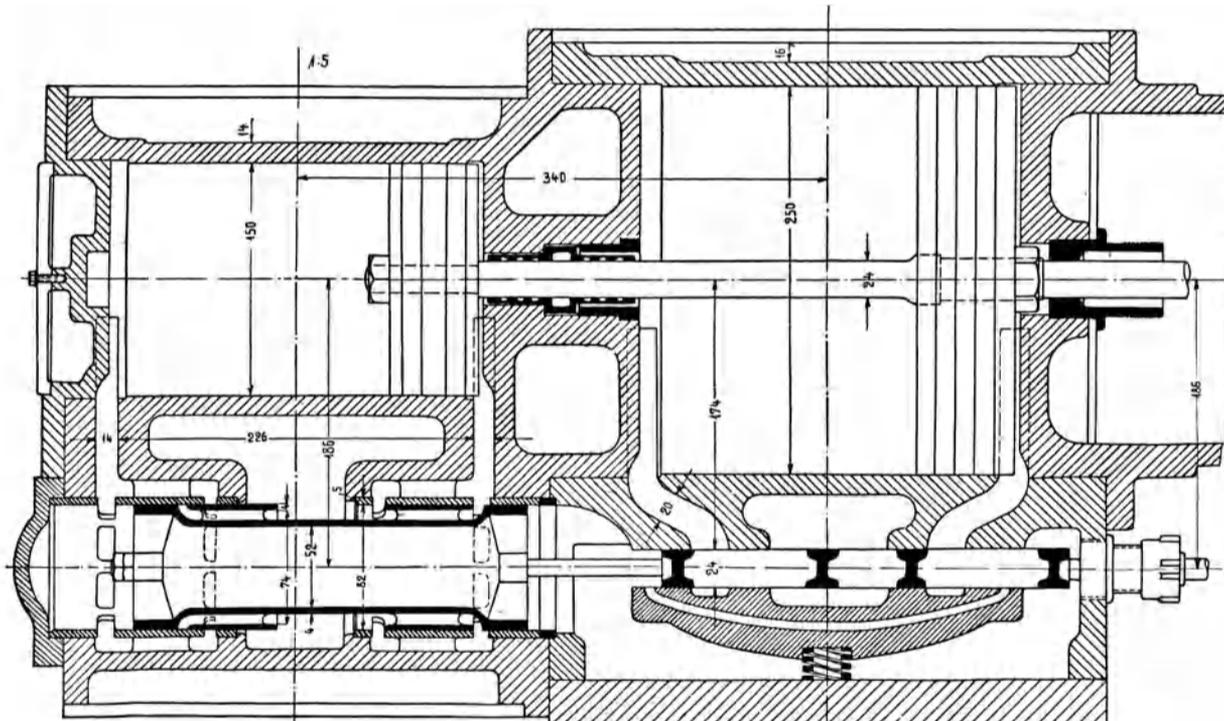


Fig. 90.

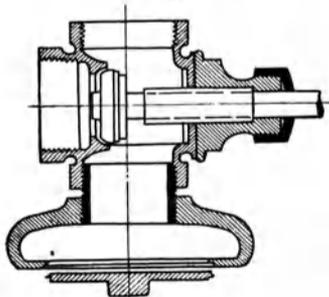


Fig. 91.

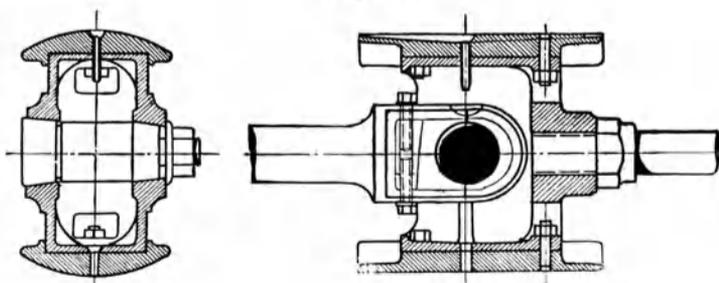
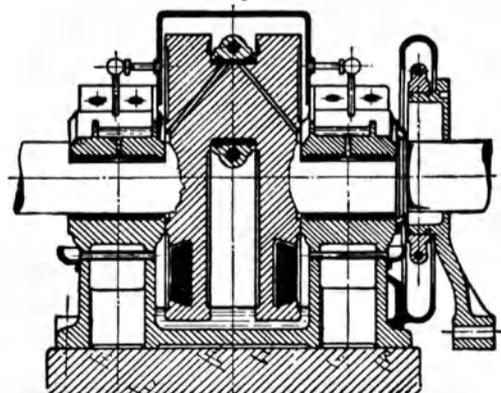


Fig. 92.



gemacht werden. Ebenso ist die Kurbel durch eine sauber gearbeitete Verschlussklappe vollständig abgedeckt, sodass das Triebwerk vollständig eingeschlossen ist, und die Maschine außerordentlich sauber im Betrieb gehalten werden kann.

Die Kurbelwelle trägt auf jeder Seite ein Schwungrad für Riemenantrieb. Das eine Schwungrad enthält auf der Lagerseite den Federregulator im unmittelbaren Zusammenhange mit dem Exzenterantrieb für die Dampfmaschinensteuerung.

Beide Dampfzylinder sitzen fliegend am Rahmen, der Hochdruckzylinder auf den Niederdruckzylinder geschraubt.

Die Stopfbüchse zwischen Hoch- und Niederdruckzylinder liegt in dem beiden Zylindern gemeinschaftlichen Deckel und besteht aus einer nicht nachstellbaren, langen Metallhülse mit Oelkammer, Fig. 89.

Der weit herausragende Hochdruckzylinder ist durch eine Säule mit stellbarer Schraube unterstützt. Mit der Entwässerungsarmatur an der Unterseite der beiden Zylinder sind die Sicherheitskapseln, Fig. 90, deren untere ebene Wand bei gefährlichen Wasserschlägen berstet, verbunden.

Die Steuerung des Niederdruckzylinders erfolgt durch einen entlasteten Rahmenschieber mit vierfacher Einströmung, die des Hochdruckzylinders durch einen Trickschen Kolbenschieber mit Inneneinströmung, Fig. 89.

Beide haben gemeinsamen Antrieb mit durchlaufender Schieberstange, welche nur am Niederdruckzylinder eine Stopfbüchse erhält.

Die Dampfzuströmung mündet von oben in den Schieberkasten des Hochdruckzylinders.

Die Ueberströmung in den Niederdruckzylinder liegt teilweise innerhalb des Kolbenschiebers. Die Ausströmung vom Niederdruckzylinder geht senkrecht nach abwärts.

Das Triebwerk wird selbstthätig durch ein unterhalb der Kröpfung im Rahmen angeordnetes Oelbad geschmiert. Kurbelzapfen mit Schubstangenkopf tauchen bei jeder Umdrehung der Maschine teilweise in das Oel ein und schleudern es innerhalb des geschlossenen Rahmens gegen die zu schmierenden Teile des Triebwerkes. Die Gleitflächen des Kreuzkopfes werden hierdurch unmittelbar geschmiert; zum Kreuzkopfzapfen gelangt das Oel durch geeignete Durchbohrungen des Schubstangenkopfes und der Schlitten, Fig. 91; zum Kurbelzapfen durch schräge Bohrungen in der Wellenkröpfung, Fig. 92. Besondere Rinnen an den Gehäusewänden fangen das Oel auf und führen es nach den in der Nähe der Kurbellager auslaufenden Durchbohrungen der Wellenkröpfung

Fig. 94.

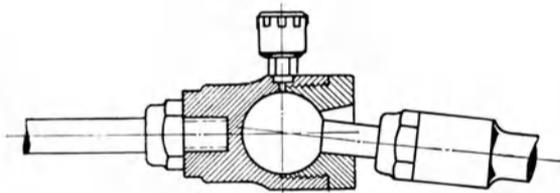
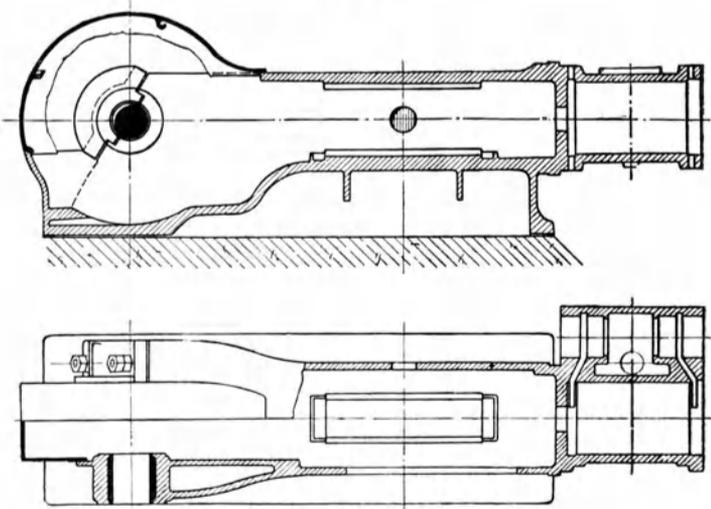


Fig. 95.



durch welche es vermöge der Zentrifugalkraft nach den Kurbelzapfengleitflächen gelangt. Auch die Wellenlager erhalten mittels Winkelröhrchen ihre Schmierung aus dem Oelbad, wie Fig. 92 zeigt, und das gebrauchte Oel aller Triebwerkteile läuft zur Wiederbenutzung in den unteren Teil des Rahmens zurück.

Die Eigentümlichkeit des Schwungradregulators, Fig. 93, dessen Anordnung aus früheren Berichten schon bekannt ist<sup>1)</sup>, besteht darin, dass die Feder zum Gewichtshebel spitzwinklig und mittels Schrauben verstellbar ist, welche in schräg zur Verstellungsrichtung gelegten kleinen Kulissen verschoben werden. Eine Oelbremse begegnet plötzlichen Veränderungen und Zuckungen des Regulators.

Eine zweite Maschine gleicher Bauart für 125 PS bei 245 Min.-Umdr. ist als Einzylindermaschine ausgeführt. Cylinderdmr. 406 mm, Hub 406 mm.

Gesteuert wird durch Kolbenschieber mit Inneneinströmung; Dichtung der Steuerung durch Sprengringe. Schiebergleitflächen durch eingesetzte Büchsen gebildet. Der

Fig. 96.

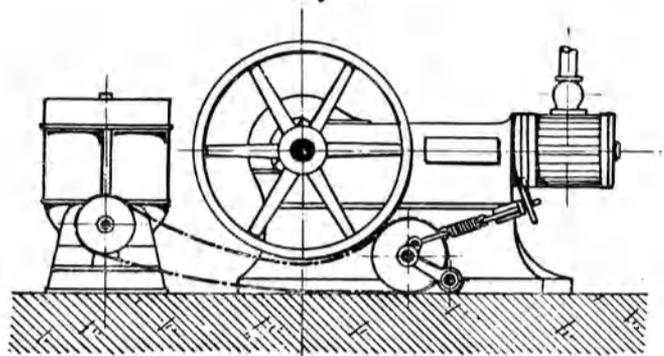
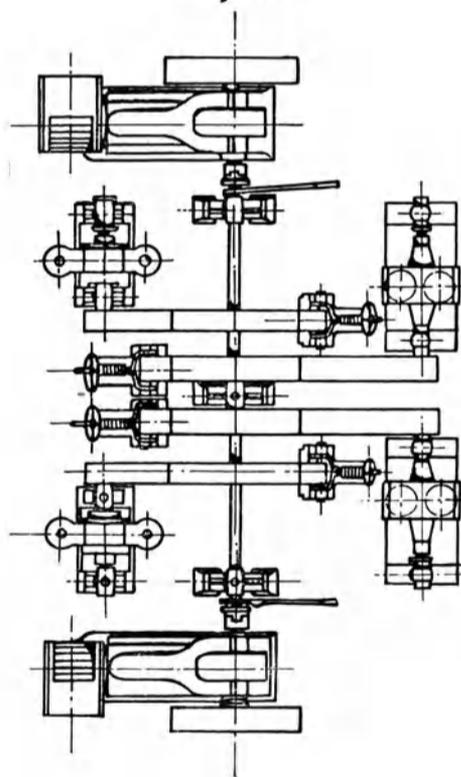


Fig. 97.



Schieberkasten wird nicht mehr wie früher unter den Dampfzylinder gelegt und der Schieber durch doppelarmigen Hebel angetrieben, sondern seitlich in die Höhe der Cylinderachse mit unmittelbarem Antrieb des Steuerexzenters. Die Dampfzuführung erfolgt auch nicht mehr durch den hinteren Schieberkastendeckel, sondern oberhalb des Schieberkastens.

Exzenter- und Schieberstange sind durch Kugelgelenk, Fig. 94, verbunden; Schieberstange ohne besondere Führung. Der Regulator liegt bei beiden Maschinen auf der Innenseite des Schwungrades.

Fig. 95 giebt die Querschnitte durch Rahmen und Zylinder der kleinen einzylinderigen Schnellläufer, bei welchen

<sup>1)</sup> Z. 1887 S. 734.

neuerdings die bezeichneten Teile nebst Schieberkasten aus einem Stück gegossen werden.

Ein eigentümlicher Riementrieb wird bei den kleinen Schnellläufern in Verbindung mit Dynamomaschinen zur Ermöglichung geringen Abstandes beider angewendet.

Der Treibriemen läuft endlos um die Antriebscheibe der Dynamomaschine und um eine unterhalb der Riemscheibe der Betriebsmaschine auf einem drehbaren Hebel gelagerte Leitrolle, Fig. 96. Durch Verdrehen des Hebels mittels Schraube und Handrades kann der Riemen an die Triebseibe der Dampfmaschine angelegt oder von ihr entfernt werden.

Fig. 97 zeigt 4 Dynamomaschinen, in derselben Weise von 2 auf eine gemeinschaftliche Welle wirkenden Dampfmaschinen angetrieben.

**Harrisburg Foundry Machine Works, Harrisburg, Pa.**

Die Firma ist Mitinhaberin der Patente der Ide-Maschine. Sie stellt zwei sehr sorgfältig ausgebildete Tandem-Verbundmaschinen, mit Kurbelkröpfung, auf zwei Schwungräder arbeitend, aus.

Aufbau der Maschine: kräftige Bettplatte, welche den eigentlichen Maschinenrahmen mit gabelförmigem Kurbellager

und Schieber von Hand verstellbar. Ueberströmungsrohr ohne Dampfkammer geht nach abwärts und schließt in sehr einfacher Weise unten seitwärts an den Niederdruckcylinder. Die Niederdrucksteuerung, ebenfalls mit Kolbenschieber, liegt auf der zweiten Seite der Maschine; das Antriebsexzenter sitzt zwischen Schwungrad und Wellenlager. Es ist von Hand ähnlich verstellbar wie das Hochdruckexzenter durch den Regulator und überträgt die Bewegung unmittelbar mit geringer Kröpfung der Exzenterstange auf den Kolbenschieber. In die Uebertragungsstange ist gleichfalls ein Kugelgelenk eingeschaltet, ohne besondere Führung der Schieberstange ausserhalb des Schieberkastens.

In besonderer Weise sind die Kolbenschieber ausgebildet, Fig. 99. Sie besitzen 4 durch zentralen Konus radial verstellbare Speichen aus Rotmetall, welche die Kolbendichtungsringe nach ausen pressen. Die Einstellung der letzteren durch den mittleren mit Gegenmuttern gesicherten Konus erfolgt derart, dass sie unter Dampf vollständig dicht an der Schiebergleitfläche schleifen. Die Gefahr des Klemmens der Schieber bei längerem Stillstande der Maschine beseitigen die aus Metall hergestellten Speichen, welche beim Erkalten sich stärker zusammenziehen als die Führungsbüchsen des Schieberkastens. Nachdem die Dichtungsringe abgenutzt sind, kann durch Nachstellen des Konus der Schieber wieder dicht gemacht werden.

Die Dichtung des Dampfkolbens erfolgt im Hochdruckcylinder durch leichte gusseiserne Sprengringe, im Niederdruckcylinder durch mehrfach geteilte Doppelringe, Fig. 100, welche durch eine grössere Zahl Neusilberfedern nach ausen gepresst werden.

Die zweite Maschine ist eine Tandem-Maschine mit einfacher Kurbel und zweitem unabhängigem, schräg geteiltem Lager der Schwungradwelle. Dieselbe Bauart wie vorher, ohne Fundamentrahmen. Die Schubstange arbeitet auf eine Kurbelscheibe. Die Steuerung für Hoch- und Niederdruckcylinder liegt auf der zweiten Seite. Die Niederdruckschieberstange ist hohl, die Hochdruckschieberstange geht durch sie hindurch und überträgt hinter dem Niederdruckcylinder die Bewegung auf den Hochdruckkolben durch ein sehr hässlich ausgebildetes Bajonett.

Fig. 98.

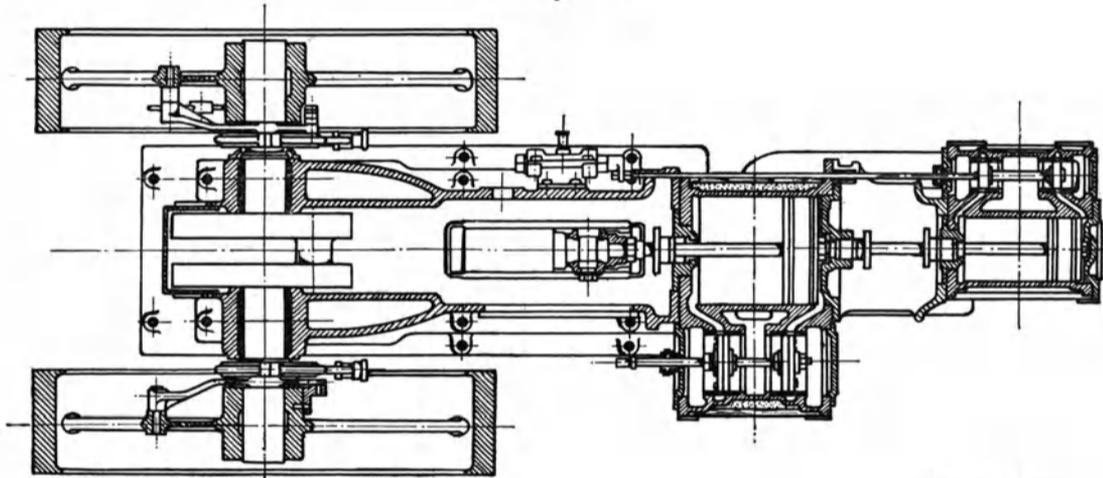


Fig. 99.

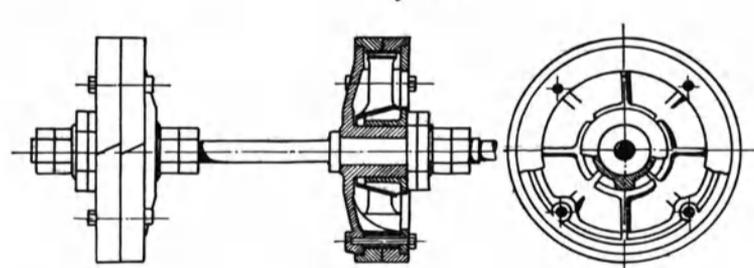
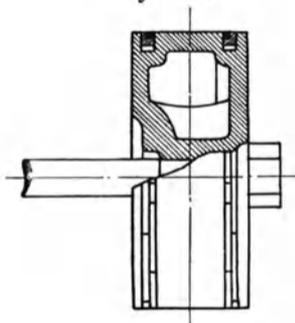


Fig. 100.



und innen liegender Steuerführung trägt. Zentrisch mit dem Maschinenbett ist der Niederdruckcylinder verbunden und mit diesem durch eine grosse offene Laterne der Hochdruckcylinder. Die Laterne stützt sich auf die untere, die ganze Länge der Maschine durchlaufende gemeinsame Bettplatte.

Einen wagerechten Schnitt durch die Maschine zeigt Fig. 98.

Hochdrucksteuerung durch Kolbenschieber mit Ide's Federregulator.

Uebersetzung vom Exzenter zur Schieberstange durch Bajonett- und Prismenführung am Maschinenbett. Uebertragung zu dem hinten liegenden Hochdruckcylinder geht durch Niederdruckcylinderverkleidung. Hinter letzterer ist ein Kugelgelenk eingeschaltet (in der Zeichnung nicht angegeben), um die seitliche Cylinderausdehnung aufzunehmen.

Exzenterstange zum Anlassen der Maschine auslösbar

**Phoenix Iron Works, Meadville, Pa.**

Dick & Church-Maschine. Eincylindrige liegende Auspuffmaschine von 250 PS, auf eine Kurbelkröpfung, Fig. 103, arbeitend, über welche gusseiserne Kurbelscheiben als Gegengewichte aufgezogen sind. Auf jeder Wellenseite ein Schwungrad. An einem Schwungrade befindet sich der Federregulator.

Das Antriebsexzenter liegt zwischen Schwungrad und Welle und übersetzt durch ein Bajonett mit prismatischer Führung auf die Kolbenschieberstange. Der Schieberkasten ist an den Dampfzylinder angegossen, die Dampfkanäle liegen geneigt und tangieren im tiefsten Punkte des Cylinders, Fig. 104.

An der unteren Cylinderseite sind Entwässerungsröhrchen und Sicherheitsventile leicht zugänglich angebracht. Cylinderdmr. 470 mm, Kolbenhub 457 mm, 220 Min.-Umdr.

Der Maschinenrahmen, Fig. 101, mit viergleisiger Führung, ist unmittelbar auf das Fundament gesetzt.

Fig. 101.

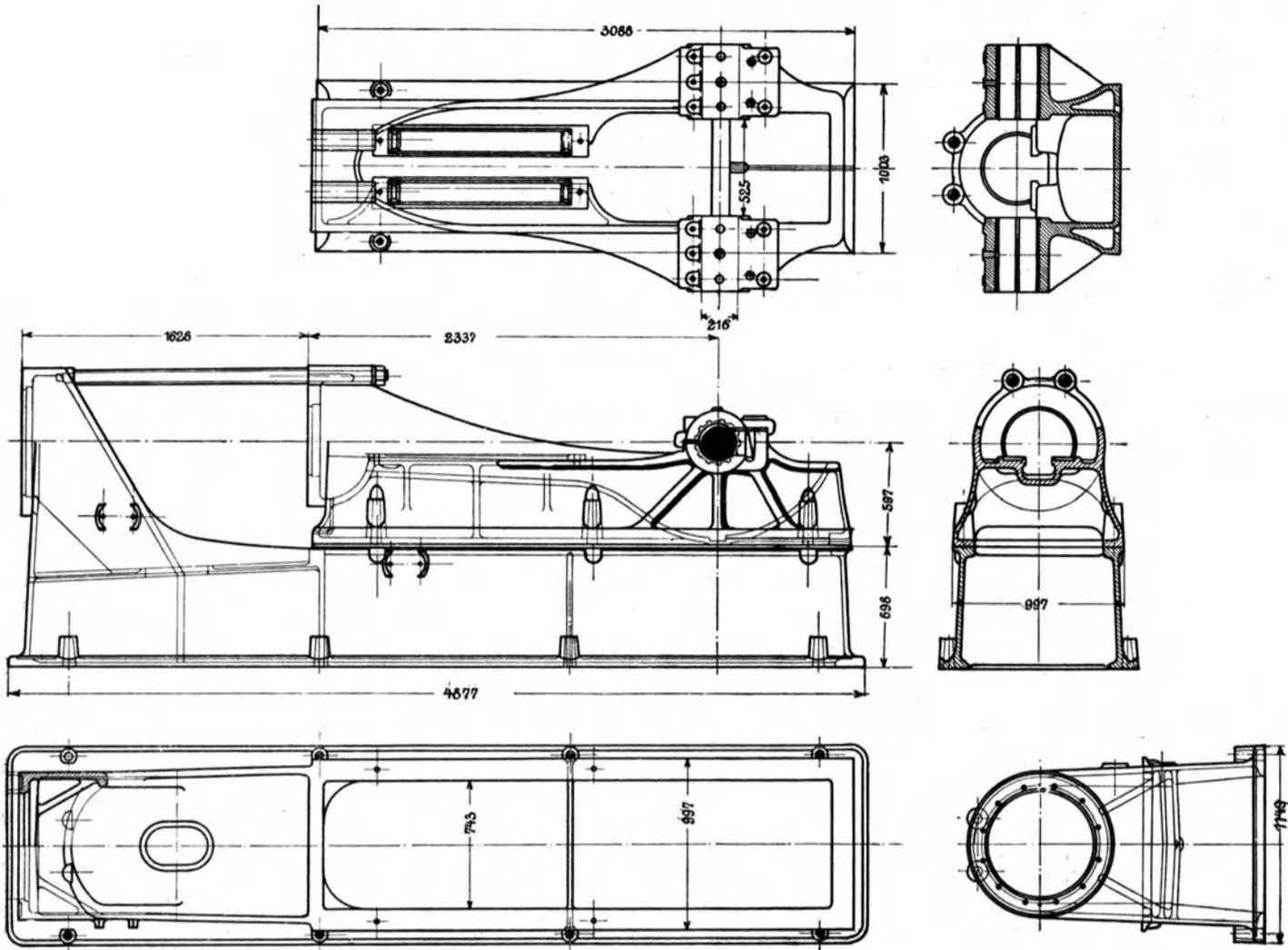
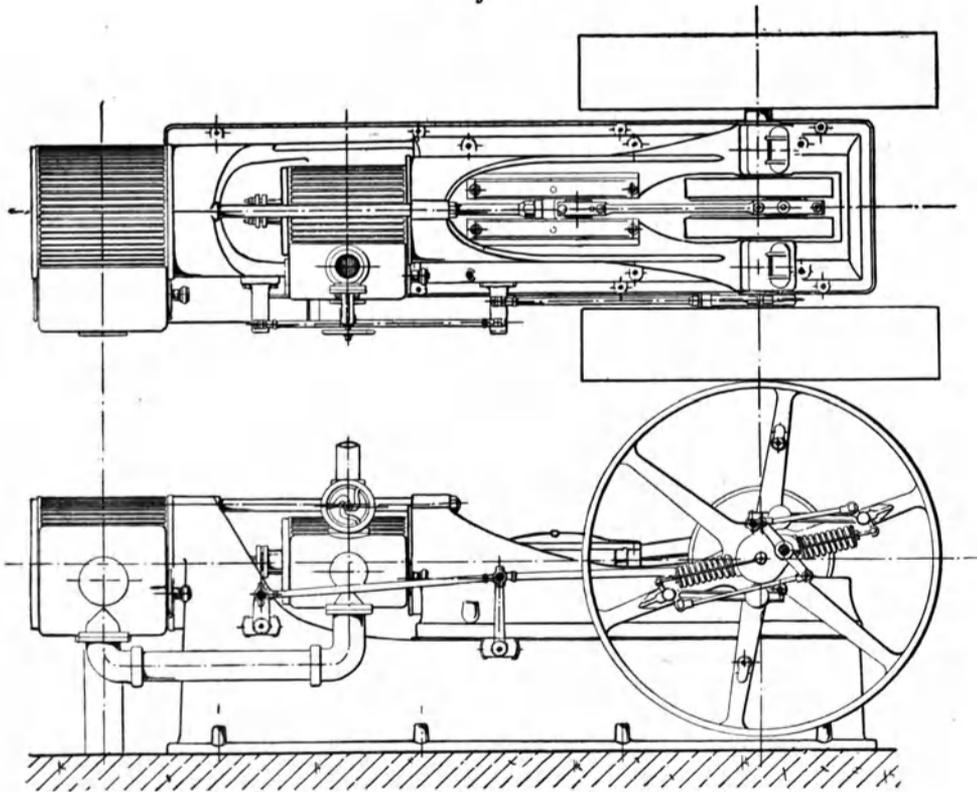


Fig. 103.

Fig. 102.



Kleine Eincylindermaschine. Die Konstruktionseinzelheiten sind vollkommen gleich mit denen der vorherbeschriebenen Maschine.

Höchst eigenartig ist die Bauart einer von dieser Firma ausgestellten 250 pferdigen Verbundmaschine. Eine mit dem Hochdruckcylinder gebildete Eincylindermaschine vorher beschriebener Form und Konstruktion ruht auf einer zweiten mächtigen Grundplatte, die nach rückwärts verlängert ist und den Rahmen für den mit ihr verschraubten, freischwebenden Niederdruckcylinder bildet. Zur Versteifung beider Rahmen sind am oberen Ende noch 2 Zugstangen zum Hochdruckbett durchgeführt. Die Aufstellungsweise dieser Maschine zeigen Fig. 102 und 103. Die genaue Uebereinstimmung der Cylindermittellinien wird dadurch erreicht, dass der Niederdruckcylinder an seinem Rahmenkopf durch Zentrierungsschrauben eingestellt werden kann, Fig. 107.

Als Vorteil dieser Konstruktion wird angeführt, dass das Ueberhängen zweier Cylinder an einem und demselben Rahmen vermieden wird.

Der sonstige Unterschied gegen die beschriebene Eincylindermaschine liegt nur im Steuerungsantrieb. Dieser er-

folgt im Zusammenhange mit dem Federregulator, wie beschrieben; jedoch geht die Exzenterstange zu einem Schwinghebel, von welchem aus ein Lenker zur Hochdrucksteuerung und ein zweiter Lenker zur Niederdrucksteuerung führt.

Die Steuerung beider Cylinder wird somit vom Regulator gleichzeitig beeinflusst, und zwar sind die Steuerungsverhältnisse so gewählt, dass bei veränderlicher Maschinenleistung die Arbeitsverteilung in beiden Cylindern nahezu gleich ist.

Fig. 104.

Fig. 106.

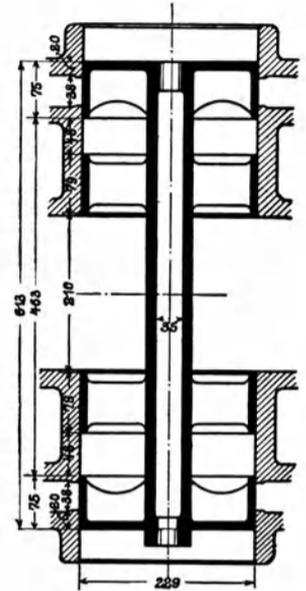
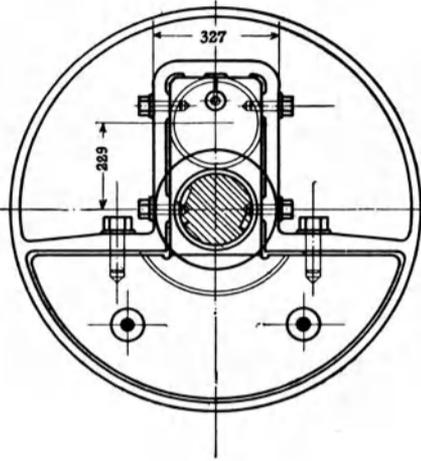
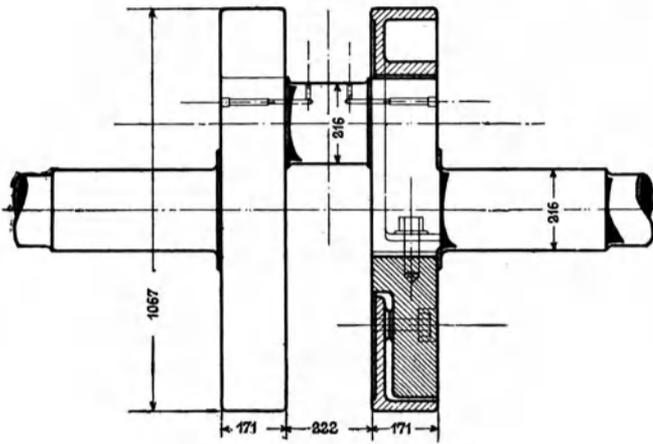


Fig. 105.

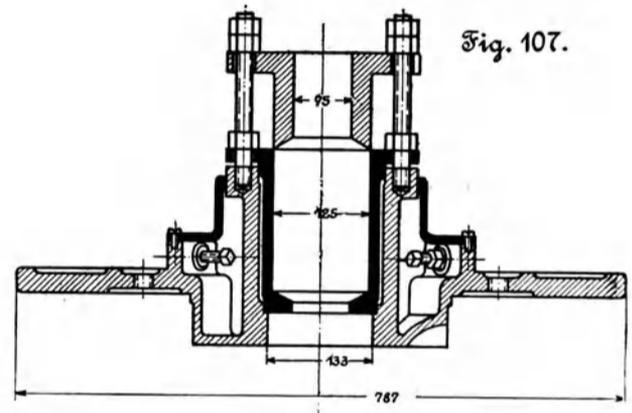
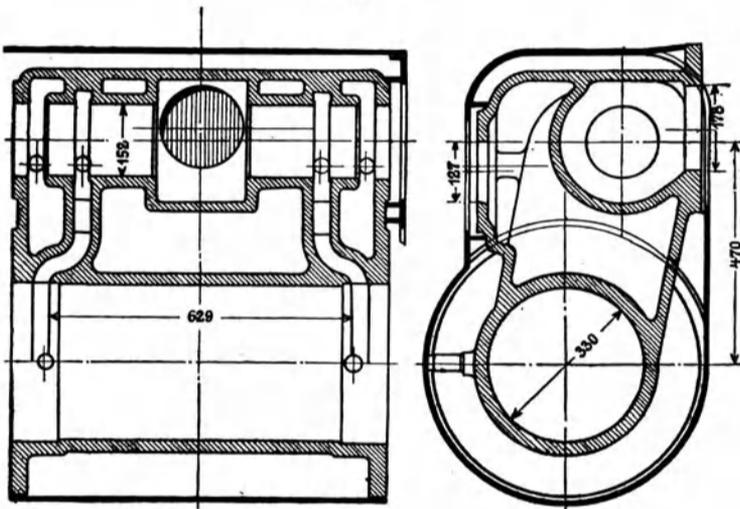
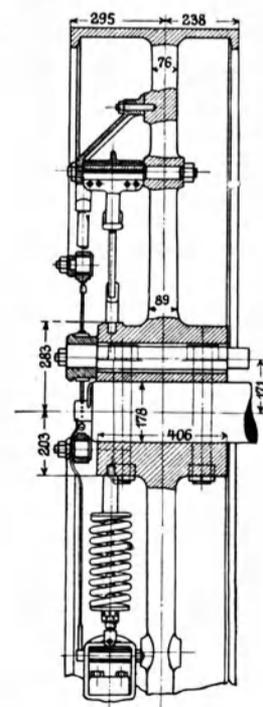
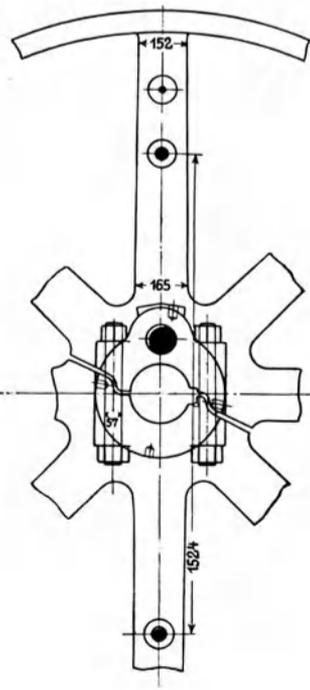
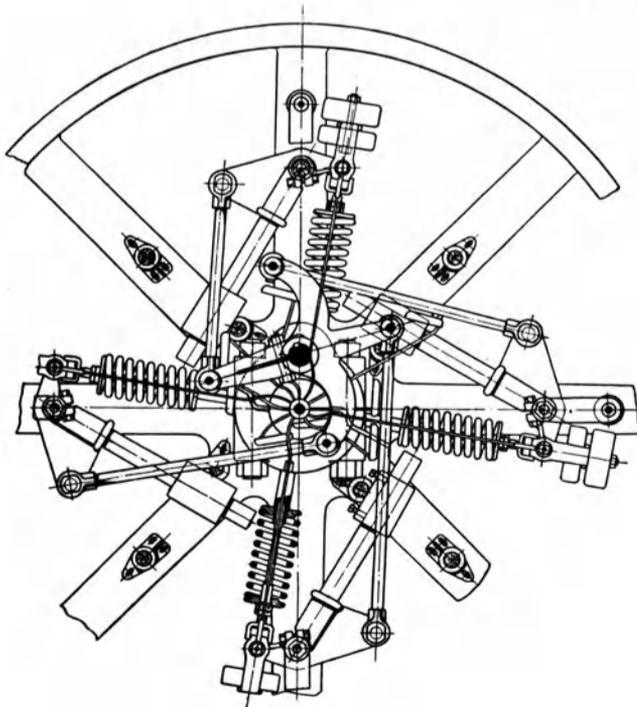


Fig. 107.

Fig. 108.



Das Ueberströmungsrohr zwischen beiden Dampfzylindern ist neben das Maschinenbett und unter die beiden Dampfzylinder gelegt. Der selbständig angetriebene Davidson-Kondensator liegt im Fundament.

Der untere Maschinenrahmen ist so tief ausgeschnitten, dass die Entwässerungsarmatur an der Unterfläche des Hochdruckzylinders noch vollständig zugänglich bleibt.

Das Aussehen der Maschine ist ein ungewöhnlich hässliches, ihr Gewicht anscheinend um mindestens die Hälfte größer als bei normaler Bauart. Der Federregulator erscheint infolge der durch die Zentralschmierung nötigen zahlreichen Röhren ungewöhnlich kompliziert.

Die Maschine macht 200 Min.-Umdr., die Cylinderdmr. betragen 343 mm und 610 mm, der Kolbenhub 457 mm.

Genau dieselbe Aufstellung weist die vierzylinderige Dreifach-Expansionsmaschine von 500 PS auf. Es arbeiten einfach 2 Tandem-Verbundmaschinen obiger Konstruktion dadurch zusammen, dass die Enden der gekröpften Wellen jeder

Maschine an der Nabe eines zwischen beiden angeordneten Schwungrades mit einander gekuppelt sind. Die so gebildete durchgehende, doppelt gekröppte Welle trägt 3 Schwungräder: zwei an den Enden und ein schwereres in der Mitte, welches für jede Maschinenseite einen Regulator trägt. Die Cylinderverteilung ist derart, dass der Hochdruck mit einem Niederdruckzylinder und der Mitteldruck ebenfalls mit einem Niederdruckzylinder zusammen arbeiten.

Unter den bei allen Ausführungsgrößen gleichen Konstruktionseigentümlichkeiten sind folgende besonders hervorzuheben:

Die Kolben haben eingesprengte Gusseisendichtungsringe mit dahinter liegendem Spanning.

Die Kolbenschieber sind ohne Dichtungsringe und ohne Einsatzbüchsen in die Schieberkastengleitflächen eingeschliffen.

Dampfeinströmung erfolgt an den äußeren Steuerkanten der Schieber, Fig. 106, damit der Schieberkasten vor dem Anlassen der Maschine genügend angewärmt wird, im Gegensatz zur Inneneinströmung am Schieber.

Fig. 109.

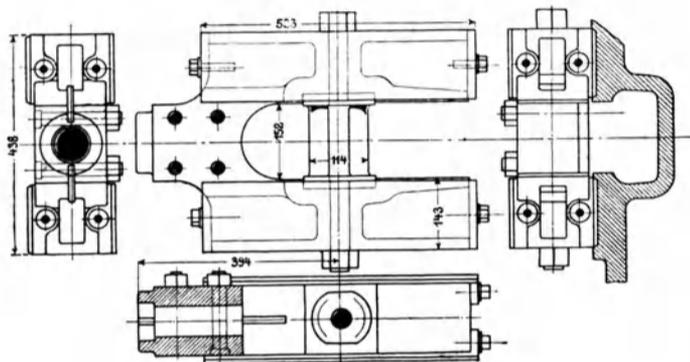


Fig. 111.

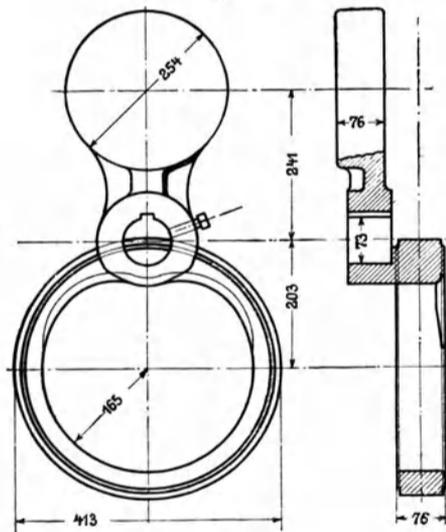


Fig. 110.

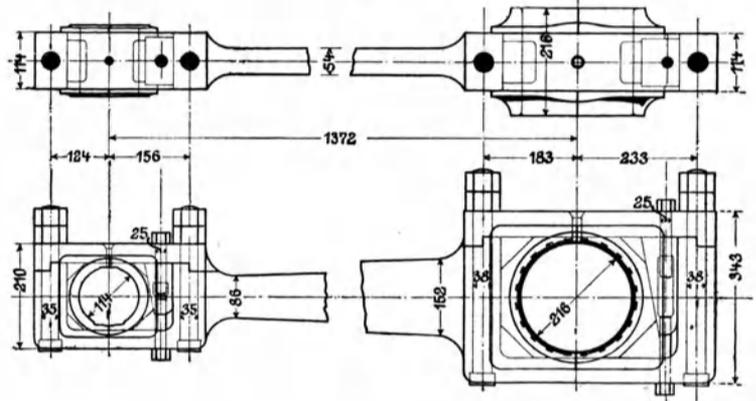
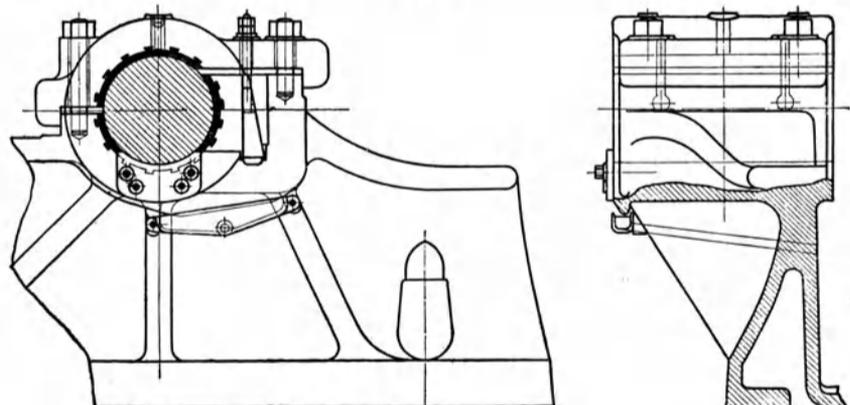


Fig. 112.



Der Kreuzkopfkörper ist aus Gusseisen und zur Befestigung der Kolbenstange zum teil geschlitzt; letztere wird eingeschraubt und durch Klemmschrauben festgeklemmt, Fig. 109.

Der stählerne Kreuzkopzapfen ist mit viereckigen Ansatzflächen eingeschoben und durch einen Querbogen gehalten. Seine obere und untere Abflachung soll, da der Schubstangenkopf nur oszilliert, Gratbildung verhindern.

Die Schlitten haben Metalleinlagen mit Kompositionsgleitflächen.

Die Konstruktion der aus Schmiedestahl bestehenden Schubstangenköpfe zeigt Fig. 110. Das Kreuzkopzapfenlager hat Bronze-, das Kurbelzapfenlager Kompositionslaufflächen.

Der Federregulator sitzt behufs leichter Zugänglichkeit an der Außenfläche der Schwungräder. Die Exzenter Scheibe

ist drehbar um die Achse eines Doppelhebels des Regulators und durch ein Gegengewicht ausgeglichen, Fig. 111.

Die für gewöhnlich doppelt angeordneten Gewichtshebel sind hohl und laufen auf Stahlschneiden; durch Verbindung mit dem genannten Doppelhebel wirken sie verdrehend auf das Exzenter ein. Die radialen Federn werden auf Druck beansprucht. Fig. 108 zeigt eine ungewöhnliche Ausführung mit 4 Schwunggewichten und 4 Federn.

Alle Regulatorgelenke sind mit einer in der Wellenmitte angeordneten Zentralschmierung durch Kupferröhren verbunden.

Fig. 112 zeigt noch genauer die Konstruktion des Wellenlagers mit einseitiger Nachstellung durch Zugkeil. Die Laufflächen sind aus Weißmetall, das unmittelbar in den Lagerkörper und Deckel eingegossen ist.

**Russell & Co., Engine Builders, Massillon, Ohio.**

Die Firma hat 4 Maschinen von sehr gefälligen Formen ausgestellt.

Zunächst eine sorgfältig ausgeführte 200 pferdige Tandem-Verbundmaschine mit 180 Min.-Umdr. Kräftiges Maschinenbett mit seitlich offener Rundführung, Fig. 113. Daran geschraubt der Hochdruckcylinder, hinter diesem der Niederdruckcylinder, dazwischen Laterne.

Unterstützung der Cylinder durch Rahmen, der zugleich das Ueberströmungsrohr bildet.

Kreuzkopf aus Gusseisen mit eingesetztem Stahlzapfen, Fig. 114; die Gleitflächen der Schlitten haben Kompositions-

metall, die Kolbenstange ist eingeschraubt und die Nabe durch eine halbkreisförmig gebogene Klammer, Fig. 115, mit 2 Schrauben zusammengezogen. Die Schubstange mit beiderseitig geschlossenen Lagerköpfen aus geschmiedetem Stahl; Länge derselben gleich dem sechsfachen Kurbelradius genommen.

Federregulator am Schwungrad treibt mit Bajonett und Prismenführung die Flachschiebersteuerung beider Cylinder an.

Die Kolben beider Dampfzylinder haben am Umfang breiten Weismetalleinguss, mit welchem sie auf den Cylindergleitflächen schleifen. Die Abdichtung bewirken zwei leichte federnde Gusseisenringe, Fig. 127.

Fig. 113.

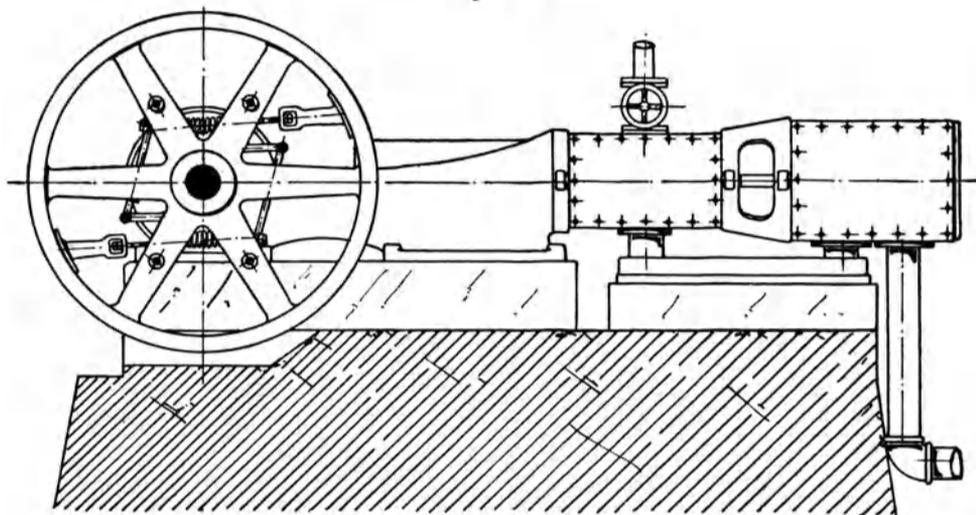


Fig. 114.

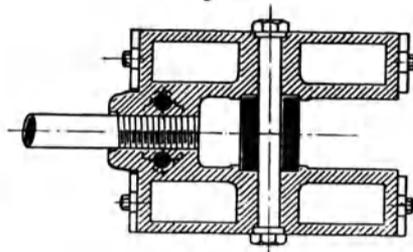


Fig. 115.



Fig. 117.

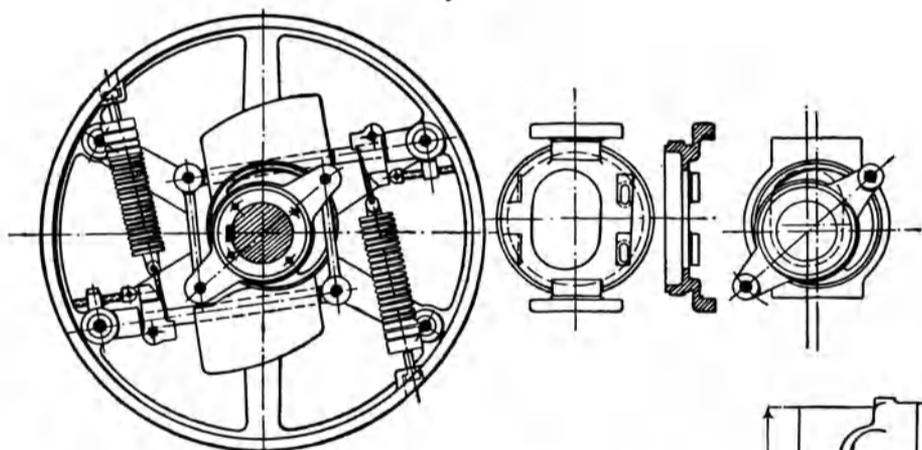
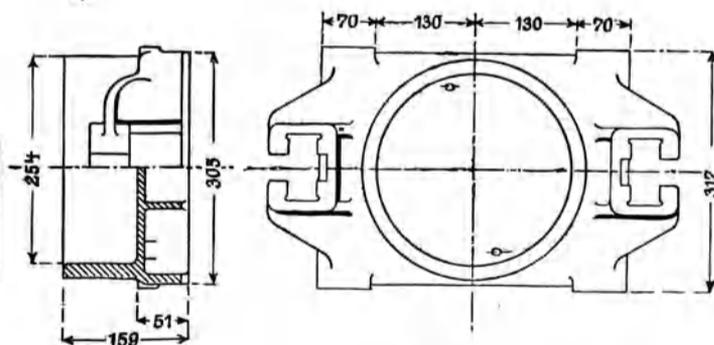
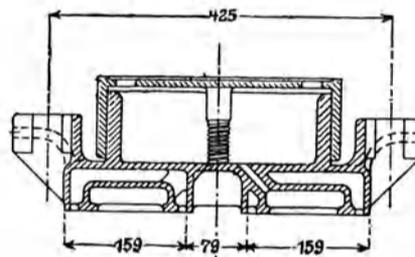


Fig. 116.



Die als Kanalschieber ausgebildeten Flachschieber sind durch einen Gegenkolben auf dem Rücken des Schiebers zum größten Teil entlastet, Fig. 116.

Der innere Raum des Entlastungskolbens ist mit dem Auspuffraume des Schiebers durch schräg eingebohrte Kanäle verbunden.

Konstruktion und Wirkungsweise des Regulators erhellt aus der Fig. 117.

Durch die Schwunggewichte wird ein auf der Schwungradwelle lose sitzendes Exzenter verdreht. Die Verdrehung wird mittels eines in 2 senkrechten Richtungen geführten Mitnehmers auf das Antriebsexzenter nur soweit übertragen, dass letzteres eine der beabsichtigten Steuerungsveränderung entsprechende geradlinige Verschiebung erhält. Die zum Einstellen des Regulators erforderliche Nachstellbarkeit der Federn ist in Fig. 66 deutlich ersichtlich.

600 pferdige liegende Tandem-Zwillingsmaschine mit sehr komplizierter Steuerung. Durchgehender Maschinenrahmen mit viergleisiger Führung, Fig. 118. Mit dem Rahmen ist der Hochdruckcylinder und mit diesem der Niederdruckcylinder zentrisch durch Laterne verbunden. Die Verbindung der letz-

teren mit den Dampfzylindern zeigt deutlicher Fig. 120; der Hochdruckcylinderdeckel kann, ohne die Laterne zu demonstrieren, abgehoben werden. Auch hier werden die Cylinder durch das Ueberströmungsrohr unterstützt, Fig. 126. Jeder Cylinder hat eine Doppelflachschieber-Expansionssteuerung und 2 Drehschieber für den Auslass, zu deren Antrieb 2 Exzenter mit 4 Uebertragungshebeln, 4 Schieberstangen und die Schwunghebel der Corliss-Schieber mit zusammen ungefähr 25 Gelenken ausgeführt sind.

Ein Exzenter bewegt die Grund- und Auslassschieber der beiden Cylinder, das zweite, mit dem Regulator ver-

bundene, wirkt auf die Expansionsschieber der Hoch- und Niederdruckzylindersteuerung ein. Die Weitläufigkeit der Steuerung lassen die Fig. 118 und 119 einigermaßen erkennen.

Die Grundschieber, Fig. 121, steuern einen einfachen Kanal, während die Expansionsschieber als dreifache Gitterschieber ausgebildet sind, Fig. 122. Die Einzelkonstruktion der Hoch- und Niederdruckzylinder zeigen die Fig. 123 und 124.

Fig. 118.

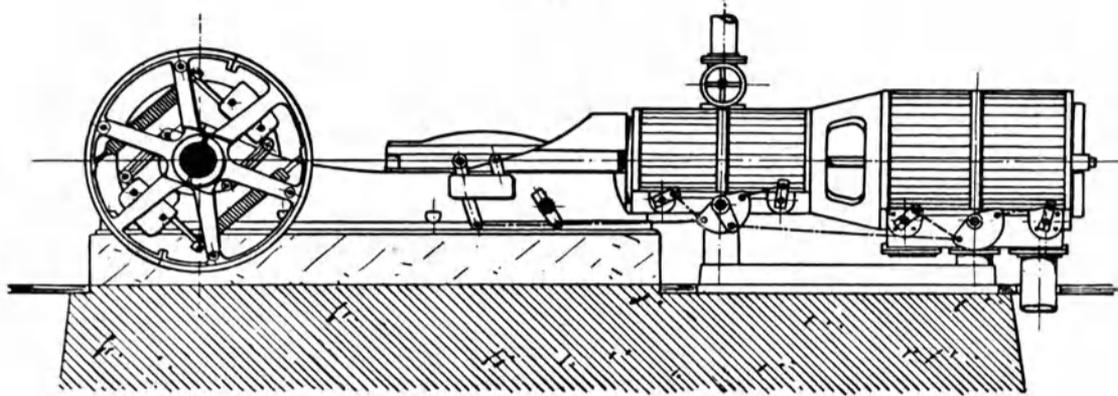


Fig. 119.

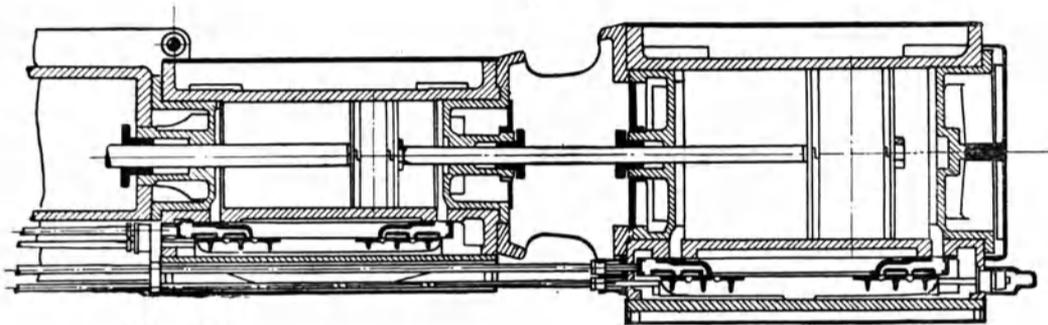


Fig. 120.

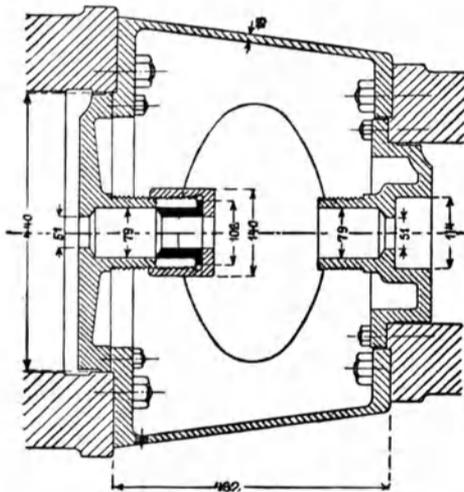


Fig. 121.

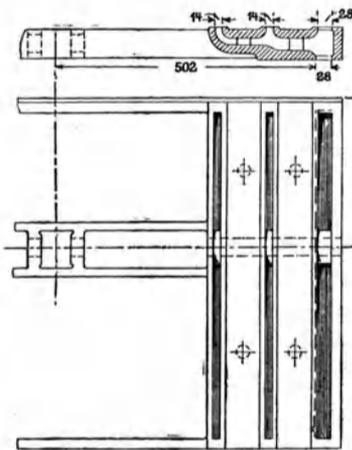


Fig. 122.

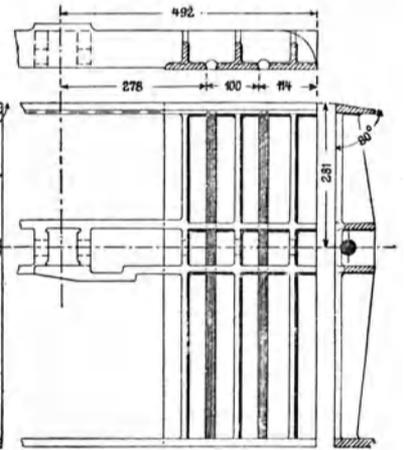
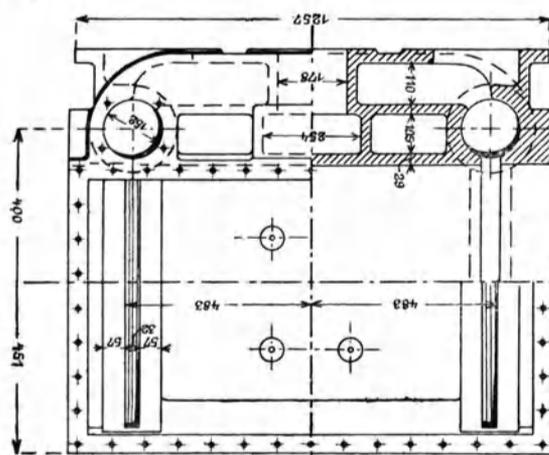
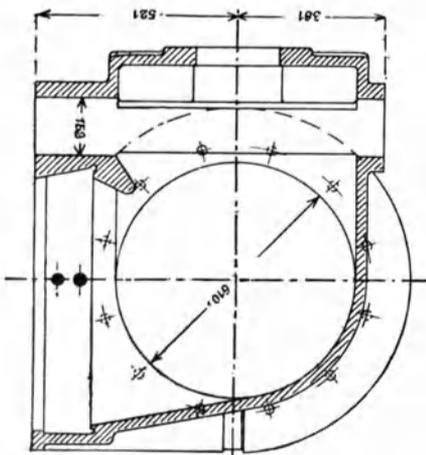


Fig. 123.



Ansicht und Querschnitt eines Auslass-Drehschiebers zeigt noch Fig. 125.

Die Schieberhebel sind zweiteilig und auf ihre Drehachsen und Zapfen aufgeklemt.

Zum Anlassen der Maschine ist die Grundschieber-Exzenterstange auslösbar; mit einem Handhebel der betreffenden Schwinde werden sämtliche Grundschieber und Auslasschieber für Dampfeinlass bewegt. Sobald die Maschine im Gange ist, wird die Exzenterstange eingehängt, wobei sie sich selbstthätig gegen unbeabsichtigtes Auslösen sichert.

Günstigere Dampfverteilung für verschiedene Füllungsgrade, als bei einem vom Regulator

beeinflussten einfachen Schieber erreicht werden kann, und leichtere Regulirbarkeit, wegen geringer Bewegungswiderstände der Expansionsschieber, sind mit vorliegender Steuerung sehr teuer und überaus umständlich erkauft. Der Regulator sitzt in einer vom Schwungrad unabhängigen

Scheibe. Schwungradmr. 3,66 m bei 1,54 m Riemenbreite; 150 Min.-Umdr.

Dazu gehörig: getrennte Luftpumpmaschine, stehender Dampfzylinder mit Schiebersteuerung. Unter diesem ein

Fig. 124.

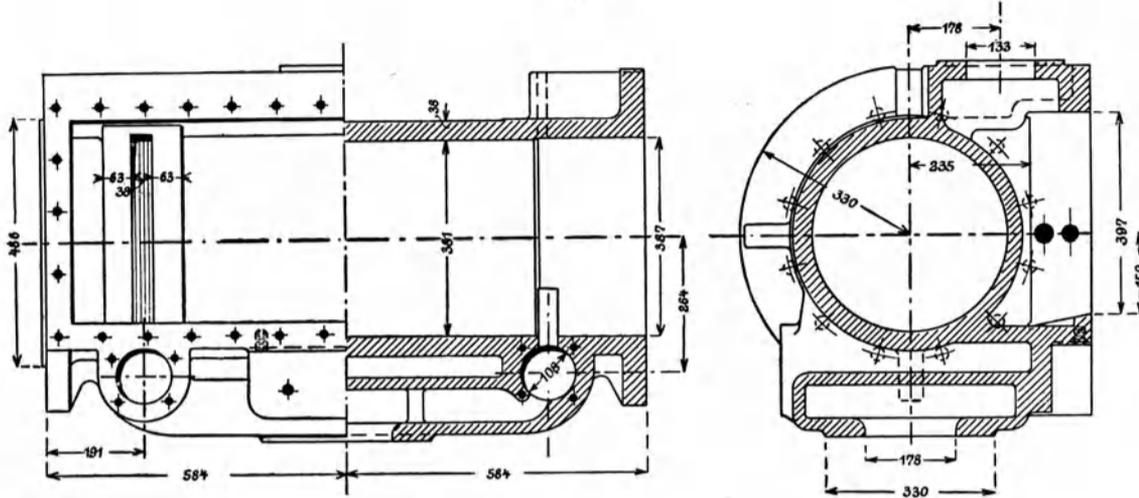
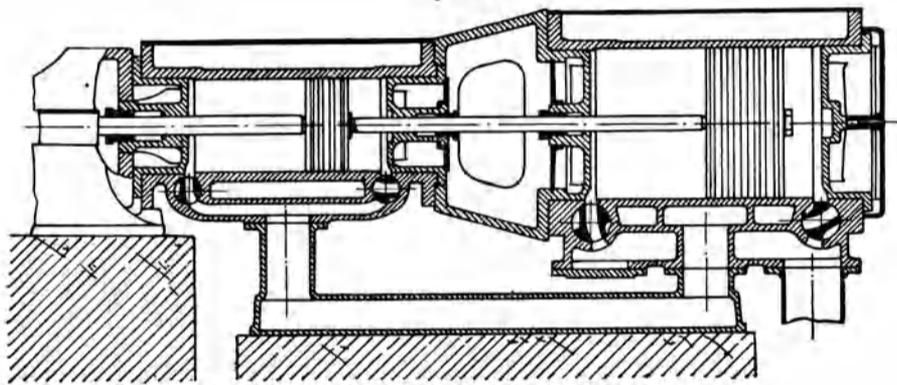


Fig. 126.



Luftpumpenzylinder; durch Vermittlung eines Balanziers ein zweiter Luftpumpenzylinder daneben angetrieben.

Außerdem sind im Anbau der Maschinenhalle noch ausgestellt:

eine 200 pferdige Eincylindermaschine mit 150 Min.-Umdr.; Steuerung wie bei der 600 pferdigen Maschine konstruiert; ihre Anordnung zeigt Fig. 128.

Eincylindermaschine für 100 PS bei 200 Min.-Umdr. und Zwillingmaschine für 150 PS bei 185 Min.-Umdr.

Stearns Manufacturing Co., Erie, Pa.

Diese Gesellschaft, deren Dampfma-

Fig. 127.

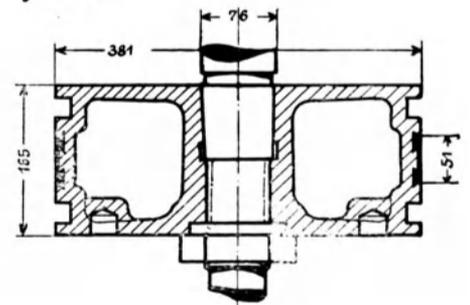


Fig. 125.

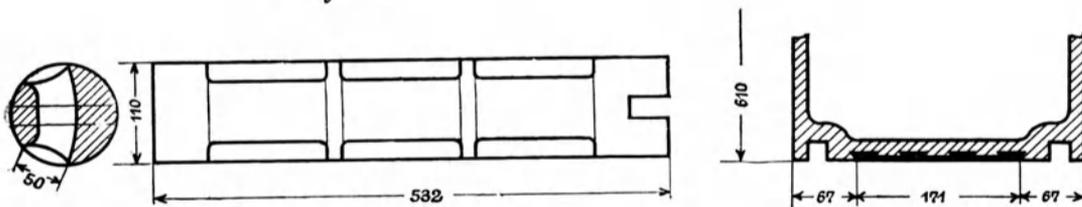
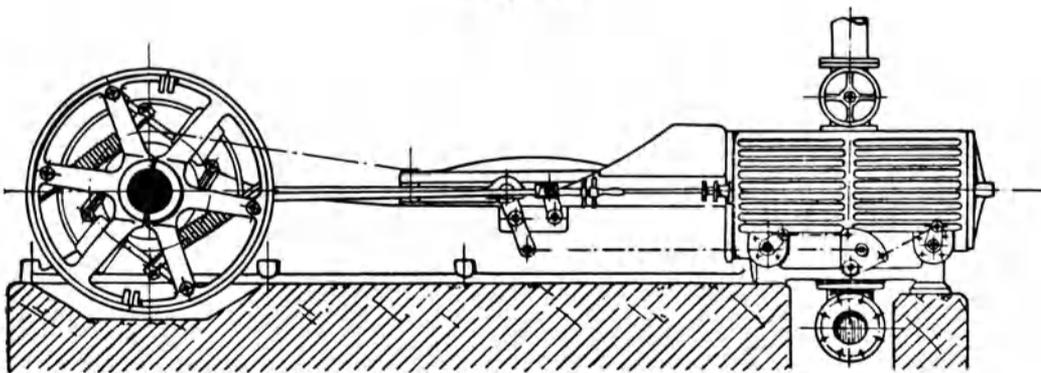


Fig. 128.



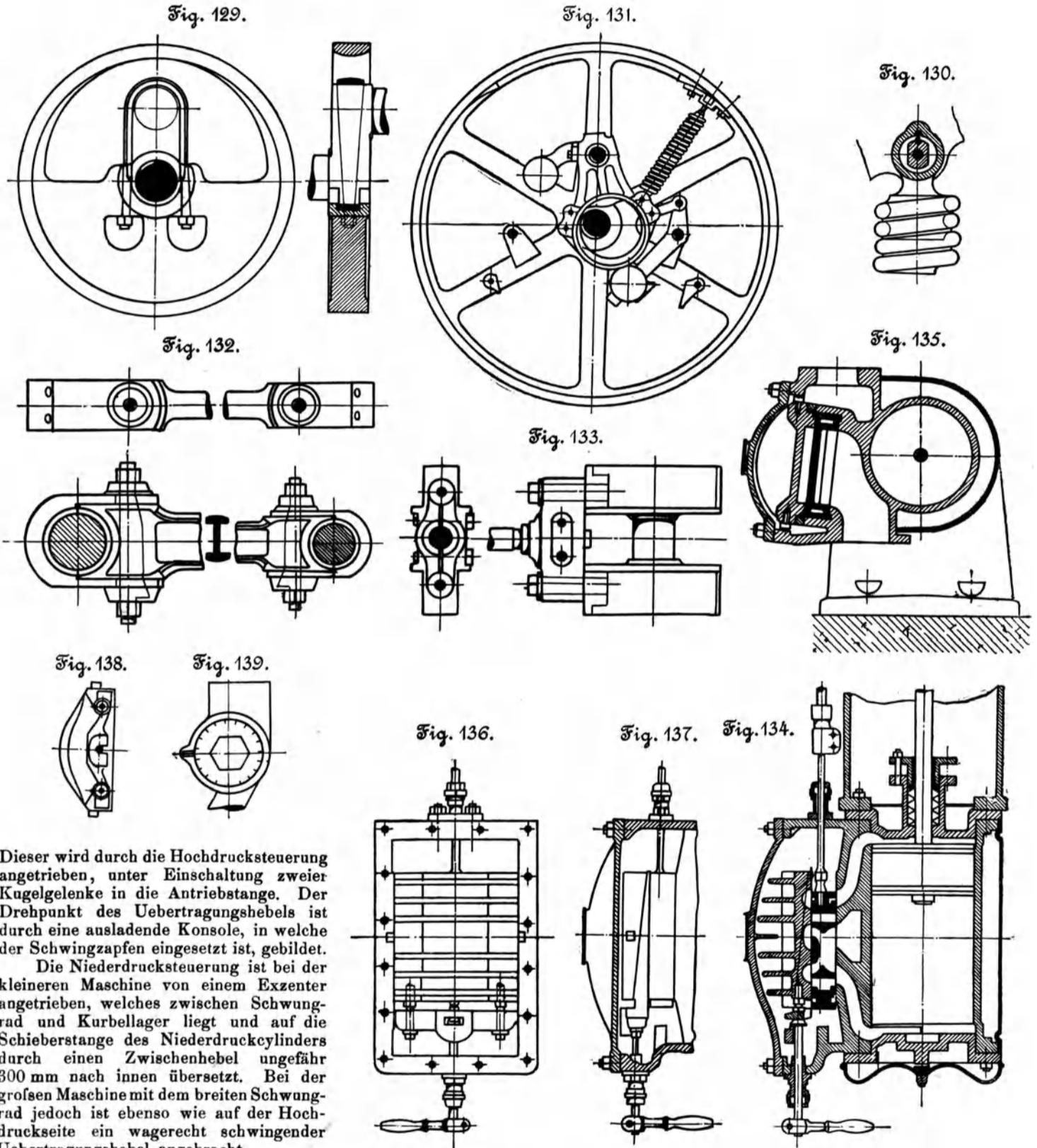
schinen die Bezeichnung »The Woodbury« führen, stellt eine 400- und eine 600 pferdige, liegende Verbundmaschine gleicher Konstruktion aus. Die erstere hat 380 und 635 mm Cylinderdmr. und 508 mm Hub bei 200 Min.-Umdr., die letztere 480 und 790 mm Cylinderdmr. bei 610 mm Hub und 165 Min.-Umdr.

An einen gabelförmigen, geschlossenen Maschinenrahmen ist der Hochdruckzylinder geschraubt und an diesen zentrisch der Niederdruckzylinder. Letzterer erhält auf einer Sohlplatte entsprechende Füh-

rung, ohne damit fest verbunden zu sein, um die freie Ausdehnung der Cylinder nicht zu behindern.

Die durchlaufende Kolbenstange ist zwischen beiden Dampfzylindern durch eine innen liegende, nicht sichtbare Stopfbüchse gedichtet. Beide Cylinder arbeiten auf gemeinsamen Kreuzkopf und durch die Schubstange auf eine Wellenkörperung mit den üblichen Kurbelscheiben als Gegengewicht, Fig. 129. Die Schwungradwelle trägt an jedem Ende ein

Schwungrad, von welchen dasjenige der Hochdruckseite den Federregulator, Fig. 131, enthält. Durch einen Stirnzapfen erfolgt der Antrieb auf die Hochdrucksteuerung. Bei großer Breite des Lagers und noch mehr der Schwungradriemscheibe ist eine Uebersetzung auf die Hochdrucksteuerung in einer Entfernung von etwa 1 m erforderlich. Um die lange Uebersetzungswelle einer einseitigen Hebelschwingung zu vermeiden, ist ein wagrecht schwingender Doppelhebel eingeschaltet.



Dieser wird durch die Hochdrucksteuerung angetrieben, unter Einschaltung zweier Kugelgelenke in die Antriebsstange. Der Drehpunkt des Uebersetzungshebels ist durch eine ausladende Konsole, in welche der Schwingzapfen eingesetzt ist, gebildet.

Die Niederdrucksteuerung ist bei der kleineren Maschine von einem Exzenter angetrieben, welches zwischen Schwungrad und Kurbellager liegt und auf die Schieberstange des Niederdruckzylinders durch einen Zwischenhebel ungefähr 300 mm nach innen übersetzt. Bei der großen Maschine mit dem breiten Schwungrad jedoch ist ebenso wie auf der Hochdruckseite ein wagrecht schwingender Uebersetzungshebel angebracht.

Diese Anordnung ist zweifellos zweckmäßiger als die Anbringung von Antriebsexzenter und Federregulator auf der inneren Seite des Schwungrades. Das gute Aussehen der Maschine wird jedoch beeinträchtigt.

Die Schubstangenköpfe sind als Lager mit Kappen ausgebildet, Fig. 132. Die Lager sind durch Keilschrauben nachstellbar. Besondere Lagerschalen sind nicht vorhanden, son-

dern statt dieser Weißmetallfutter in Kappe und Schubstangenkopf eingegossen.

Kurbelkröpfung aus geschmiedetem Stahl.

Gegengewicht als Kurbelscheibe aufgesetzt und mittels eines schmiedeisernen Bandes mit der Kröpfung verschraubt, Fig. 129. Des besseren Aussehens wegen läuft ein geschlossener Ring auf der entgegengesetzten Seite des Gegengewichtes durch.

Die Wellenlager mit schräg aufsitzendem Deckel sind wie die Schubstangenköpfe mit Weißmetallfutter versehen, das durch besondere Zapfen, welche in den Lagerkörper und Deckel mit eingegossen sind, gehalten wird.

Der Kreuzkopf, Fig. 133, ist eigentümlich konstruiert. Die hohlen gusseisernen Schlitten sind mit dem mittleren Zapfen aus einem Stück hergestellt; an ersteren ist ein Querstück, in welches die Kolbenstange eingeschraubt und festgeklemmt wird, mit 2 Bolzen befestigt. Um die Kolbenstange festzuklemmen, ist das Querstück teilweise geschlitzt. Die durch diese Konstruktion erreichte Zerlegbarkeit des Kreuzkopfes hat den Zweck, den mittleren Zapfen bequem abdrehen und Schlitten sowie Kolbenstange leicht einstellen zu können.

Der Kurbelzapfen wird durch seitliche Abstreifer unter Mitwirkung der Zentrifugalkraft geschmiert. Das gebrauchte Oel wird am Rahmen durch einen Rand aufgefangen.

Stehende Verbunddampfmaschinen werden demnächst ausgeführt, sind aber nicht ausgestellt.

Als Steuerorgan für die Dampfzylinder dienen entlastete Rahmenschieber mit Ueberströmkanal, Fig. 134 bis 137; sie geben vierfache Einströmung und doppelte Ausströmung. Der Rahmenschieber bewegt sich zwischen Schieber Spiegel und einer mittels zweier beweglicher Keile einstellbaren Gegenplatte. Die beiden seitwärts des Schiebers geführten Keile vereinigen sich am hinteren Schieberende durch ein Querstück, an welches eine in der hinteren Schieberkastenwand gelagerte Schraubenspindel angreift; außerhalb des Schieberkastens trägt diese einen kurzen Handhebel. Während des Maschinenanges haben die Keile eine solche Lage, dass die Entlastungsplatte den Schieber nahezu berührt und vollständig abdichtet. Zum Zweck des Anlassens der Maschine dagegen wird die Platte vorher durch eine halbe Drehung des erwähnten Handhebels und der damit verbundenen Keilverschiebung vorübergehend etwas gelüftet, wodurch ein Klemmen des Schiebers vermieden und das Einlaufen desselben beim Anlassen erleichtert wird.

Die Entlastungsplatte wird lediglich durch den Dampfdruck niedergehalten; ihre Längsverschiebung hindern 2 in Nuten der Schieberkastenflansche genau passende Kopfschrauben, Fig. 135 und 136.

Die für den Maschinenbetrieb ausprobierte günstigste Lage der Gegenplatte wird durch 2 Stellschrauben des Keilrahmens festgelegt, Fig. 138. Zur Erhöhung der Genauigkeit des Einstellens der Stellschrauben sind deren Köpfe mit geteilten Scheibchen, Fig. 139, versehen.

Die Schieberstange ist fest mit dem Schieber verschraubt, dagegen ist ihre Stopfbüchse an der Schieberkastenwand einstellbar. Fig. 136 zeigt das Querstück, welches die beiden Keile verbindet.

Der Regulator, Fig. 131, wirkt auf Verdrehen des Steuerexzenters um einen am Schwungradarm geschaffenen Drehpunkt. Er ist verhältnismäßig einfach, hat nur 4 Drehzapfen, welche stets nach derselben Richtung durch die Federn gepresst werden, und besitzt nur eine Feder mit einem Gegengewicht. Die Feder wirkt auf Schneiden, Fig. 130, wodurch neben leichter Beweglichkeit der Vorteil erreicht wird, dass die Lagerung keiner Schmierung bedarf. Für bestimmte Umdrehungszahlen wird durch Verschieben des Gewichtes und des Aufhängepunktes der Feder am Radumfang reguliert. Der Regulator hat auch Oelbremse.

Der Angriff der Exzenterstange an der Schieberstange ist auch hier auslösbar gemacht, um die Maschine zum Zwecke des Anlassens von Hand steuern zu können.

#### Watertown Steam Engine Co., Watertown, N. Y.

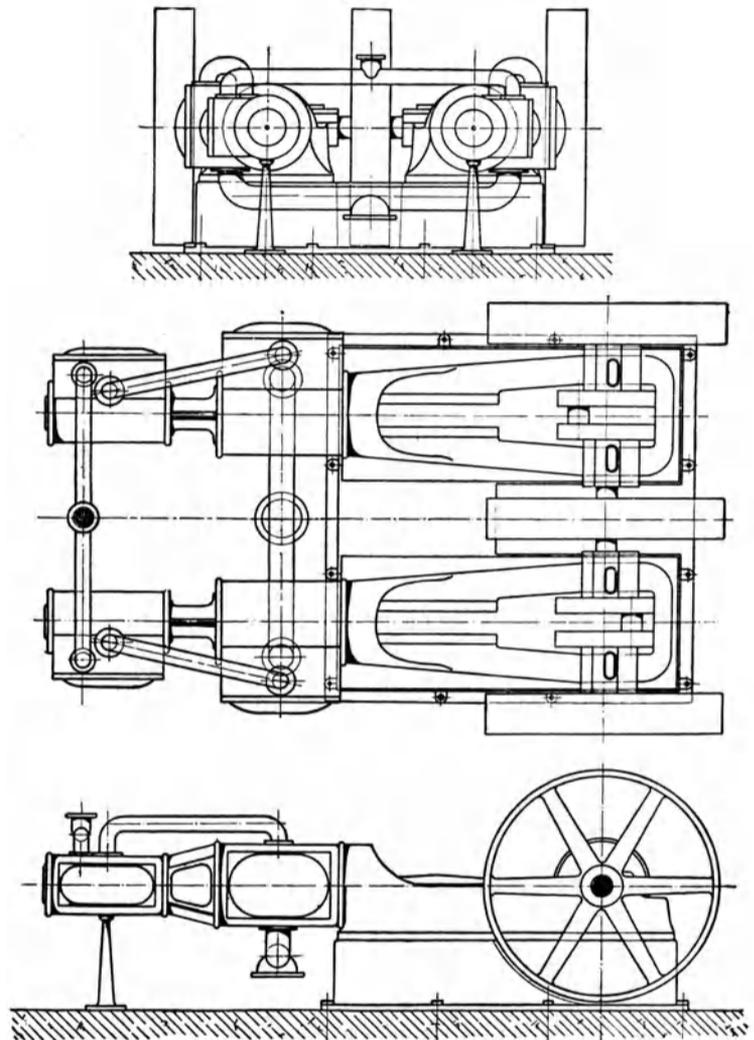
Eine Zwilling-Tandem-Verbundmaschine mit sehr kräftigem, bis zur Führungsmitte durchgehendem Rahmen, Fig. 140.

Die Rahmen beider Maschinenhälften sind auf einem gemeinschaftlichen hohen Gusseisensockel aufgeschraubt.

Die Niederdruckzylinder schließen sich zentrisch an die Rahmen an, und jeder Hochdruckzylinder sitzt auf einem Zwischenstück, welches den Deckel des Niederdruckzylinders bildet. Dampfzylinderdmr. 229 mm und 406 mm; gemeinschaftlicher Hub 350 mm; 260 Min.-Umdr.

3 Riemscheiben, deren mittlere den Regulator enthält.

Fig. 140.



Gusstahlkurbel mit Gegengewicht, welches, als Scheibe ausgebildet, seitlich weggezogen werden kann.

Gewöhnliche entlastete Flachschieber; 4 Oeffnungen für Eintritt. Die Schieberstangen sind sehr leicht und der Schieberhub verhältnismäßig klein.

Nur ein Regulator für 4 Schieber, eine Feder und ein Zentrifugalgewicht. Exzenter Scheiben durch besondere Gewichte ausgeglichen.

Die Oelschmierung an der Schieberstangenführung und den Exzenterstangenzapfen ist selbstthätig.

#### Westinghouse Steam Engine Co., Pittsburgh, Pa.

Die Gesellschaft stellt sechs 1000 pferdige, stehende, doppelwirkende Verbunddampfmaschinen mit gusseisernen, das Triebwerk einschließenden Ständern aus. Fig. 141 giebt die Anordnung von 4 Maschinen in Ansicht und Grundriss wieder, welche in der Maschinenhalle in einer Reihe neben einander aufgestellt sind. Die beiden linksstehenden arbeiten mit Wheeler-, die beiden rechtsstehenden mit Wainwright-Kondensator. Die zugehörigen Seitenansichten sind in Fig. 142 und 143 gegeben.

Fig. 144 zeigt senkrechte Schnitte durch Dampfzylinder, Steuerung und Ständer, deren Einzelheiten bereits beschrieben sind.

Die Fig. 145 und 146 stellen die Ansichten einer solchen 1000 pferd. Maschine ohne Kondensator dar.

Die einfach gekröpfte Welle läuft in 2 Kurbellagern und

hat rechts eine Riemscheibe mit Federregulator, links das Schwungrad. Die verlängerte Welle treibt bei 200 Min.-Umdr. eine Westinghouse-Wechselstrommaschine.

Die Hauptabmessungen der einzelnen Maschinen sind: 560 mm Hub, 530 mm Hochdruck- und 940 mm Niederdruckzylinderdmr. Dampfdruck = 10 Atm. Dampfzylinder ohne

Fig. 141.

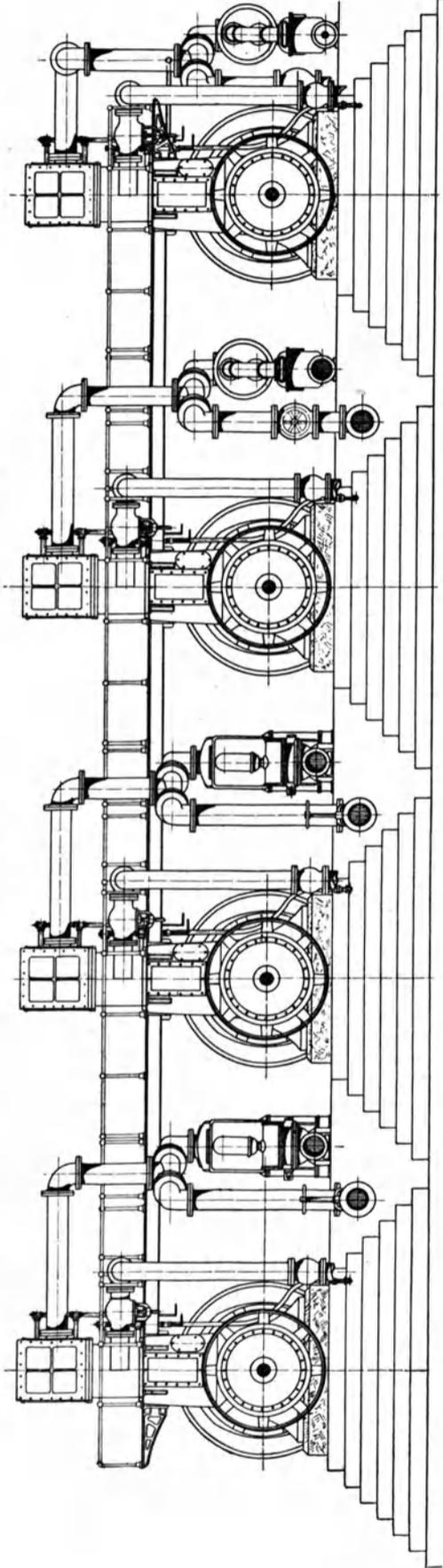
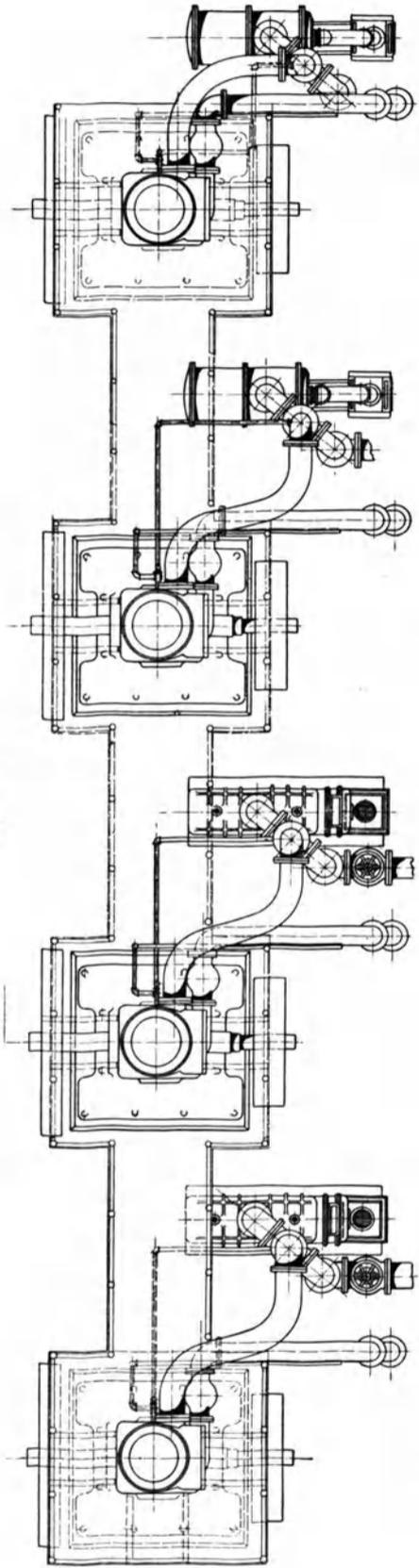


Fig. 143.

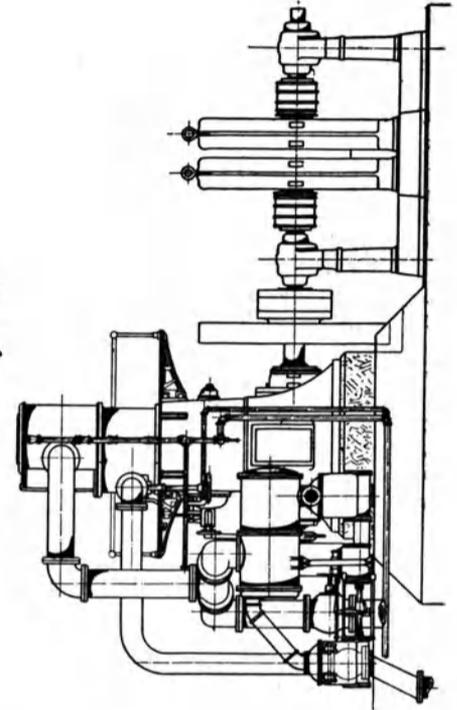


Fig. 142.

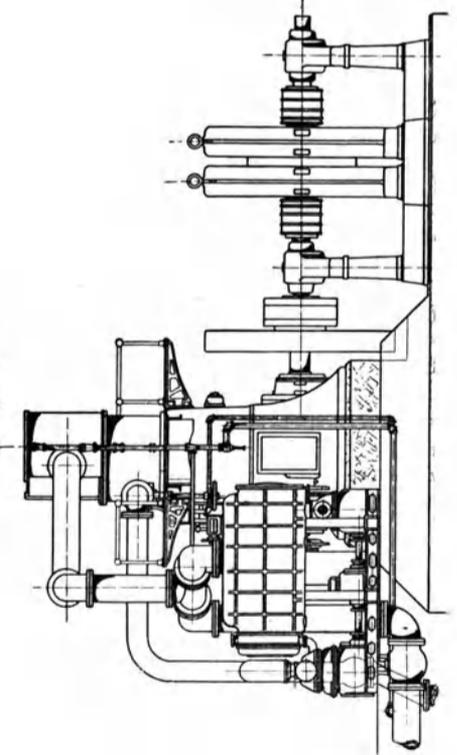


Fig. 144.

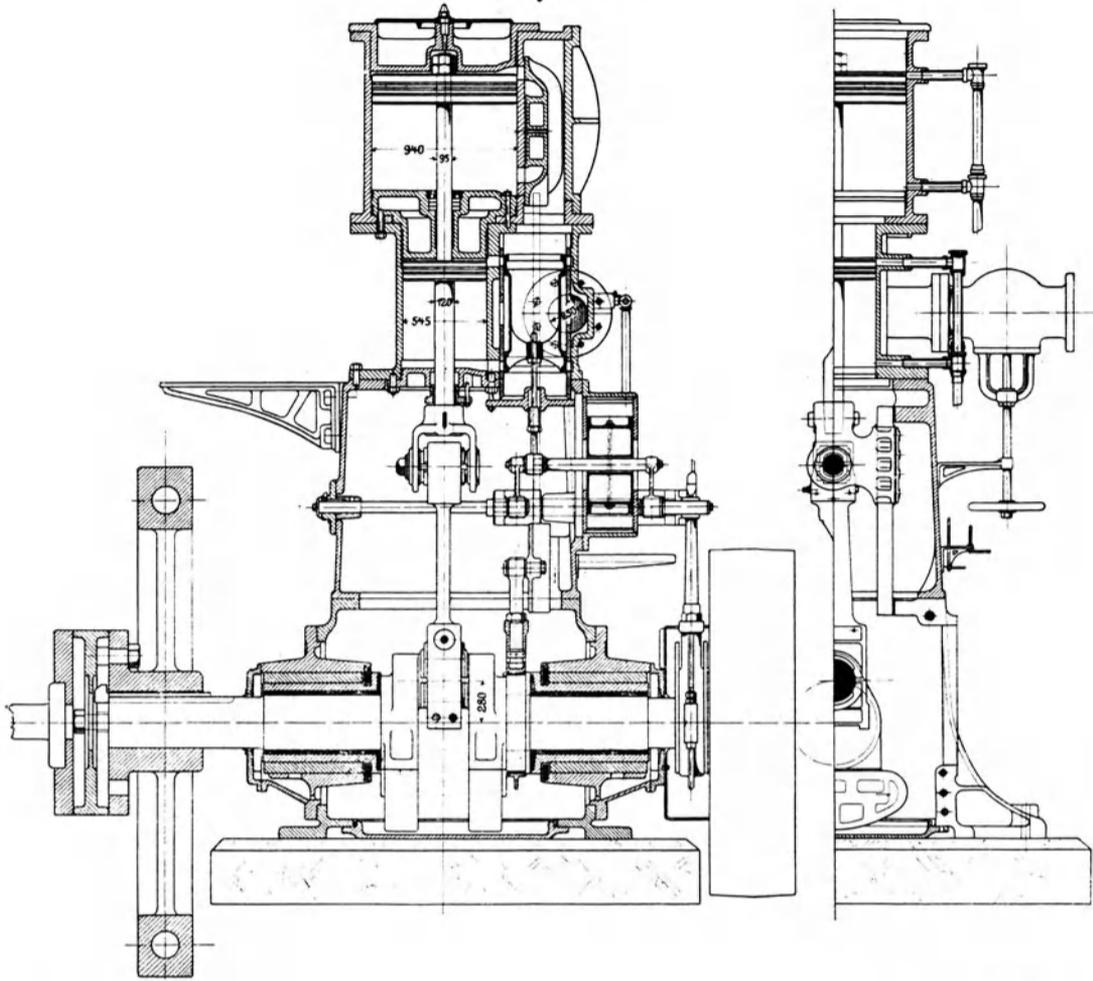


Fig. 145.

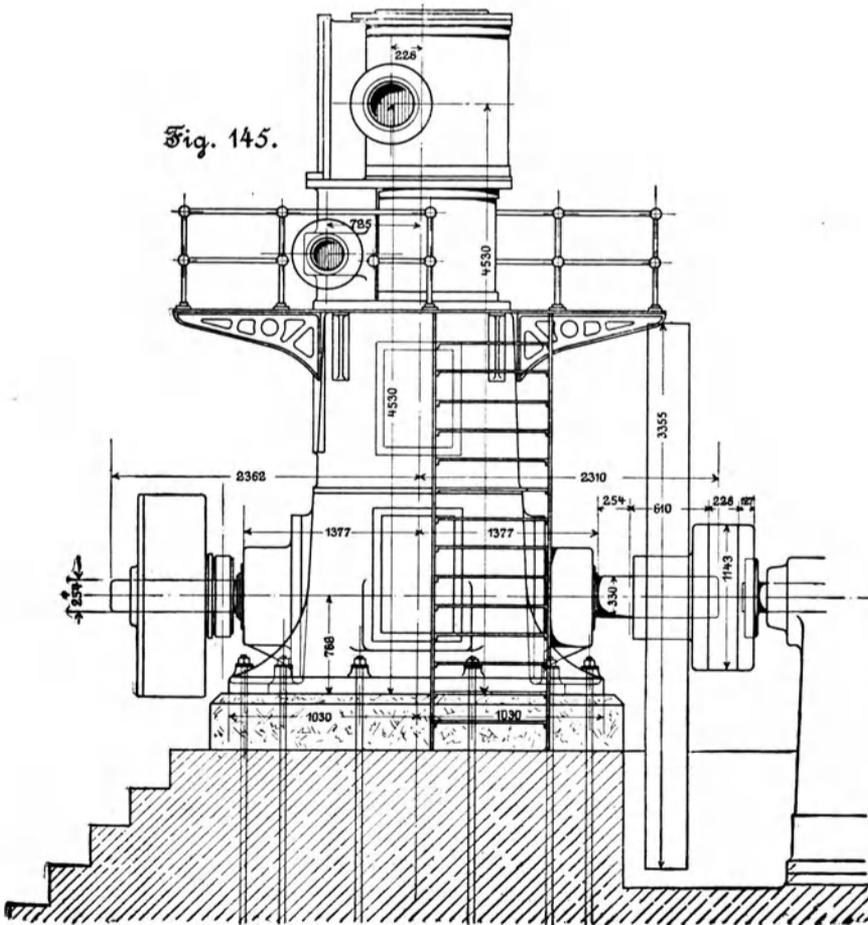
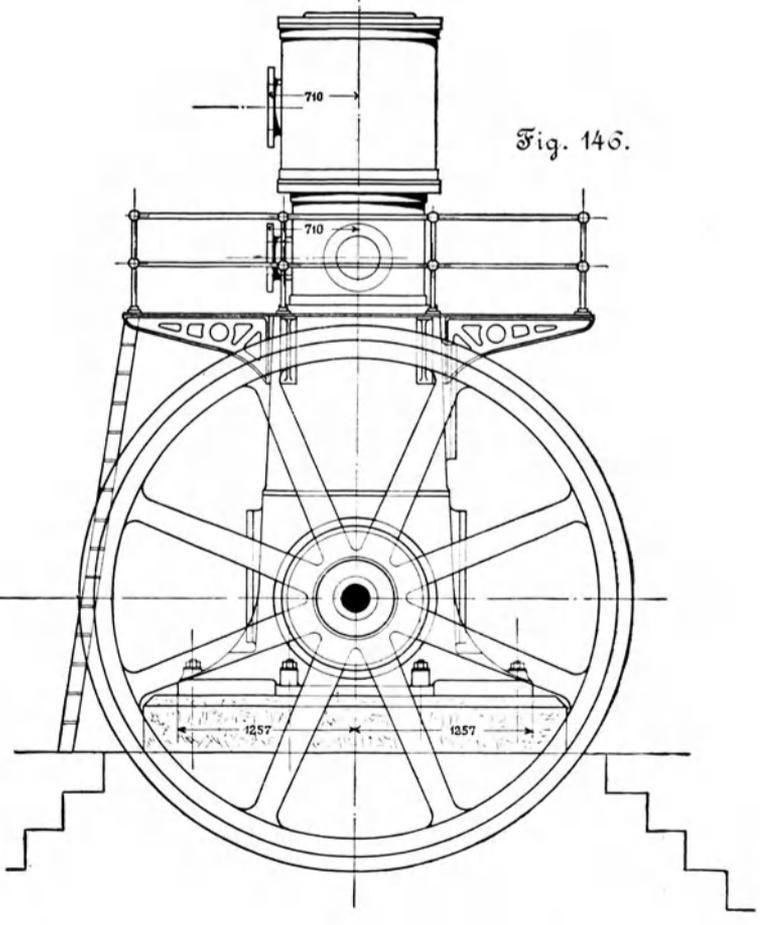


Fig. 146.



Heizmäntel. Zwischen den Lagern liegt die Wellenkröpfung, zusammgebaut aus Gussstahlkurbeln, eingesetzten Zapfen und aufgeschraubten Gegengewichten. Der senkrechte Ständer trägt die über einander angeordneten Dampfzylinder, unten Hochdruck-, oben Niederdruckzylinder.

Fig. 147.

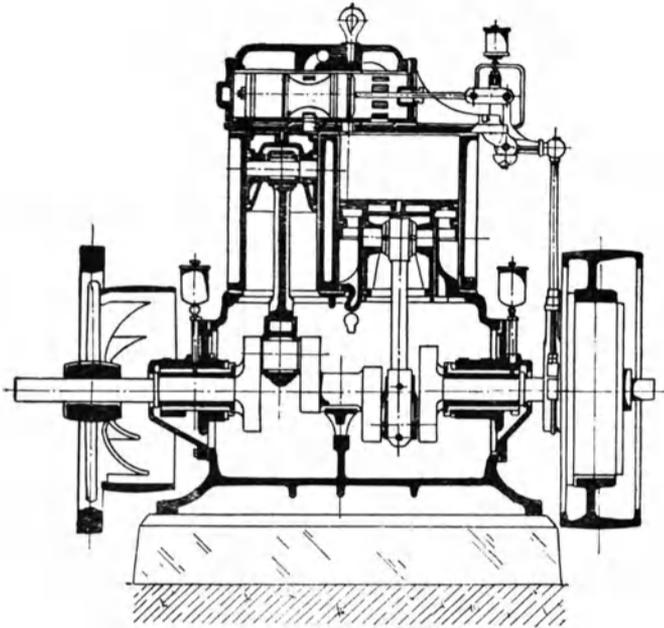
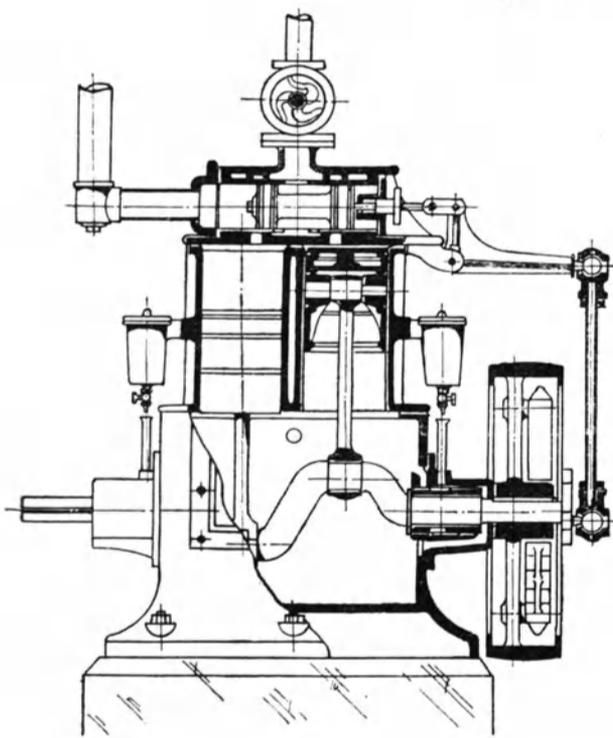


Fig. 148.



Hochdruckzylinder erfolgt an den inneren steuernden Kanten der Kolbenschieber, die Ausströmung durch den Steuerkolben hindurch nach dem Niederdruckschieberkasten. Die Dampfkammer wird durch beide Schieberkasten gebildet.

Zur selbstthätigen Regulierung des Hochdruckschiebers dient ein mächtiger Federregulator, der in das Gehäuse der Riemscheibe vollständig eingeschlossen ist und in Oel schwimmt.

Die normale, durch Versuche ermittelte, zweckmäßigste Füllung im Hochdruckzylinder beträgt  $\frac{3}{5}$ , die unveränderliche Füllung im Niederdruckzylinder  $\frac{2}{3}$ .

Die Höhe der Maschine ist im Vergleich zu den übrigen Typen der Westinghouse-Maschinen verhältnismäßig groß,

Der Hochdruckkolben ist auf die durchgehende Kolbenstange mit Schwindverbindung aufgeschraubt, der Niederdruckkolben mit Gegenmuttern befestigt. Zugänglichkeit der beiden Kolben von oben.

Der eingeleisige Kreuzkopf nebst Führung ist in den Ständer eingeschlossen, die Kurbel läuft in einem Oel- und Wasserbad, welches letzteres ungefähr bis zur Kurbelmitte geht.

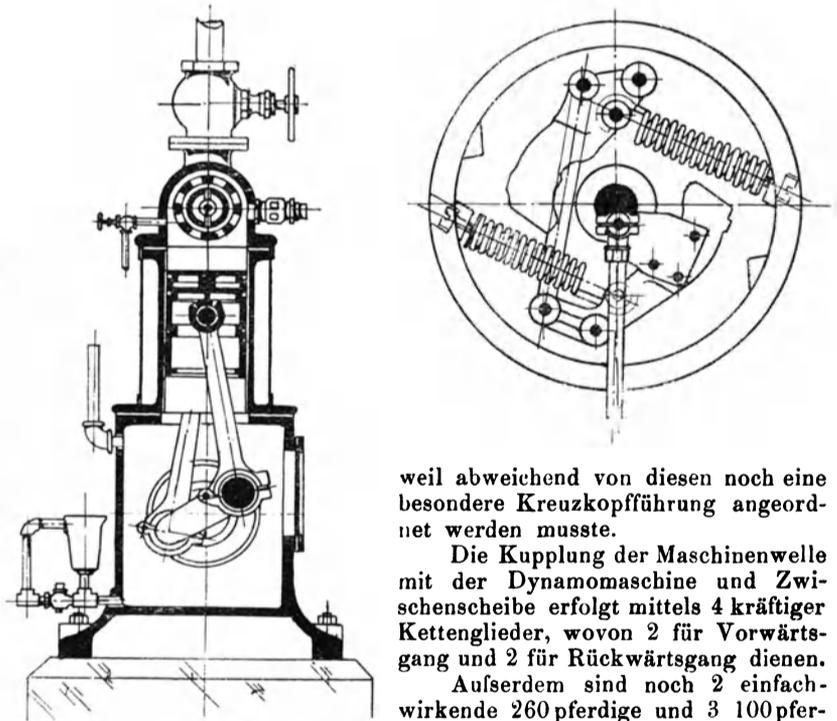
Das Steuerexzenter für den Niederdruckzylinder sitzt unmittelbar neben der Kurbel innerhalb des Maschinenständers. Eine kurze Exzenterstange treibt eine innerhalb des Ständers geführte breite Traverse an, und von dieser gehen 2 Schieberstangen nach aufwärts zur Steuerung des Niederdruckzylinders.

Die Hochdrucksteuerung wird außerhalb des Ständers von einem Exzenter zwischen Lager und Riemscheibe angetrieben.

Die kurze Exzenterstange treibt einen Hebel, dessen Welle in das Innere des Maschinenständers läuft. Auf dieser sitzt innerhalb des Maschinenständers ein zweiter, gleich langer Hebel, welcher mittels kurzer Lenkstange eine wieder nach außen führende Traverse trägt, die mit dem äußeren Hebel in gleicher Weise verbunden ist. Von dieser Traverse, die durch eine eingeschaltete Kolbenführung gerade geführt wird, wird der Hochdruckschieber angetrieben. Die Kolbenführung hat außerdem noch 3 Zwecke zu erfüllen: Entlastung des Exzeters vom Schiebergewicht, Aufnahme der Massenwirkung durch abwechselnde Kompression und Expansion eingeschlossener Luft und Verstellen der Steuerung von Hand für das Anlassen der Maschine; letzteres wird dadurch ermöglicht, dass der äußere Antriebhebel, welcher exzentrisch gelagert und mit der Kolbenführung lösbar verbunden ist, durch einfaches Verdrehen seiner Achse ausgekuppelt werden kann.

Der Hochdruckzylinder hat Kolben-, der Niederdruckzylinder Flachschiebersteuerung. Die Einströmung in den

Fig. 149.



weil abweichend von diesen noch eine besondere Kreuzkopfführung angeordnet werden musste.

Die Kupplung der Maschinenwelle mit der Dynamomaschine und Zwischenscheibe erfolgt mittels 4 kräftiger Kettenglieder, wovon 2 für Vorwärtsgang und 2 für Rückwärtsgang dienen.

Außerdem sind noch 2 einfachwirkende 260 pferdige und 3 100 pferdige Verbundmaschinen ausgestellt, deren Konstruktion den bekannten

Westinghouse-Zwillingsmaschinen nachgebildet ist.

Fig. 147 zeigt einen senkrechten Schnitt durch die sog. Compound Standard Automatic Engine. Die neben einander liegenden Zylinder sind aus einem Stück gegossen; die Kolbensteuerung liegt abweichend von der früheren Ausführung wagrecht über den Zylindern und wird durch einen Winkelhebel mit Kugelgelenk von einem außerhalb des Maschinengehäuses mit dem Schwungradregulator verbundenen Exzenter angetrieben.

Der Niederdruckkolben ist mit besonderer Plungerführung versehen; hierdurch wird unterhalb des Niederdruckkolbens ein ringförmiger Raum gebildet, welcher zur Luft-

kompensation und Expansion behufs Aufnahme bezw. Ueberwindung der Massenwirkung des Kolbens und der Schubstange dient. Die Luftspannung kann durch ein Ueberströmventil von aussen geregelt werden. Der Schwungradregulator ist vollständig eingeschlossen und schwimmt in Oel; ebenso ist das Triebwerkgehäuse vollständig geschlossen und bis zur Wellenmitte teils mit Wasser und teils mit Oel gefüllt. Die Kurbelwelle ist in der Mitte noch durch ein offenes Lager unterstützt.

Diese Standard-Maschine wird gegenwärtig in 11 Grössen von 35 bis 750 PS ausgeführt.

Für kleinere Leistungen wurde in den letzten Jahren noch die Junior-Zwillingsmaschine, Fig. 148, in 7 Grössen von 5 bis 75 PS auf den Markt gebracht, welche sich von der seither ausgeführten gleichen Maschinengattung durch einfachere Konstruktion und grössere Billigkeit unterscheidet.

Die Kurbelwelle besteht aus gebogenen Kröpfungen ohne mittleres Stützlager; der Steuerkolben liegt ebenfalls wagrecht über den beiden Cylindern und wird durch einen Winkel-

hebel mit Kugellager von einem exzentrischen Zapfen des an der Aussenseite des Schwungrades sitzenden Regulators angetrieben.

Der Regulator, Fig. 149, ist offen und unterscheidet sich nicht wesentlich von der bekannten, für Exzenterantrieb der Steuerung üblichen Konstruktion. In neuester Zeit wird dieser billige Motor Junior auch für Verbundbetrieb von 5 PS bereits beginnend bis zu 65 PS gebaut.

Mit einfachwirkenden Verbunddampfmaschinen werden 10 kg Dampf für 1 PS<sub>i</sub> bei freiem Auspuff und 8,2 kg bei Kondensation gebraucht.

Es mögen nun noch einige auf der Ausstellung nicht vertretene Systeme schnelllaufender Dampfmaschinen Erwähnung finden:

**Weston Engine Co., Painted Post, N. Y.**

Die Firma führt nur Eincylindermaschinen bis 160 PS und Tandem-Verbundmaschinen bis 230 PS aus.

Fig. 150.

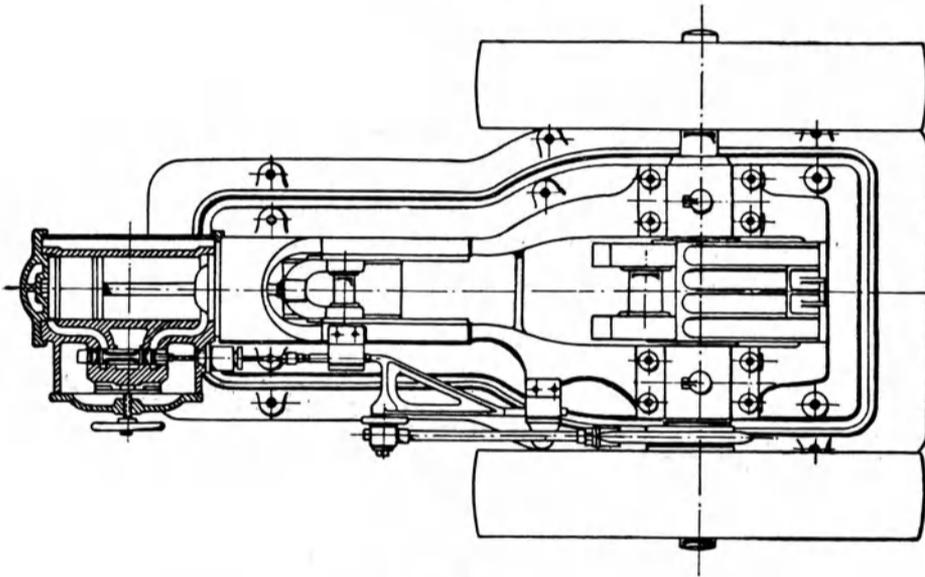


Fig. 152.

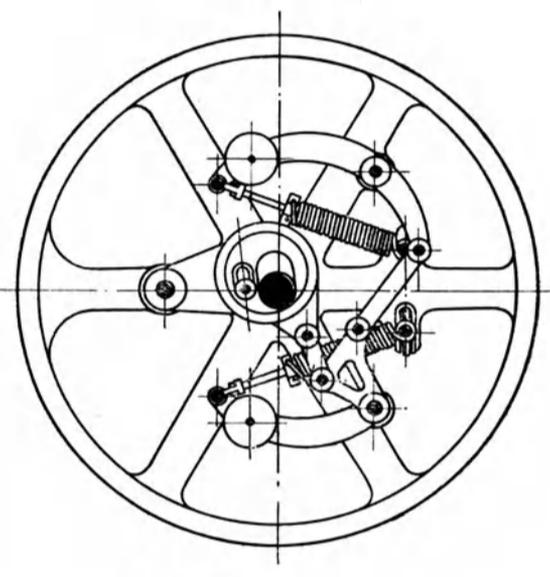


Fig. 151.

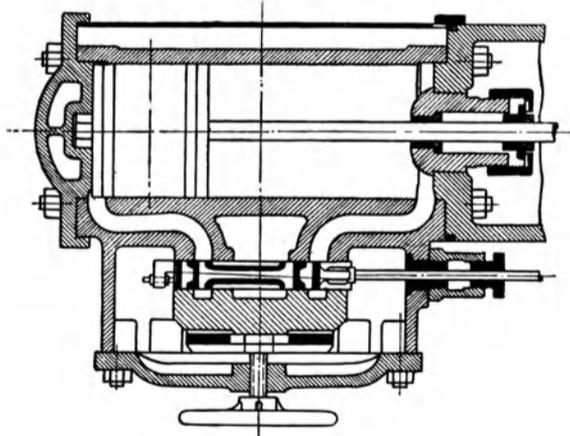


Fig. 154.

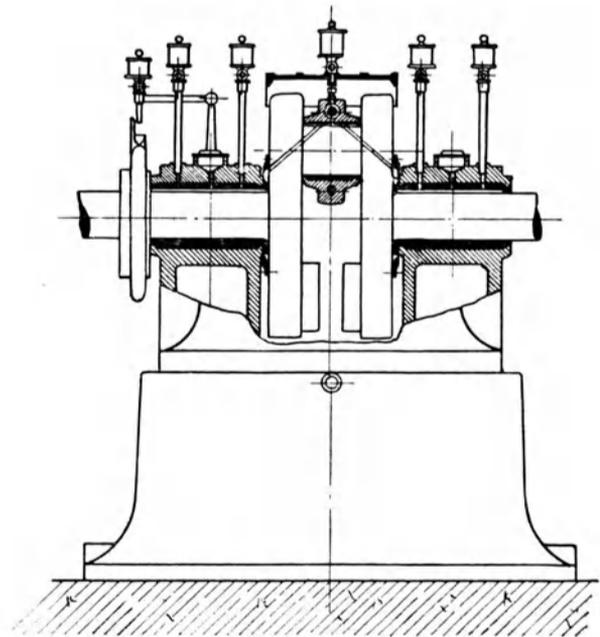
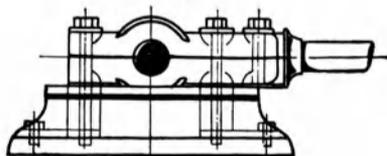


Fig. 153.



Die allgemeine Anordnung ergibt sich aus dem Grundriss der Eincylindermaschine, Fig. 150. Der mit dem Schieberkasten aus einem Stück gegossene Dampfcylinder ist frei-

schwebend mit einem kräftigen durchlaufenden Rahmen verschraubt; dieser verbindet die beiden Lager der gekröpften Welle und enthält die eingeleisige Kreuzkopfführung. An

den Enden der gekröpften Welle sitzen wie gewöhnlich 2 Schwungräder, von denen eines wieder den Regulator enthält. Die ganze Maschine ist auf einem genügend hohen Sockel montiert, sodass die Schwungräder über dem Boden schweben. Für die Steuerung dient ein entlasteter Rahmenschieber, Fig. 151, mit vierfacher Einströmung an der inneren Steuerkante. Das Abheben der Entlastungsplatte infolge der

Inneneinströmung wird verhindert durch eine Druckschraube mit Feder, welche im Schieberkastendeckel geführt ist.

Der Regulator, Fig. 152, hat folgende Eigentümlichkeiten: Die beiden Gewichthebel wirken am gleichen Angriffspunkt des Steuerexzcenters mittels der Gelenkverbindung derselben unter einander; die Spannungen in den beiden Federn gleichen sich beständig vollkommen aus, indem ein Paar Federenden an

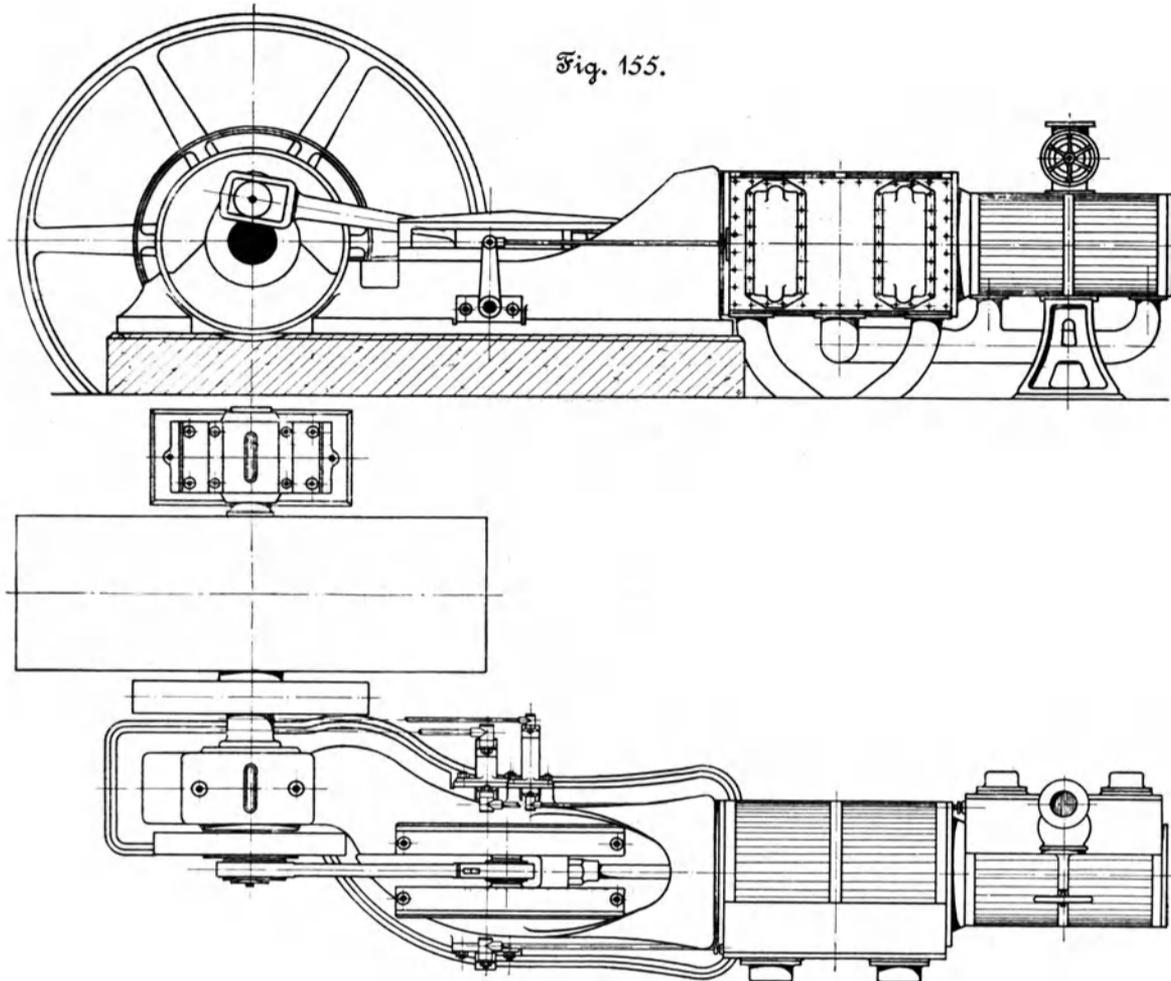
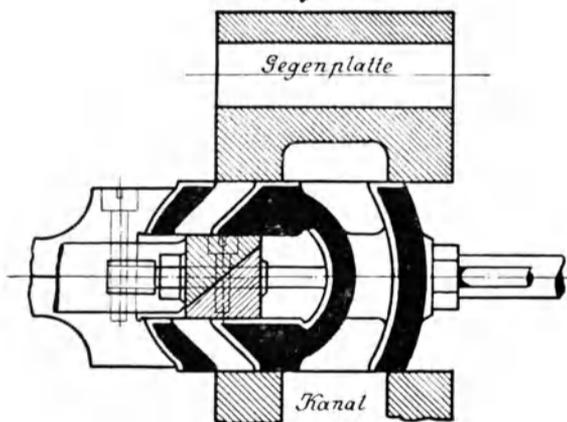


Fig. 156.

Fig. 157.



einem gemeinschaftlichen Führungsstück angreifen, welches im Schlitz eines Schwungradarmes sich verschieben kann.

Der Kreuzkopf ist der Länge nach zweiteilig aus Guss-eisen, Fig. 153; durch 6 Klemmschrauben sind Kolbenstange und Zapfen im Kreuzkopfkörper befestigt.

Die einzelnen Triebwerkteile werden durch besonders aufgesetzte Schmiergefäße geschmiert, deren Arbeitsweise für Kurbellager und Kröpfung beispielsweise deutlich aus Fig. 154 hervorgeht.

Die Tandem-Verbundmaschinen unterscheiden sich von der vorbeschriebenen Anordnung nur durch den zweiten Cy-linder. Die Steuerung beider Cylinder erfolgt gemeinschaftlich

vom Steuerexzcenter mit Regulator. Es wird also im Hochdruck- und Niederdruckcylinder gleichzeitig die Füllung verändert.

#### Williams Engine and Clutch Works, Beloit, Wis.

Von diesem Werke werden ebenfalls gegenwärtig nur Eincylinder- und Tandem-Verbundmaschinen für Leistungen bis zu 200 bzw. 500 PS gebaut, bei Umdrehungen zwischen 270 und 180 i. d. Min.

Die Tandem-Anordnung dieses Maschinentypus zeigt Fig. 155. Ein breiter Rahmen mit viergleisiger Kreuzkopf-

führung trägt zentrisch verschraubt den Niederdruckcylinder, mit dessen Deckel der Hochdruckcylinder unmittelbar verbunden ist. Gusseiserne Kurbelscheibe mit angegossenem Gegengewicht. Die Schieberkasten und der Steuerungsantrieb liegen auf verschiedenen Seiten der Cylinder. Als Steuerorgane dienen entlastete Expansionsdoppelschieber, Fig. 156.

Der Grundschieber ist als Rahmen mit Entlastungsplatte ausgebildet, der Expansionschieber in ihn entlastet eingeschoben und nachstellbar.

Da der Expansionschieber entlastet und klein ist, kann der Regulator einfach und leicht werden, Fig. 157.

Für diese Tandem-Maschine ist neben dem vom Regulator verstellten Expansionsexzenter ein Grundexzenter vorhanden, welches die beiden Grundschieber für Hoch- und Niederdruckcylinder gemeinschaftlich steuert; die Uebertragung erfolgt durch Schwingungshebel.

### Straight Line Engine Co., Syracuse.

Als die einfachste, am einheitlichsten durchkonstruierte und am ruhigsten laufende Dampfmaschine mit hoher Umdrehungszahl verdient unter den amerikanischen Ausführungen zweifellos die Straight Line-Maschine bezeichnet zu werden.

Sie ist auf der Ausstellung jedoch nicht vertreten. Eine 250 PS-Maschine war als aufsergewöhnliche erstmalige Ausführung für die Ausstellung bestimmt, konnte jedoch nicht frühzeitig genug fertiggestellt werden.

Die gegenwärtige Durchbildung der Maschineneinheiten für die üblichen Gröfsen unterscheidet sich nicht von den durch die Berichte über die Pariser Ausstellung im Jahre 1889 und über meine Studienreise in Amerika im Jahre 1887 bereits bekannt gewordenen Konstruktionseinheiten<sup>1)</sup>. Es sind nur wenige Aenderungen von untergeordneter Bedeutung vorgenommen.

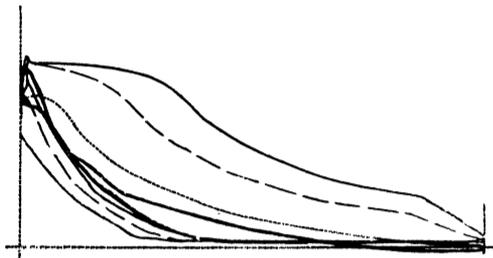


Fig. 158.

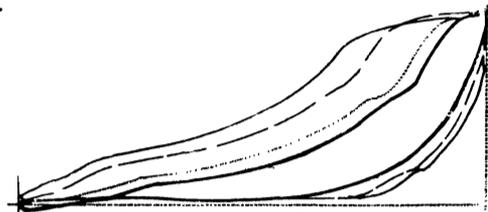
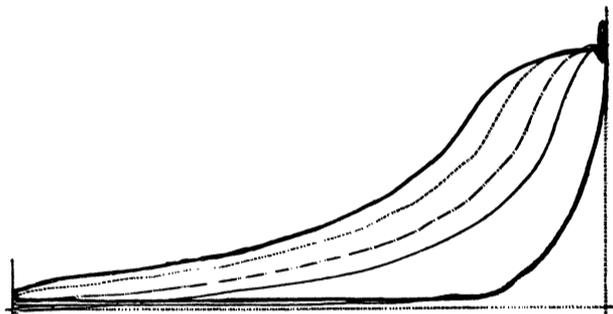
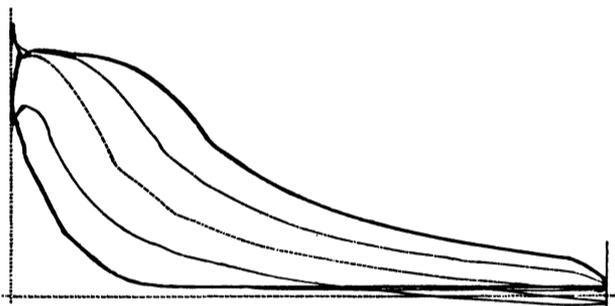


Fig. 159.



Die Steuerung erfolgt entweder mittels eines einfachen, entlasteten Rahmenschiebers, welcher mit dem Schwungradregulator verbunden ist, oder mittels getrennter entlasteter Ein- und Auslassrahmenschieber, wobei der erstere nur vom Regulator gesteuert wird. Fig. 158 giebt Indikatordiagramme bei veränderlicher Füllung einer Maschine mit einem Schieber (229 mm Cylinderdmr., 305 mm Kolbenhub) bei 225 Min.-Umdr.; Fig. 159 solche einer Maschine mit Doppelschieber (356 mm Cylinderdmr., 406 mm Kolbenhub) bei derselben Umdrehungszahl. Letztere Diagramme zeigen konstante, erstere veränderliche Kompression. Der Dampfverbrauch wird zu 14 bis 15 kg für 1 PS<sub>i</sub> angegeben.

Die eigenartige originale Durchbildung der Straight Line-Maschine hat wissenschaftliche und praktische Anerkennung gefunden und stets das lebhafteste technische Interesse hervorgerufen.

Es mag daher zum Schluss meines Berichtes noch gerechtfertigt erscheinen, anstelle der Wiedergabe von Konstruktionseinheiten einige Bemerkungen über die Herstellungsweise dieser wohlgedachten Maschine sowie über die Einrichtung der Werkstätte, in welcher sie entsteht, anzufügen.

Konstrukteur der Maschine ist Prof. Sweet, ehemaliger Lehrer am Sibley College der Cornell University in Ithaka. 1873 wurde die erste Maschine gebaut, 1875 die zweite, 1879 die dritte.

Nach Gründung der Straight Line Engine Co. 1879 übernahm Prof. Sweet die technische Leitung der zunächst kleinen und beschränkt eingerichteten Werkstätten. Erst im Jahre 1890 wurde ein neues, einheitlich angelegtes und mit den dem auszuführenden Maschinentypus entsprechenden Arbeitsmaschinen ausgerüstetes Fabrikgebäude bezogen. Bis

jetzt wurden ausschliesslich 3 Maschinengrößen für Leistungen zwischen 25 und 125 PS<sub>i</sub> ausgeführt.

Die Dampfzylinderabmessungen und Hübe der drei Maschinentypen sind die folgenden:

- |    |     |     |     |    |      |     |     |    |      |     |            |
|----|-----|-----|-----|----|------|-----|-----|----|------|-----|------------|
| 1) | 203 | und | 229 | mm | Dmr. | bei | 305 | mm | Hub; | 285 | Min.-Umdr. |
| 2) | 254 | »   | 279 | »  | »    | »   | 356 | »  | »    | 270 | »          |
| 3) | 356 | »   | 381 | »  | »    | »   | 406 | »  | »    | 230 | »          |

Die Beschränkung der Fabrikation auf diese Ausführungsverhältnisse ist durch die eigenartige Konstruktion der Maschine bedingt, die sich auf beliebige Maschinengrößen nicht ohne weiteres übertragen lässt.

Gusseisenrahmen und Triebwerk sind für die beiden Cylindergrößen eines Typus vollkommen gleich ausgeführt, die Umdrehungszahlen ausserdem veränderlich zwischen den angegebenen Werten, sodass beliebige Maschinenleistungen innerhalb 25 bis 125 PS erreicht werden können.

Gegenwärtig wird ein Modell für eine 250 pferdige Dampfmaschine mit 508 mm Dmr. und 508 mm Hub bei 150 Umdr. ausgeführt; diese Maschine war ursprünglich für die Chicagoer Ausstellung bestimmt.

Das Fabrikgebäude, dessen Grundriss in Fig. 160 wiedergegeben ist, umfasst eine Montierungswerkstätte mit anstossender Dreherei und Schlosserei, eine Modellschreinerei und eine Schmiede.

Der Montierungsraum ist 60 × 60 m groß, die Werkstätten sind mit Sheddächern aus Walzeisen einfach und leicht konstruiert. Die für die Sheddächer im Innern der Werkstätten nötigen eisernen Säulen sind aus vier einfachen L-Eisen zusammengesetzt.

Im Montierungsraum befinden sich 2 Laufkrane von je 5000 kg Tragkraft, deren Laufschiene aus einfachen Eisenschienen bestehen, welche mittels breiter gusseiserner

<sup>1)</sup> Z. 1890 S. 805 u. f. und 1888 S. 732 u. f.

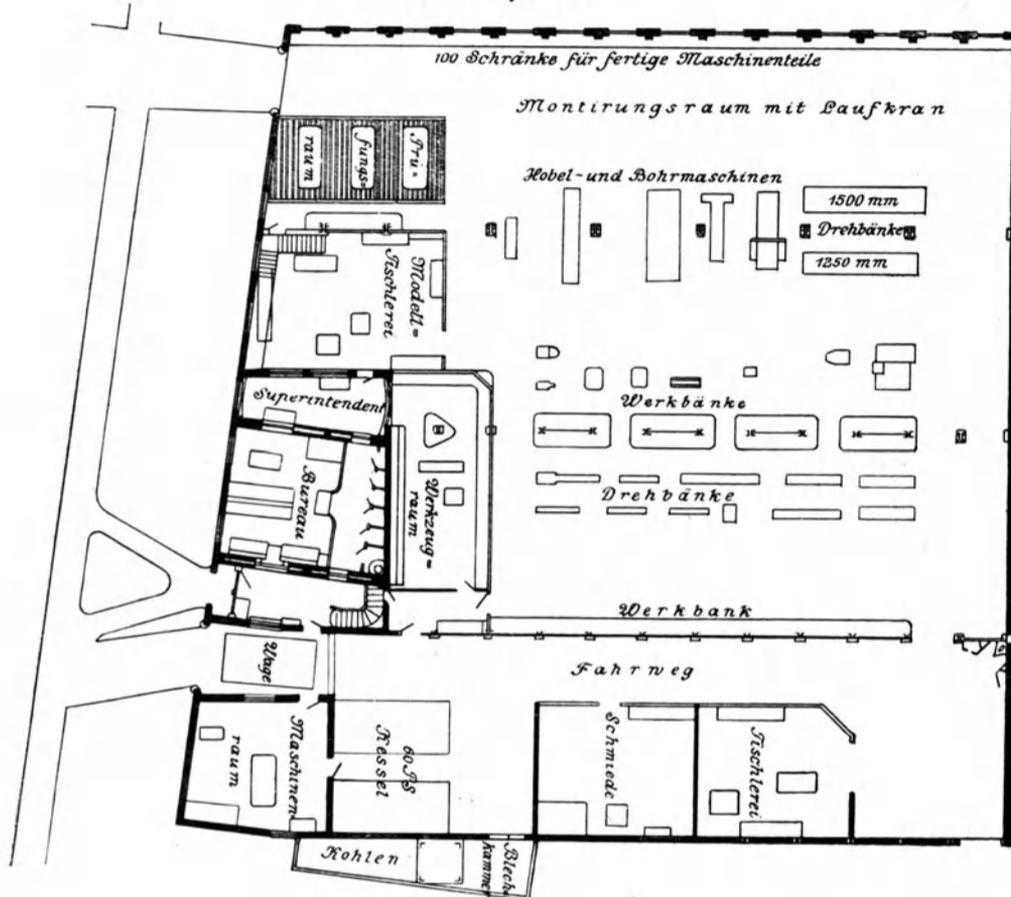
Stützen von den Mauerpfeilern bzw. Säulen getragen werden. Die Laufkatze hat, um leichte Beweglichkeit zu erzielen, ungewöhnlich große Laufräder.

An der Längswand des Montirungsraumes sind in etwa 100 Wandschränke die fertig bearbeiteten Triebwerk- und Steuerteile der einzelnen Maschinengattungen wohl geordnet untergebracht.

Die Werkstätten beschäftigen gegenwärtig 100 Arbeiter; im vorletzten Betriebsjahre wurden 50, im letzten ungefähr 70 Maschinen gebaut.

Der Preis der Maschinen beträgt 657 \$ für die kleinsten von 25 PS, 1150 \$ für die mittleren von 50 bis 75 PS und 2000 \$ für die großen Maschinen von 125 PS.

Fig. 160.



Die gegenwärtige Konstruktion der Maschineneinheiten unterscheidet sich nicht von der durch die Pariser Ausstellung bereits bekannt gewordenen. Änderungen sind nur an einigen untergeordneten Einzelheiten vorgenommen.

Die Grundlage der Konstruktion der Straight Line-Maschine bildet das Streben nach möglichst gedrängter, zweckmäßiger Gesamtform, Leichtigkeit, geringer Abnutzung und leichter Nachstellbarkeit der bewegten Teile.

Unter den Mitteln, mit welchen diesen Bedingungen gerecht zu werden gesucht wird, ist das eigenartigste die Herstellung der Dampfzylinder mit Schieberkasten, Rahmen mit Kreuzkopfführung und Kurbellager aus einem Stück.

Das Gussstück ist in der Durchbildung und Bearbeitung trotz seiner vielseitigen Aufgabe doch verhältnismäßig einfach.

Die Bearbeitung geht zunächst so vor sich, dass der Rahmen mit seiner unteren Auflagerfläche nach oben auf eine Fräsmaschine gespannt wird, auf welcher ohne umzuspannen alle ebenen Flächen des Gussstückes, Flanschflächen an den Schieberkasten, Schieber Spiegel, Schieberstangenführung, Kreuzkopfführung und Auflagerflächen der Cylinder und der Lager gefräst werden.

Als dann werden Dampfzylinder und Lager, ebenfalls gleichzeitig auf einer besonderen Werkzeugmaschine, ausgebohrt. Das richtige und rasche Anspannen auf diese

wird durch geeignete, auf der Fräsmaschine bearbeitete Ansätze am Rahmen erleichtert. Letztere werden nach erfolgter Bearbeitung entfernt.

Sehr eigenartig ist die Bearbeitung der gekröpften Welle, welche aus 2 Kurbelscheiben, 2 eingesetzten Achsstücken mit Lagerhälsen und dem eigentlichen Kurbelzapfen besteht.

Zunächst wird auf der Plandrehbank die Außenseite einer Kurbelscheibe abgedreht, dann wird umgespannt, mit der gewonnenen ebenen Fläche gegen die Planscheibe gelegt, vollständig abgedreht und hierauf die Kurbelzapfenöffnung ausgebohrt.

Die Bearbeitung der zweiten Kurbelscheibe erfolgt nun in der umgekehrten Weise, um den auf der Drehbank eingestellten Support für die Bearbeitung der Kurbelbohrung sofort benutzen zu können. Dann wird der Kurbelzapfen eingesetzt und schliesslich parallel zu diesem die Achsbohrung genau ausgedreht. Die gekröpft Welle wird für die mit dem Kurbelzapfen parallele Achsbohrung mittels einer doppelten Libelle eingestellt; diese sitzt senkrecht auf einer ungefähr 500 mm langen Stange, mit deren anderem Ende ein mit der Libelle paralleles und auf den Kurbelzapfen passendes Lager verbunden ist.

Verstellbare Mitnehmer ermöglichen eine von den Drehbankspitzen unabhängige Festlegung der Kurbelachse und damit genau parallele Stellung des Kurbelzapfens mit der Verbindungslinie der Spitzen.

Mit zentrisch um die Kolbenstange drehbaren Tastern wird die senkrechte Lage der Kreuzkopffzapfen zur Kolbenstangenachse geprüft; um den Parallelismus zwischen Kreuzkopfführung und Cylinderachse zu erproben, werden in die Cylinderbohrung zentrierte cylindrische Dorne mit Tastern eingesetzt, welche bei axialer Verschiebung die unteren und seitlichen Führungsflächen des Kreuzkopfes berühren.

Zur Bearbeitung des Schieberstangenkreuzkopfes, welcher 4 ebene Führungsflächen besitzt, wird ausgegangen von der Richtung der Schieberstangenachse, deren mittlere Lage zu den unbearbeiteten Seitenflächen des Kreuzkopfes festgestellt wird, in welche der Kreuzkopf passt.

In den Wänden der Hohlform sitzen Stiftschrauben, deren Endflächen im Inneren die Arbeitsflächen des Kreuzkopfes genau begrenzen, wenn sie soweit eingeschraubt sind, dass ihre Köpfe an den Außenflächen der Hohlform genau anliegen. Durch Einpassen des rohen Gussstückes derart, dass die Stellschrauben an allen Seiten gleichmäßig zurückgezogen sind, ist diejenige Lage der Schieberstangenmitte bestimmt, bei welcher eine vollkommen gleichmäßige Bearbeitung der Seitenflächen erreicht werden kann.

Die gehärteten Stahlzapfen und Büchsen der Exzenterstangenachsen haben ungewöhnlich große Auflagerflächen und sind zum Zwecke der Nachstellung konisch geformt.

Die Bearbeitung der gehärteten Stahlzapfen und Büchsen der Triebwerk- und Steuerteile geschieht nach bestimmten Leeren mittels einer Schmirgelschleifmaschine von Landies Br., Waynesboro, Pa. Diese hat Stellvorrichtung für konische und cylindrische Arbeitstücke und Hohlräume und ermöglicht kurzen und langen Hub sowie veränderliche Umdrehungszahl der Schmirgelscheibe vermittels Daumen und Reibungsräderantriebes.

Zum Messen der Schieber, deren Dicke auf  $\frac{1}{40}$  mm genau herzustellen ist, dienen besondere Nonien.

No.	Erbauer	Art der Maschine	Dampfzylinder		Min.-Umdr.	Dampfdruck kg/qcm	Kurbelzapfen		Kreuzkopfzapfen		Welle im Lager		Steuerungskanäle			Dampfrohre			Schwungrad		Bemerkungen			
			Dmr. mm	Hub mm			Dmr. mm	Länge mm	Dmr. mm	Länge mm	Dmr. mm	Länge mm	Einlass mm	Abmessungen mm	Verhältnis zum Cylinder- querschnitt	Einlass mm	Dmr. mm	Verhältnis zum Cylinder- querschnitt	Anzahl	Dmr. und Breits mm		Gewicht kg		
1	The Edward P. Allis Co., Milwaukee, Wis.	Eincylinder do. do.	700	813	62	7	203	203	203	406	711	310 qcm	465 qcm	16,7	254	305	10,2	254	7,1	1	7315	27250	nicht ausgestellt	
2			350	610	70	7	152	152	152	330	559	193	354	15,1	178	229	11,7	178	7,1	1	5650	11350		
3			135	418	82	7	105	105	105	210	392	—	84	142	16,4	102	152	16,7	102	7,3	1	3658		4550
4	The Edward P. Allis Co., Milwaukee, Wis.	Verbund mit Kondensation	2000	813	75	11,2	254	254	254	559	1245	465	730	16,7	254	305	10,2	254	7,1	1	7625	68000	Kraftstation für elektr. Hochbahn	
5			2000	1524	60	8,1	229	229	229	483	813	533	270	445	12,7	203	254	10,5	203	7,4	1	9150		63700
6	Bass Foundry & Machine Works, Fort Wayne, Ind.	Eincyl. ohne Kond.	2000	1016	60	8,1	229	229	229	483	813	684	965	11,8	305	356	11,1	305	8,15	1	1930	63700	Maschinenhalle	
7			300	1524	72	8,8	102	114	86	108	203	406	254	762	35	127	152	10,2	127	7,2	1	4800		17100
8	Buckeye Engine Co., Salem, Ohio	Dreifach-Expansion mit Kondensation	1000	508	85	8,1	165	178	133	191	330	775	43	775	5,1	203	254	6,3	203	4,0	1	6100	—	do.
9			142	419	110	—	95	121	85	121	190	381	400	24	400	10,4	152	178	7,6	152	5,5	1	3965	
10	Corliss Steam Engine Co., Providence, R. J.	Tandem-Dreifach-Expansion	2400	597	65	10,5	203	254	203	254	508	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8540	72436	nicht ausgestellt
11			1300	1422	60	8,8	162	203	162	203	406	813	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	9150	
12	Williams Engine & Clutch Works, Beloit, Wis.	Verbund mit Kondensation	1000	584	120	8,8	178	178	146	165	330	546	63	7,85	254	406	5,3	254	8,3	1	4727	13650	Schwungrad für 20 Seile von 32 mm Dmr. nicht ausgestellt	
13			600	622	100	9,15	203	216	178	191	368	762	406	63	7,1	203	—	5,6	203	—	1	4700		—
14	Fitchburg Steam Engine Co., Fitchburg, Mass.	Tandem-Verbund	370	406	100	8,45	127	152	102	127	279	406	32	406	8,4	152	178	7,15	152	5,2	1	5500	10500	nicht ausgestellt
15			235	330	110	8,45	102	127	83	102	191	406	330	32	330	7,4	127	152	6,7	127	4,7	1	4260	
16	The Lane & Bodley Co., Cincinnati, Ohio	Eincylinder	150	457	100	5,3	114	140	89	114	229	457	32	457	9,5	152	178	9,1	152	6,6	1	4260	5450	do.
17			200	457	80	8,8	113	127	100	111	227	457	227	24	457	9,0	127	152	12,9	127	9,0	1	4260	
18	Mc. Intosh & Seymour, Albany, N. Y.	Tandem-Verbund	300	406	80	8,8	138	143	125	130	265	406	22	406	8,6	114	127	12,7	114	10,2	1	5500	13400	Maschinenhalle
19			300	406	75	8,8	84	111	84	111	202	406	316	22	406	10,3	114	127	10,3	114	8,3	1	914	
20	Russell & Co., Massillon, Ohio	Zwillings-Tandem-Verbund mit Kondensation	1200	457	110	8,8	191	229	152	229	356	610	—	—	—	178	—	6,6	—	—	1	4880	23600	do.
21			600	610	150	8,8	152	114	133	114	254	406	292	140	155	6,1	—	—	6,6	—	—	1	3020	

Die Flanschdichtungsflächen der Cylinder und Deckel werden für rein metallische Abdichtung ohne Oelzwischenlage geschabt. Der Gebrauch des Oels hat den Uebelstand, dass beim Demontieren durch Abkratzen des inzwischen hart gewordenen Oels die Dichtungsflächen beschädigt werden.

Außer den im Vorhergehenden beschriebenen raschlaufenden Dampfmaschinen und den im Berichte des Hrn. Prof. Riedler eingehend erörterten Großdampfmaschinen sind in der Ausstellung nur noch verhältnismäßig wenige Dampfmaschinen amerikanischer Konstruktion mit normaler oder mäßig hoher Umdrehungszahl vertreten. Zur Vervollständigung der vorangegangenen Berichte seien letztere noch kurz skizziert, mit dem Hinweise auf eine spätere, durch Zeichnungen vervollständigte Beschreibung derselben.

Die Tabelle auf S. 55 giebt wiederum eine Uebersicht über die Hauptabmessungen der in betracht kommenden Ausstellungsmaschinen, sowie von Dampfmaschinen mehrerer auf der Ausstellung nicht vertretenen Firmen.

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich zunächst, dass die mittlere Kolbengeschwindigkeit innerhalb derselben Grenzen wie für die raschlaufenden Dampfmaschinen sich bewegt; die Querschnitte der Steuerkanäle dagegen sind meist kleiner genommen, ohne dass jedoch ein allgemein gehaltenes Verhältnis derselben zum Cylinderquerschnitt sich ausspricht; vielmehr scheint die Rücksichtnahme auf die Vereinfachung der Fabrikation der verschiedenen Maschinengrößen die Annahme der Steuerungsverhältnisse wesentlich zu beeinflussen.

#### Bass Foundry & Machine Works, Fort Wayne, Ind.

300 pferd. Corliss-Verbundmaschine. Beide Cylinder mit Ausklinksteuerung. Aufbau europäischer Bauart. Bajonett-rahmen mit Rundführung.

Der Regulator wirkt auf die Steuerungen beider Cylinder. Exzenterantrieb mit Hebelübersetzung ins große zur Antriebscheibe der Schieberhebel.

Dampfzylinderdmr. 406 mm und 760 mm bei 1070 mm Hub und 72 Min.-Umdr.

#### Buckeye Engine Co., Salem, Ohio.

Dreifach-Expansionsmaschine von 1000 PS mit 4 Cylindern und 2 Kurbeln unter 90°. Auf jeder Maschinenseite 2 Cylinder, »Tandem« hinter einander aufgebaut, und zwar rechts Hochdruckcylinder, links Mitteldruckcylinder, an den Maschinenrahmen angeschlossen.

Mit diesen sind durch Laterne 2 getrennte Niederdruckcylinder verbunden. Der Aufnehmer zwischen Hoch- und Mitteldruckcylinder liegt quer zwischen den beiden Maschinen unter Maschinensohle. Der Aufnehmer für die beiden Niederdruckcylinder liegt der Länge nach im Fundament und erhält die Zuströmung aus dem Mitteldruck-, die nach beiden Seiten geteilte Abströmung geht zu den Niederdruckcylindern.

Die Ausströmungsröhren nach einem Conover-Kondensator sind am rückwärtigen Ende an den Niederdruckcylindern angeschlossen.

Die Cylinderdmr. sind folgende: Hochdruck- 508 mm, Mitteldruck- 825 mm und die beiden Niederdruck- 914 mm; Kolbenhub 1219 mm, Min.-Umdr. 85.

Steuerung aller Cylinder durch Expansionsdoppelschieber.

Die Hochdrucksteuerung hat 2 Exzenter mit Federregulator, ebenso die Steuerung für die zweite Maschinenseite mit Mittel- und Niederdruckcylinder. Die Schieberkonstruktion ist vollkommen übereinstimmend mit der bei den raschlaufenden Buckeye-Maschinen beschriebenen und in Fig. 73 dargestellten Ausführung. Die Grundschieber sind teilweise entlastet; die schmalen Expansionschieberplatten gleiten innerhalb der ersteren.

Die Niederdruckcylinder sind auf einer Sohlplatte aufgebaut, welche Verschiebung und Wärmeausdehnung zulässt. In der Laterne sind die Stopfbüchsen der durchgehenden Kolbenstange zugänglich angebracht.

Der hintere Cylinderdeckel am Hochdruckcylinder ist in der Laterne abnehmbar.

Auf der Schwungradwelle sitzen 2 Riemscheiben mit getrennten Armsystemen, im Kranz unter einander verschraubt.

Breite des dreifachen Riemens 1800 mm bei 16 mm Dicke, Riemscheibe 6 m Dmr. bei 1875 mm Breite.

Außerdem ist noch ausgestellt eine langhubige Eincylinder-Auspuffmaschine von 142 PS mit 110 Min.-Umdr. Die konstruktiven Einzelheiten stimmen mit den für die raschlaufenden Maschinen beschriebenen überein.

#### Lake Erie Engine Works, Buffalo, N. Y.

Stehende 1000 pferd. Verbundmaschine mit 560 mm Hochdruckcylinder- und 1070 mm Niederdruckcylinderdmr. bei 920 mm Hub. 100 Min.-Umdr.

Einseitig mit Thomson-Houston-Gleichstromdynamo gekuppelt.

Doppeltgekröpfte Welle mit 4 Lagern; Schwungrad zwischen 2 Lagern außerhalb der Kröpfungen; außerdem noch 2 Lager für die Dynamomaschine.

Schwungraddmr. 4260 mm, 18 t Gewicht. Entlastete Williams-Schiebersteuerung, Fig. 156; Einlass- und Auslasschieber getrennt zu beiden Seiten der Cylinder.

Schwungradregulator nur auf Hochdruckeinlasssteuerung, und zwar auf den entlasteten Expansionschieber wirkend. Der Expansionschieber besteht aus keilförmig zusammengesetzten Platten, welche bei eintretender Abnutzung Nachstellung für Dichtheit des Schiebers ermöglichen.

Der Grundschieber ist durch eine Gegenplatte ebenfalls entlastet.

Die 3 Antriebscenter für Einlasschieber des Hoch- und Niederdruckcylinders und Auslasschieber des letzteren sind zwischen den beiden mittleren Lagern der Wellenkröpfung angebracht. Dampfzylinder mit Mantelheizung. Schubstange aus Schmiedeeisen, Stahlzapfen mit Abflachung oben und unten, um Grat zu verhindern, der wegen der oszillirenden Bewegung der Schubstange entstehen könnte.

Gusseiserne Schubstangenköpfe mit schmiedeisernen Querstücken.

Der Schwungradregulator hat nur eine Feder von 15 mm Stärke und ist verhältnismäßig leicht gebaut.

Schwunggewicht aus Metall. Die stellbare Exzentercheibe ist um einen am Schwungrad befestigten Zapfen drehbar, dessen Masse durch ein besonderes Gewicht ausgeglichen ist.

#### The Lane & Bodley Co., Cincinnati.

Liegende 400 pferd. Verbundmaschine. 406 mm und 790 mm Cylinderdmr., 1070 mm Hub bei 80 Min.-Umdr. Bauart ähnlich wie bei uns. Uebliche Rundführung. Rahmen in Rippenguss. Hoch- und Niederdruckcylinder mit Corliss-Steuerung, beide mit Ausklinkung. Antrieb mit einem Exzenter. Kreuzkopf aus Gusseisen mit Längskeilnachstellung der Schlitten (Kompositionseinlage); Kolbenstange eingeschraubt. Geschlossener Schubstangenkopf.

Schieberspindel der Drehschieber aus Rotguss. Aufnehmer im querliegenden Ueberströmungsrohr. Kraftübertragung durch Riemscheiben. Schwungraddmr. 4850 mm, Breite 1000 mm, Gewicht 9100 kg.

Außerdem Eincylindermaschine mit Corliss-Steuerung gleicher Bauart. Lange Kurbellager; Dmr. der Kurbelwelle =  $\frac{1}{2}$  des Cylinderdmr., Länge des Kurbellagers 457 mm, Kurbelzapfendmr. =  $\frac{1}{4}$  Cylinderdmr. (114 mm bei 127 mm Länge). Steuerungsteile haben lange Zapfen.

350 pferd. Tandem-Maschine mit Kondensation. 406 mm und 740 mm Cylinderdmr. bei 1070 mm Hub und 80 Min.-Umdr. Niederdruckcylinder mit Maschinenrahmen verbunden. Hochdruckcylinder dahinter. Versteifung durch 2 Arme. Beide Cylinder mit Ausklinksteuerung und Einwirkung des Regulators. Schwungraddmr. 5500 mm, Breite 915 mm, Gewicht 13200 kg.

#### Mc. Intosh & Seymour Albany, N. Y.

Liegende Viercylindermaschine von 1200 P.S. mit Kondensation, in der Gesamtordnung ähnlich englischen Walzenzugmaschinen. Fig. 161 zeigt eine Maschinenhälfte. Der Hochdruckcylinder ist hinter den Niederdruckcylinder und

dieser an den Maschinenrahmen zentrisch geschraubt. Der Maschinenrahmen mit viergleisiger Geradführung ist an den Kurbellagern zur Aufnahme kugelförmiger gusseiserner Lager-

schalen mit doppelter seitlicher Keilnachstellung besonders kräftig ausgebildet; die Auflagefläche der Kurbelwelle bildet Weißmetalleinguss; um die Lagerschalen ist Wassermantel

Fig. 161.

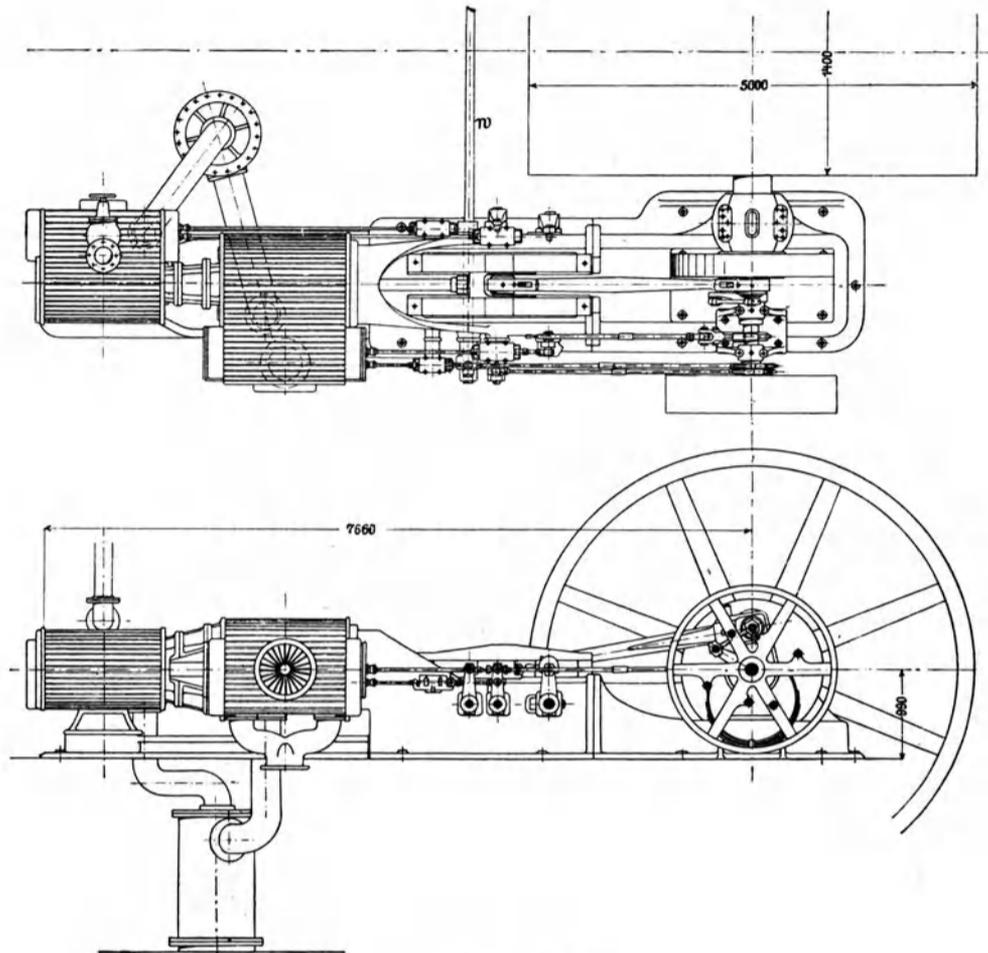
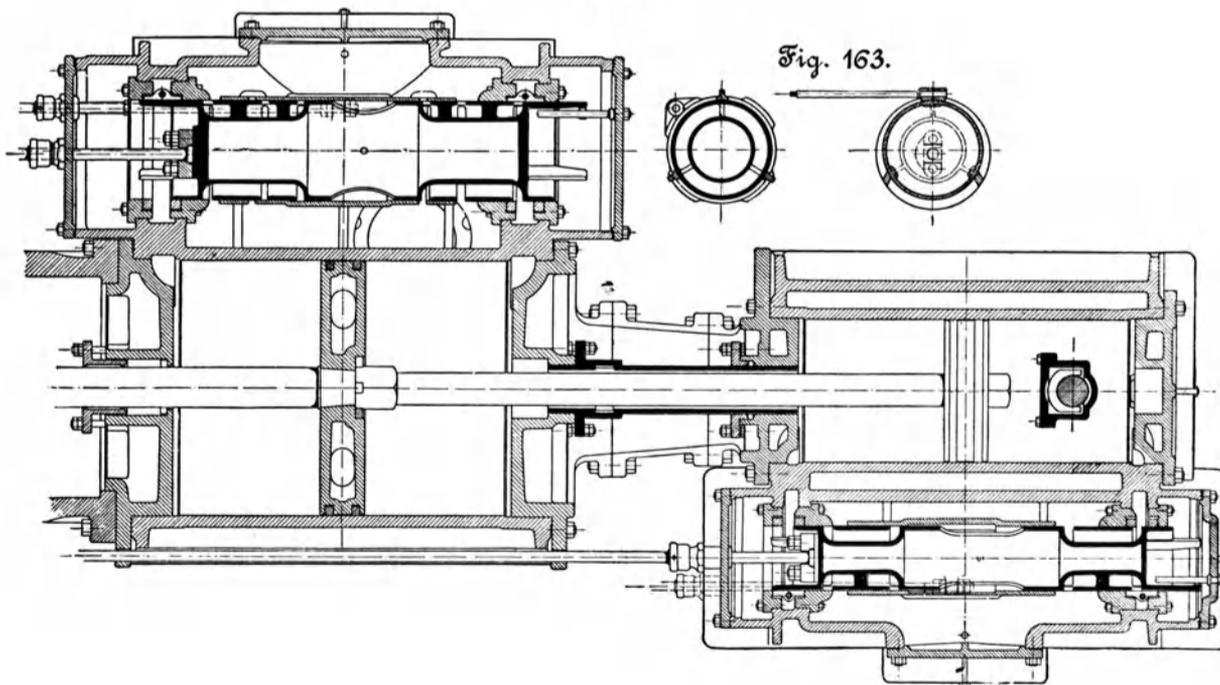


Fig. 162.



vorgesehen. Die Hochdruckcylinder sind mit den Niederdruckcylindern durch herausnehmbare Laternen verbunden und durch lange Metallbüchsen gegenseitig abgedichtet; in letztere

ist außerdem zur Aufnahme des Kolben- und Kolbenstangen- gewichtes eine nachstellbare Lagerschale eingesetzt, auf welcher die Kolbenstange hauptsächlich schleift. S. Fig. 162. Das

Gewicht des Hochdruckcyinders wird durch einen Fundamentrahmen getragen, der mit dem Maschinenrahmen jedoch ungenügend verschraubt ist.

Die Aufnehmer mit kupfernen Heizschlangentröhen stehen im Fundament; in diese strömt der Dampf von oben ein,

seitwärts aus. Der Heizdampf gelangt erst aus dem Dampfmantel des Hochdruckcyinders in die Heizschlange des Aufnehmers.

Hoch- und Niederdruckcyinder haben Doppel-Kolbenschiebersteuerung Fig. 162. Der Grundschieber ist ein an

Fig. 164.

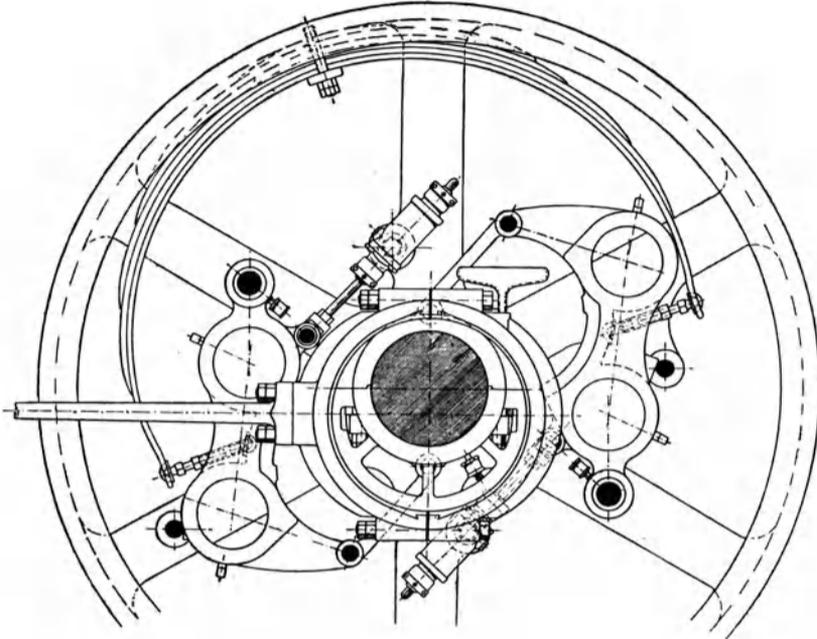


Fig. 165.

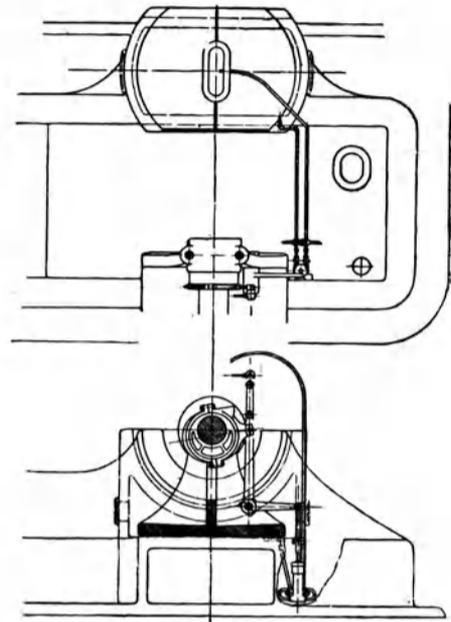
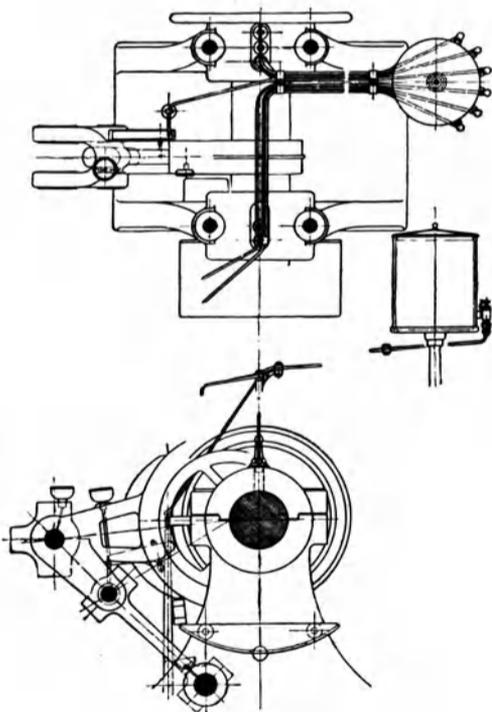


Fig. 166.



beiden Enden geschlossenes verschieden weites Rohr, über dessen mittleren Teil der Expansionsschieber als offenes Rohr geschoben ist.

Am Niederdruckcyinder ist der Expansionsschieber als Gitterschieber ausgebildet.

Die Grundschieber sind an ihren beiden Enden in eingeschraubten Büchsen der Schieberkästen geführt. Die dauernde Dichtheit wird durch nachstellbare Dichtungsringe, welche Fig. 163 im Querschnitt zeigt, erstrebt. Die exzentrisch gedrehten gusseisernen, an ihrer dünnen Stelle geschlitzten Dichtungsringe können von außerhalb der Schieber-

kasten mittels einer genügend langen Stellschraube nachgezogen werden.

Der Dampf tritt am mittleren Teil des Schieberkastens ein und an beiden Enden desselben aus, sodass die Schieberstangenstopfbüchsen unter dem Druck des Auspuffdampfes stehen.

Für die äußere Steuerung der Maschine ist auf jeder Maschinenseite eine besondere Schleppwelle angebracht, welche vom Kurbelzapfen mittelst Lenker und Hebel angetrieben wird. Jede Schleppwelle trägt ein Grundexzenter für den gemeinschaftlichen Antrieb der Grundschieber des Hoch- und Niederdruckcyinders einer Maschinenseite. Der Grundexzentering ist mit der Exzenterstange durch ein Gelenk verbunden und schwingt um eine unterhalb der Schleppwelle gelagerte Stütze; es soll hierdurch der Einfluss der endlichen Schubsänglänge beseitigt und gleiche Füllung auf beiden Cylinderseiten erzielt werden.

Die Bewegung sämtlicher Expansionsschieber erfolgt von einer Maschinenseite aus unter Anwendung einer vor das Schwungrad nach der anderen Maschinenhälfte führenden Steuerhebelwelle *w*. Diese Anordnung ist gewählt, um die Regulierung sämtlicher Expansionsschieber von einem einzigen Schwungradregulator aus zu ermöglichen und damit deren gleichzeitige und gleichmäßige Verstellung zu sichern. Mit dem auf der Schleppwelle der einen Maschinenseite befindlichen Regulator sind daher zwei um  $90^\circ$  versetzt arbeitende Expansionsexzenter verbunden.

Da die Schieberkasten zusammengehöriger Hoch- und Niederdruckcyinder auf entgegengesetzter Seite der Maschinenachse liegen, müssen sämtliche Achsen der Schwinghebel durch die Maschinenrahmen geführt und alle Schwinghebel doppelt angeordnet sein. Die Steuerung ist infolgedessen eine der kompliziertesten, die je gemacht wurden, jedoch in allen Teilen sehr kräftig und konstruktiv gut durchgebildet. Insbesondere sind die Antriebshebel und Wellen sehr stark gehalten, die Uebertragungsstangen für die Expansionsschieber dagegen kaum 20 mm, für die Grundschieber kaum 25 mm stark.

Bezüglich des Schwungkugelregulators, Fig. 164, ist zu bemerken, dass derselbe nur auf Verdrehen der Expansionsexzenter um die Steuerwelle wirkt, so dass nur der Voreil-

winkel, nicht aber die Exzentrizität der steuernden Exzenter veränderlich ist. Die Figur zeigt den Regulator im offenen Zustande.

Für Dampfmaschinen mit einfacher Schiebersteuerung

führt die Firma die Regulatoren so aus, dass das steuernde Exzenter quer zur Kurbelwelle verschoben wird und eine gleichzeitige Veränderung des Voreilwinkels und der Exzentrizität erfolgt.

Fig. 167.

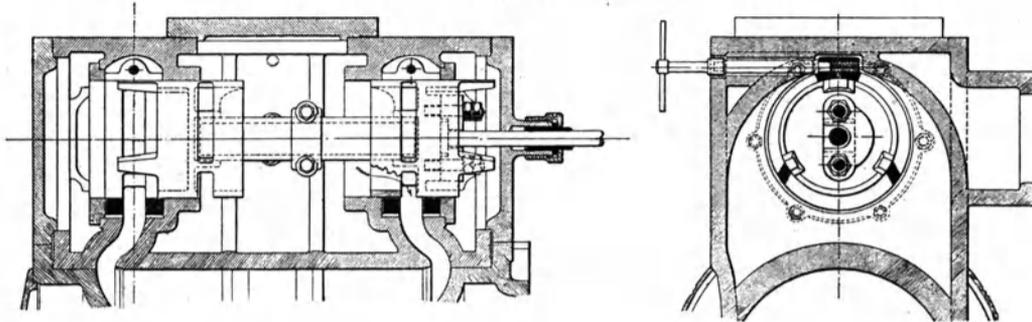


Fig. 168.

Fig. 169.

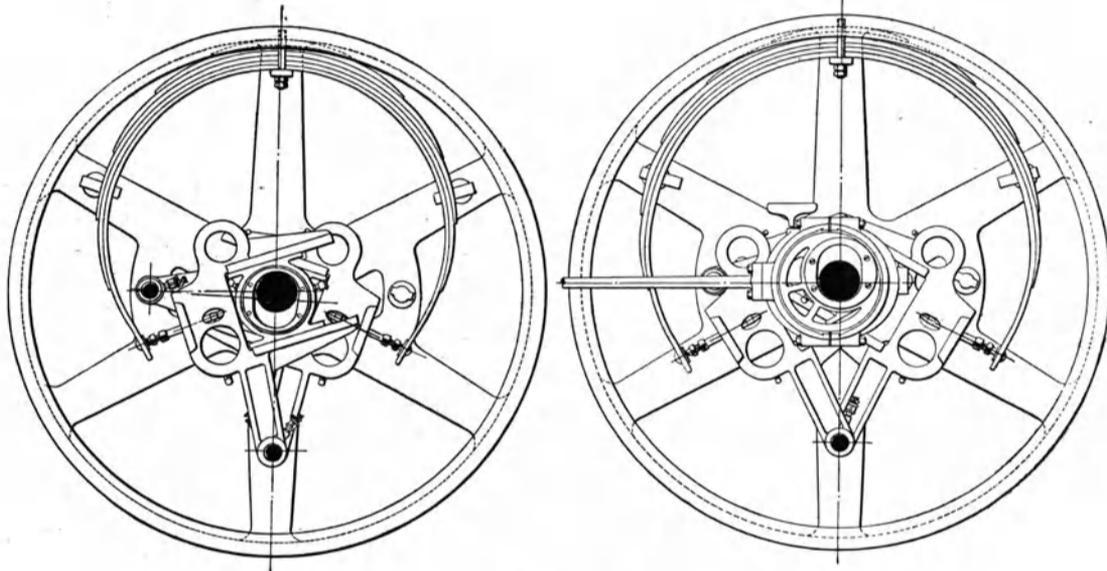
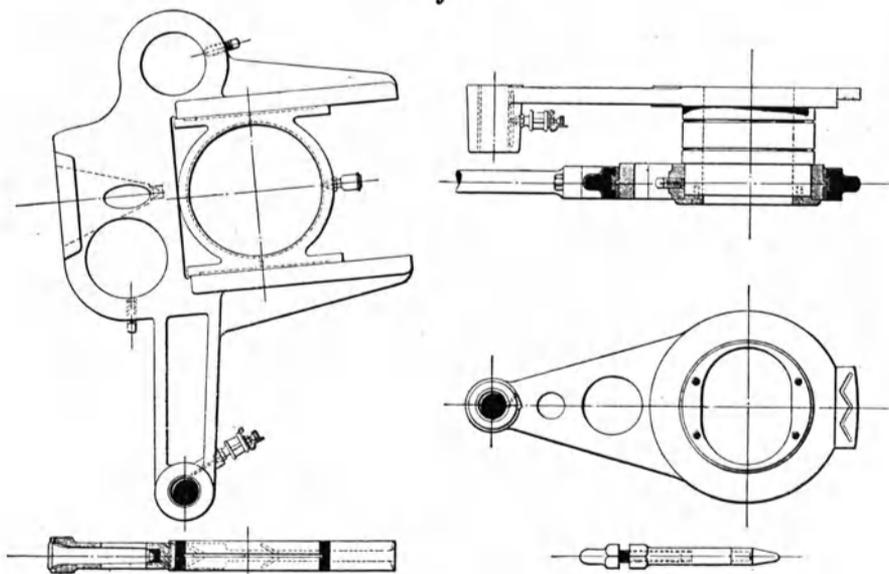


Fig. 170.



Die doppelten Blattfedern, welche der Centrifugalkraft der Regulatorgewichte das Gleichgewicht halten, greifen mittels stellbarer Druckbolzen im Schwerpunkt der Gewichte an.

Die Schmierung der Kurbellager erfolgt automatisch vermittelst einer kleinen, von der Schleppwelle angetriebenen Oelpumpe, Fig. 165. Letztere saugt aus einem Oelbehälter

unterhalb des Lagers und führt das Oel durch den Lagerdeckel zu. Das freie Abfließen von Oel an den Lagerenden verhindern lose über die Welle gelegte Ringe, welche in den Oelbehälter hineinragen und das Oel dort abtropfen lassen. Die Schmierung der Steuerteile auf der Schleppwelle, sowie der Kurbelzapfen von einem gemeinschaftlichen Oelgefäß aus

ist durch Tropfeinrichtungen sichtbar gemacht, Fig. 165 und 166.

Für Eincylindermaschinen mit hoher Umdrehungszahl wird der einfache Kolbenschieber mit stellbaren Dichtungsringen wie in Fig. 167 dargestellt, in Verbindung mit dem Schwungradregulator, Fig. 168 und 169, ausgeführt.

Fig. 168 zeigt die Ruhelage der Regulatorteile.

Fig. 169 die Aufsenlage der letzteren.

Die in Fig. 170 getrennt dargestellten Einzelteile des Regulators zeigen die Konstruktion des an einem Hebel drehbaren Exzenters, sowie die mit den Exzenterführungen aus einem Stück gebildeten Centrifugalgewichte und des stellbaren Druckbolzens zwischen Federn und genannten Gewichten.

In der Kraftstation der elektrischen Hochbahn der Ausstellung befindet sich noch eine 300 pferdige Tandem-Ver-

Fig. 171.

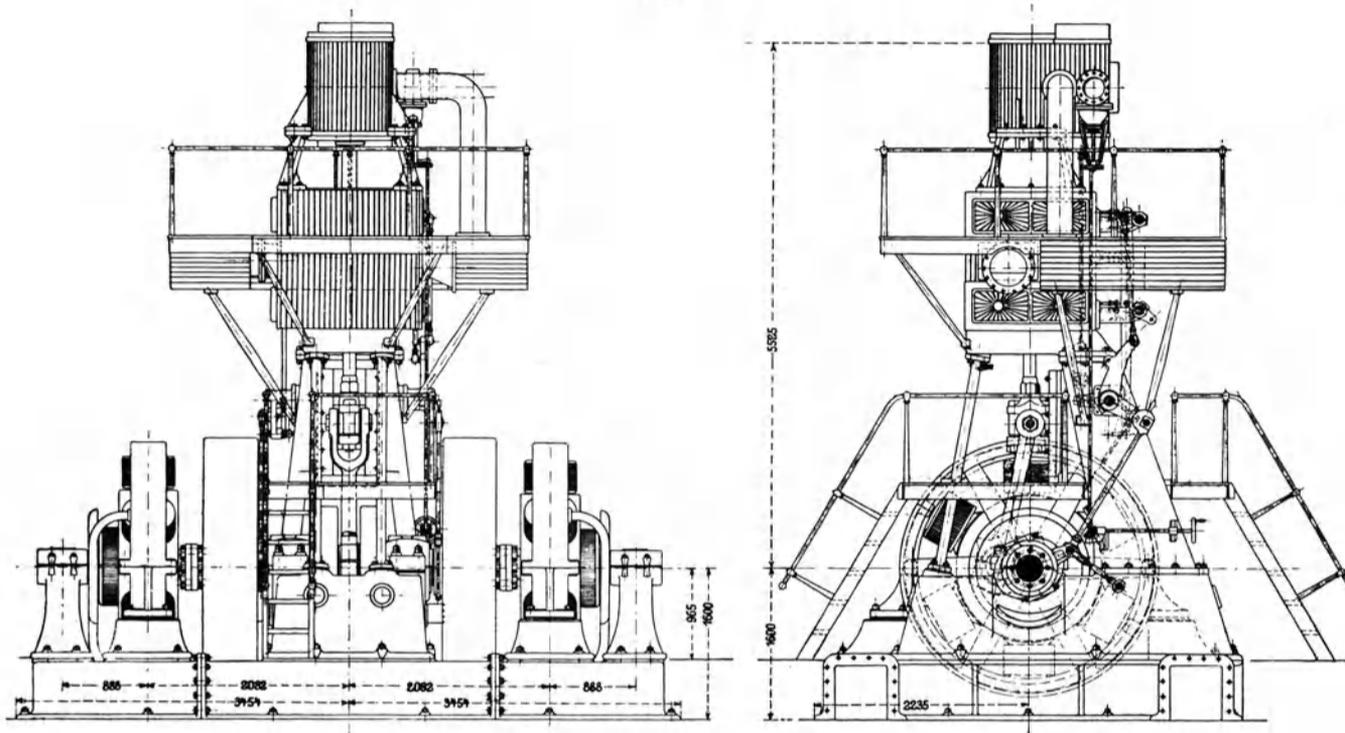
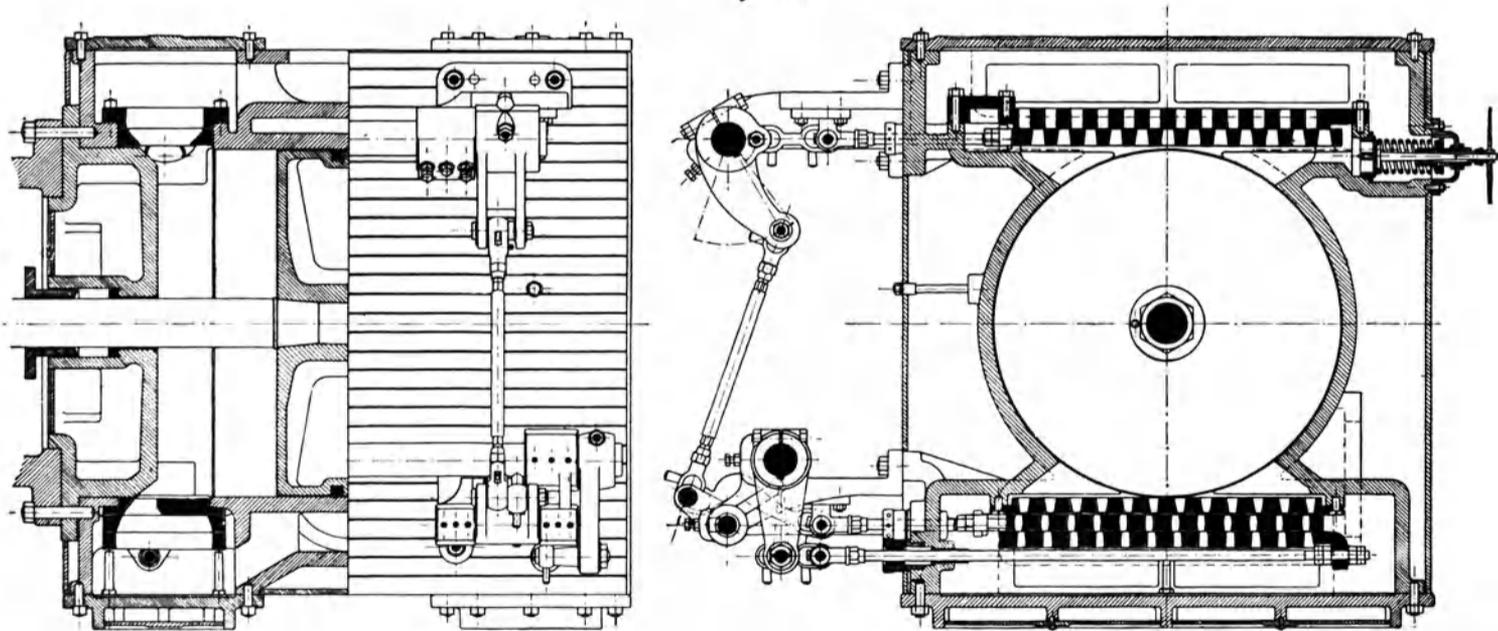


Fig. 172.



undmaschine mit 150 Min.-Umdr.; Durchmesser des Hochdruckzylinders 340 mm, des Niederdruckzylinders 585 mm bei 560 mm Hub. An die Maschine ist ein Deanescher Kondensator angeschlossen.

Hochdruckzylinder hinter Niederdruckzylinder, mit Doppelschieberkolbensteuerung; die Schieberkasten beider Cylinder liegen auf verschiedenen Seiten. Der Schwungradregulator wirkt auf Hoch- und Niederdrucksteuerung.

Die Firma, deren Ausführungen in den vereinigten Staaten einen besonders guten Ruf genossen, baut außer horizontalen Dampfmaschinen auch vertikale mit beliebig großer Leistung und Umdrehungszahl.

Die typische Ausführung derselben mit einseitigem gusseisernen Ständer ist in Fig. 171 für eine Tandem-Compound-Dampfmaschine mit einem Hochdruckzylinder von 19" (482 mm) Bohrung und einem Niederdruckzylinder von 36"

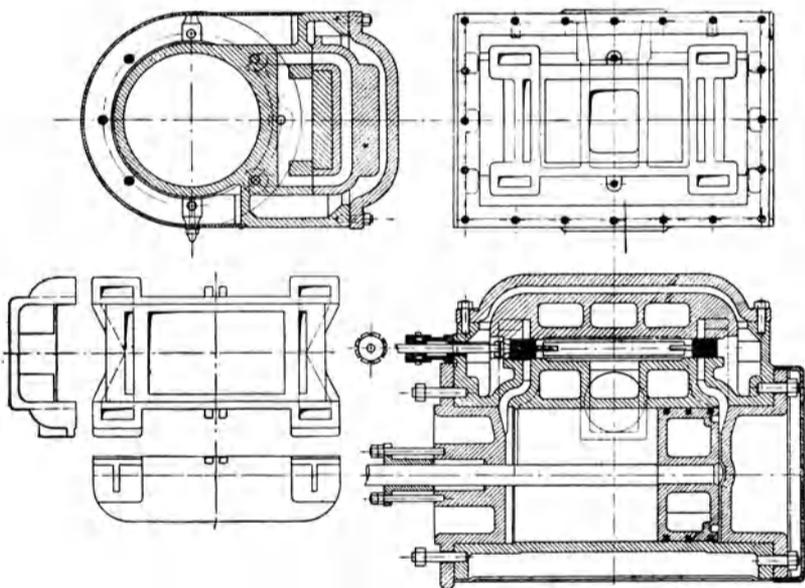
(914 mm) Bohrung bei 24" (610 mm) Hub dargestellt. Die Eintrittsdampfspannung soll 125 lbs ( $8\frac{1}{3}$  Atm.), die Umdrehungszahl 150 in der Minute betragen. Die Steuerung für beide Cylinder wird entweder mit Doppel-Expansionskolbenschiebern, wie oben für die horizontale Anordnung beschrieben, mit Schwungradregulator ausgeführt oder, wie bei der dargestellten vertikalen Maschine, am Niederdruckcylinder mit Gitterschiebern. Dieselben bieten den Vorteil geringer bewegter Massen, großer Durchgangsquerschnitte bei geringem Schieberhub und verursachen bei horizontaler Schubrichtung keine einseitige Gewichtswirkung auf die äußeren Steuerteile wie die vertikalen Kolbenschieber.

Fig. 172 zeigt die Konstruktion des Niederdruckcylinders, nebst Gitterschiebern und deren Antriebs. Ein- und Auslasssteuerung ist getrennt ausgeführt und zwar erstere mit Doppelschiebern, letztere mit einfachem Gitterschieber.

**J. H. Ewen Manufacturing Co., Ridgway, Pa.**

Gewöhnliche liegende Verbundmaschine mit Kurbelkröpfung und zwei Schwungrädern. Niederdruckcylinder fliegend an das Maschinenbett geschraubt; Hochdruckcylinder mittels Laterne dahinter. Die Laterne, welche durch einen Sockel unterstützt ist, enthält zwei Stopfbüchsen für durchgehende Kolbenstange. Beide Cylinder besitzen entlastete Rahmenschiebersteuerung; der Hochdruckschieber mit Federregulator verbunden. Den Niederdruckcylinder mit Steuerung zeigt Fig. 173. Der Rahmenschieber giebt, durch angegossene

Fig. 173.

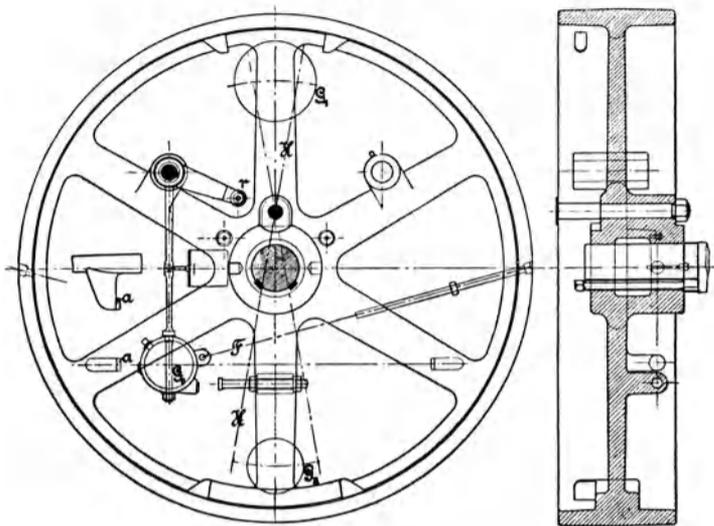


Seitenkanäle am Schieberspiegel und in der Gegenplatte, doppelte Dampf- und austrittsquerschnitte.

Eigenartig ist die Wirkungsweise des Federregulators Fig. 174; derselbe ist von den vorher angeführten dadurch unterschieden, dass nicht nur die Centrifugalkraft eines Gewichtes  $G_0$  zum Verstellen des Steuerexzenters benutzt wird, sondern außerdem das Trägheitsvermögen zweier Gewichte  $G_1 G_2$ , welche an den Enden eines exzentrisch gelagerten Doppelhebels  $H$  sitzen. Der Doppelhebel, welcher in der Fig. 174 nur in seiner Mittellinie angedeutet ist, trägt unmittelbar das Steuerexzenter und steht außerdem durch den kurzen Arm  $r$  des, mit dem Zentrifugalgewicht  $G_0$  verbundenen Winkelhebels, mit  $G_0$  im Zusammenhang.

Die mit einer Veränderung der Umfangsgeschwindigkeit des Rades auftretende plötzliche Beschleunigung oder Verzögerung der Hebelgewichte  $G_1$  und  $G_2$  wirkt rascher und kräftiger auf Verstellung des Steuerexzenters als die Ver-

Fig. 174.



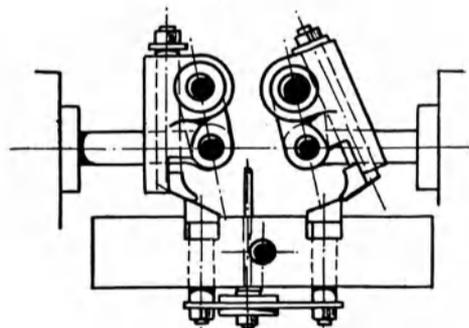
änderung der Zentrifugalkraft des Gewichtes  $G_0$ , welche erst nach einer länger andauernden Geschwindigkeitsveränderung des Regulatorrades eintreten kann.

Der Regulator soll wesentlich kleinere Geschwindigkeitsänderungen der Maschine bei plötzlicher oder allmählicher Veränderung der Leistung oder der Dampfspannung ergeben, als mit den üblichen Centrifugalregulatoren möglich.

**Providence Steam Engine Co., Providence.**

In der Kraftstation der elektrischen Hochbahn eine Tandem-Verbundmaschine für 750 PS bei 100 Min.-Umdr., Cylinderdmr. 508 und 965 mm bei 1220 mm Kolbenhub. Die Maschine treibt eine Thomson-Houston-Dynamomaschine mittels eines Doppelriemens von 1220 mm Breite. Schwung-

Fig. 175.



raddmr. 5500 mm bei 30 t Gewicht. Die Dampfzylinder haben Flachschieber-Präzisionssteuerung nach Green.

Die Exzenterstange bewegt einen kräftigen Schlitten, welcher zwei Knaggen mit schrägen Gleitflächen trägt, deren Höhenlage vom Regulator verstellbar ist, Fig. 175. Mit diesen kommen drehbare an den Stangen der getrennten Einlassschieber sitzende Knaggen in Eingriff, wobei die Eröffnung der Einlasskanäle erfolgt. Der Schluss derselben geschieht, nachdem der Eingriff der Knaggen unterbrochen, wie üblich durch Luftkolben und Puffer.

M. F. Guterath.

## Ueber Riementriebe in Amerika.

Dass man in Amerika seit langer Zeit in viel ausgehnterem Masse für Uebertragung ganz bedeutender Kräfte und bei wesentlich höheren Geschwindigkeiten Riemen verwendet als in Europa, ist eine längst bekannte Thatsache. Die vorzügliche Beschaffenheit des vorhandenen Ledermaterials, eine große Gewandtheit in der Anfertigung und Behandlung selbst sehr breiter Riemen und die geringe Scheu, welche der Amerikaner abnormen Verhältnissen gegenüber an den Tag legt, sind die hauptsächlichsten Gründe dieser Erscheinung.

Während man in Europa sich den rechnermäßig festgelegten Grenzen der Geschwindigkeit nur zaghaft nähert, und im größeren Publikum eine, in vielen Fällen sehr ungerechtfertigte Abneigung gegen hohe Geschwindigkeiten findet, geht der Amerikaner mit einer gewissen Kühnheit an die äußersten Grenzen und probirt Ausführungen, für welche der europäische Konstrukteur wenig Sympathie und selten — einen Käufer findet.

Nicht zum geringsten Teile jedoch ist der Einführung von Riementrieben für große Kräfte in Europa der Umstand hinderlich, dass breite und starke Riemen amerikanischer Beschaffenheit schwer zu haben sind und in der ersten Anlage daher ganz wesentlich teurer kommen als Seile, während in Amerika dieser Unterschied nicht so bedeutend ist. Selbst der Umstand, dass Riemen bei richtiger Anlage eine 3- bis 6 mal längere Verwendungsdauer besitzen als Seile, ist nicht imstande, die Vorteile geringer erster Anschaffungskosten zu besiegen.

Eben diese Billigkeit und die Leichtigkeit, mit welcher Seile gegenüber Riemen zu behandeln sind, bewirken, dass selbst in Amerika die Seiltriebe einer gesteigerten Beliebtheit sich erfreuen und beginnen, den Riemen an jenen Stellen, wo die Bedingungen dafür halbwegs günstig sind, starke Konkurrenz zu machen. Dazu kommt noch, dass man bei sehr großen Kräften in der Zahl der Seile, die man neben einander legen kann, nicht beschränkt ist, während man in der Breite der Riemen immerhin an gewisse Grenzen gebunden ist, welche durch die Schwierigkeit in der Herstellung gegeben sind. An Stellen freilich, wo nur eine geringe Achsenentfernung vorhanden ist, oder hohe Geschwindigkeiten verlangt werden, wird der Riemen nach wie vor sein Feld behaupten.

Als Material für Treibriemen wird fast ausschließlich Leder verwendet, bei größeren Kräften in doppelter und selbst dreifacher Lage. Die Herstellung dieser Riemen ist eine vorzügliche. Sie sind sämtlich geleiimt, egalisiert und gestreckt und daher ihr Lauf in den weitaus meisten Fällen schnurgerade und sehr ruhig. Im Betriebe werden die Riemen von Zeit zu Zeit etwas gefettet, um sie geschmeidig zu erhalten, im übrigen aber von Staub und Schmutz durch zeitweises Waschen mit warmem Wasser gründlich gereinigt. Die Anwendung von Harz oder sonstigen klebrigen Riemen-schmierern ist nirgends zu treffen, auch dann nicht, wenn die Riemen an der Grenze ihrer Leistung angelangt sind und schlecht durchziehen. Die breiten Riemen werden mit dem Gurtspanner aufgelegt und die Verbindungsstellen sorgfältig geleiimt, sodass sie sich im Betriebe in keiner Weise störend

bemerkbar machen und die Anwendung von Leit- oder Spannrollen ohne weiteres gestatten.

Die vorerwähnten guten Eigenschaften der amerikanischen Riemen und deren richtige Pflege im Verein mit sehr sorgfältiger Montage der Wellen und Scheiben machen es möglich, dass bei verhältnismäßig geringer Wölbung der Scheiben ein gutes und gerades Laufen der Riemen gewährleistet ist, und es werden daher Riemen nicht nur für große Achsenentfernungen bis zu 40 m und darüber, oft senkrecht nach aufwärts, sondern auch mit Hilfe von Leit- und Spannrollen für Uebertragung auf Wellen verwendet, deren Achsen in den verschiedensten Richtungen liegen. Solche mehrfach geschlungene Riemen laufen selbst bis zu 26 m/sek und in Breiten bis zu 1 m und darüber tadellos gut, ohne zu schluckern oder auf den Scheiben zu tanzen. Das Entwerfen solcher Riementriebe, deren Ausführung und Montage ist Spezialität einzelner Konstrukteure und Firmen geworden, von welchen hier die American Tool Co. in Boston erwähnt sein mag.

Als Beispiele solcher ausgeführten Anlagen mögen die Fig. 177 bis 181 gelten, welche sich ohne weiteres selbst erklären.

Wie ersichtlich, wird von Leit- und Spannrollen ausgiebiger Gebrauch gemacht. Es ist allerdings bekannt, dass diese eine gewisse Reibungs- und Biegearbeit für sich in Anspruch nehmen und den Riemen unter Umständen schädlich beeinflussen können; andererseits aber ist es durch sie auch oft möglich, den umspannten Bogen bei der kleinen und zumeist getriebenen Scheibe erheblich zu vergrößern und dadurch geringere Breiten der Riemen für eine gewisse Kraftübertragung zu erzielen. Durch große Durchmesser der Leitrollen kann man ferner die schädlichen Einflüsse auf die Riemen auf das geringste Maß bringen und genießt dann den erheblichen Vorteil, dass man den Riemen jederzeit der Beanspruchung gemäß in Spannung halten kann, ohne ihn für das Spannen öffnen zu müssen, was bei großen und namentlich bei geleimten Riemen eine zeitraubende und lästige Arbeit ist.

Da solche Riemenleitungen, wie die geschilderten, in größeren Fabriken meist als Zwischentransmissionen zu finden sind, ist es schwer, genau zu ermitteln, welche Kräfte sie zu übertragen haben, zumal die Angaben, welche in dieser Beziehung gemacht werden, sehr oft den Stempel der Unsicherheit an sich tragen. Es ist daher auch nicht möglich, die tatsächlichen Beanspruchungen durch Rechnung zu ermitteln. Besser gelingt dies bei den großen Hauptantrieben, welche von Dampfmaschinen oder Turbinen ausgehen und bei welchen man durch Vergleichung der Abmessungen der Motoren oder durch Indikatorversuche die gemachten Angaben richtig stellen kann. Aber auch in diesen Fällen lässt sich ein unmittelbarer Vergleich der einzelnen Ausführungen durch dieselbe Rechenmethode nicht erzielen, weil die besonderen Verhältnisse, welche bei jeder Anlage bestimmend eingewirkt haben, berücksichtigt werden müssen und naturgemäß die Berechnungsweise beeinflussen. Die in der Tabelle auf Seite 2 zusammengestellten Zahlen haben daher auch nur den Zweck, im allgemeinen zu orientieren und auf jene besonderen Fälle

aufmerksam zu machen. Bei der Berechnung der Inanspruchnahme ist in der allgemeinen Formel der umspannte Bogen gleich  $180^\circ$  gesetzt, und dann sind die Beanspruchungen getrennt ermittelt, welche sich aus der zu übertragenden Kraft allein und dem durch die Zentrifugalkraft auftretenden Anteil ergeben. Bei den hohen Geschwindigkeiten, mit welchen man in Amerika Riemen laufen lässt, ist es interessant, zu beobachten, einen wie großen Teil der Beanspruchung des Riemens die Zentrifugalkraft bedingt und wie dadurch die nützliche Uebertragungsfähigkeit des Riemens vermindert wird.

In der letzten Spalte der Tabelle sind als Bemerkungen die besonderen Verhältnisse angeführt, unter welchen die einzelnen Riementriebe ausgeführt sind; daraus ist ersichtlich, ob und in welcher Weise die Berechnung entsprechend geändert werden müsste.

Als der höchstbeanspruchte der beobachteten und berechneten Riemen erscheint No. 15. Wie aus Fig. 181 ersichtlich, ist diese Lösung mit Leit- und Spannrolle der geringen Achsenentfernung zwischen treibender und getriebener Scheibe wegen durchgeführt, und der umspannte Bogen bei beiden

No.	Firma	Riemscheiben					übertragene PS <sub>0</sub>	Umfangskraft P	Riemen				Beanspruchung			Bemerkungen
		Dmr.		Entfernung	Min.-Umdr.				Breite	Dicke	Querschnitt f	Geschwindigkeit v	$\sigma_2 = q_1 \frac{v^2}{g} + \frac{2P}{f}$			
		treibend	getrieben		treibend	getrieben							$q_1 \frac{v^2}{g}$	$\frac{2P}{f}$	$\sigma_2$	
mm	mm	m	mm	mm	qcm	m	0,0112 v <sup>2</sup>									
1	Lowell Mfg. Co., Lowell	7620	4265	—	85	151	650	1438	1015	10	101,5	33,9	12,8	28,4	41,2	2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1600 PS <sub>1</sub> Riemen werden als zu schwach bezeichnet 2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 800 PS <sub>1</sub> 2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1000 PS <sub>1</sub> getriebene Scheiben mit Leder bandagirt Spannrollen für beide Riemen 2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 2000 PS <sub>1</sub> alle Scheiben mit Holzkranz, 9 mm Wölbung 2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1400 PS <sub>1</sub> alle Scheiben mit Holzkranz, 9 mm Wölbung Dampfmaschine 1000 PS <sub>1</sub> Riemen dreifach 2 gleich breite Riemen neben einander Dampfmaschine 1500 PS <sub>1</sub> Riemen dreifach Dampfmaschine 1500 PS <sub>1</sub> Riemen dreifach mit Spannrolle 1525 mm Dmr. treibende Scheibe 13 mm, getriebene 16 mm gewölbt, Fig. 187 Dampfmaschine 1000 PS <sub>1</sub> Riemen dreifach Dampfmaschine 500 PS <sub>1</sub> Riemen dreifach 2 gleiche Riemen neben einander Dampfmaschine 1100 PS <sub>1</sub> Spannrolle 1220 mm Dmr. 2 gleiche Riemen neben einander Dampfmaschine 1100 PS <sub>1</sub> Leit- und Spannrollen 1220 mm Dmr., Fig. 182 Dampfmaschine 800 PS <sub>1</sub> Spannrolle 1525 mm Dmr. Dampfmaschine 650 PS <sub>1</sub> Spannrolle und Leitrolle je 1220 mm Dmr. Turbine 700 theor. PS Spannrolle 1165 und Leitrolle 1220 mm Dmr. Konstruktion durch Raummangel bedingt, Fig. 181 2 gleiche Riemen neben einander Dampfmaschine 2000 PS <sub>1</sub> Spannrollen 1830 mm Dmr., Fig. 189 Dampfmaschine 1500 PS <sub>1</sub> Spannrolle 1525 mm Dmr., Fig. 183
2	Pacific Mills, Lawrence	6095	1587	—	66	255	325	1160	660	10	66,0	21,0	4,9	35,1	40,0	
3	Amoskeag Co., Manchester	6857	2438	—	72	200	450	1308	1015	10	101,5	25,8	7,4	25,9	33,3	
4	do.	9140	2743	16,5	61	200	850	2180	1270	10	127,0	29,2	9,5	34,4	43,9	
5	do.	6908	3352	—	79	162	600	1578	1015	10	101,5	28,5	9,11	31,1	40,2	
6	American Wire Co., Cleveland	7315	3047	13	75	180	800	2090	1524	16	243,8	28,7	9,2	17,2	26,4	
7	do.	6705	1828	13	96	350	625	1390	1066	16	170,6	33,7	12,7	16,3	29,0	
8	do.	7315	1370	12	96	512	1250	2550	1473	18	265,1	36,8	15,1	19,3	34,4	
9	Cleveland Wire Nail Co., Cleveland	5486	2743	10	90	180	850	2470	1220	16	195,2	25,8	7,5	25,3	32,8	
10	do.	4875	2438	8	90	180	450	1465	1066	16	170,5	23,0	5,9	17,5	23,4	
11	Washburn-Mühle A, Minneapolis	6145	3352	11	75	138	475	1188	1015	10	101,5	24,1	6,5	23,4	29,9	
12	do.	6145	3048	33,5	68	137	475	1350	915	10	91,5	21,2	5,2	29,6	34,8	
13	Palisade-Mühle, Minneapolis	7315	3353	15	65	140	650	2000	1320	9	118,8	24,8	7,0	33,3	40,3	
14	Anchor-Mühle, Minneapolis	4846	2743	15	78	140	540	1940	1015	10	101,5	19,7	4,3	38,4	42,7	
15	do.	2540	1975	2,3	110	140	520	2670	1065	10	106,5	14,6	2,4	50,1	52,5	
16	Westend-Strafsenbahn Co., Boston	8534	2430	11,5	70	245	850	2035	1370	8	109,6	31,3	10,9	37,0	47,9	
17	Minneapolis-Strafsenbahn Co., Minneapolis	8535	2590	11,5	68	225	1250	3088	1830	10	183,0	30,4	10,3	33,7	44,0	

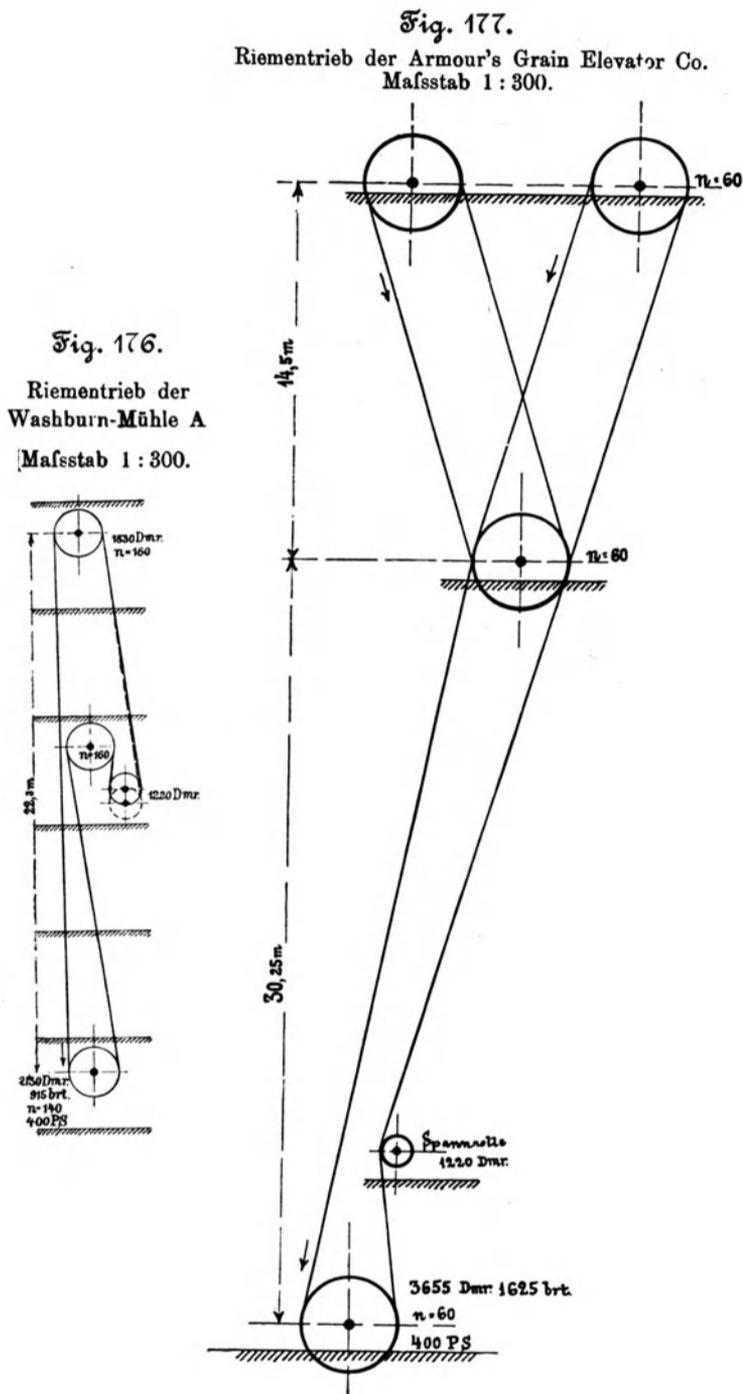
In der Ausstellung in Chicago:

18	E. P. Allis Co., Milwaukee	9140	2740	16	60	200	1000	2610	1825	16	292,0	28,7	9,2	17,8	27,0	2 dreifache Riemen über einander Dampfmaschine 2000 PS <sub>1</sub> Wölbung der Schwungscheibe 8 mm, Fig. 191 dreifacher Riemen Dampfmaschine 2000 PS <sub>1</sub> Wölbung beider Scheiben 6 1/2 mm, Fig. 192 und [193] dreifacher Riemen Dampfmaschine 1000 PS <sub>1</sub> dreifacher Riemen Dampfmaschine 1000 PS <sub>1</sub> dreifacher Riemen Dampfmaschine 1000 PS <sub>1</sub> dreifacher Riemen Dampfmaschine 500 PS <sub>1</sub> Zentralstation der elektrischen Hochbahn mit Spannrolle von 1220 mm Dmr.
19	Fraser & Chalmers, Chicago	8535	2565	16	60	200	1000	2790	1625	16	262,0	26,8	8,0	21,3	29,3	
20	Mc Intosh & Seymour Co., Auburn	4875	2740	11	112	200	1000	2610	1825	16	292,0	28,7	9,2	17,8	27,0	
21	Buckeye Engine Works, Salem	6095	2590	11	85	200	1000	2760	1825	17	310,0	27,1	8,2	18,0	26,2	
22	Atlas Engine Works, Indianapolis	3675	2740	11	150	200	1000	2610	1825	18	328,0	28,7	9,2	16,0	25,2	
23	do.	3675	1828	10	150	300	500	1300	915	16	146,5	28,7	9,2	17,7	26,9	
24	Russel & Co., Massillon	3050	1525	9	125	275	500	1875	1470	9	132,3	19,9	4,5	28,5	33,0	
25	Providence Steam Engine Co.	5486	1220	12,8	80	360	750	2450	1220	10	122,0	22,9	5,9	40,1	46,0	

Scheiben wesentlich größer als  $180^\circ$ . Wird die Berechnung mit  $255^\circ$  durchgeführt, so ergibt sich eine Beanspruchung von  $40 \text{ kg/qcm}$ , die sich damit innerhalb jener Grenzen bewegt, die auch an anderen Stellen gefunden worden ist.

Auch in der für den Fall No. 12 der Tabelle angeführten Lösung, Fig. 182, war die Platzfrage für die Führung der Riemen maßgebend.

Fig. 183 zeigt die Anordnung des Riementriebes für No. 17,



während die ähnliche Anordnung für No. 16 bereits früher in Heft I S. 16 und 17 beschrieben ist.

Besonderes Interesse beansprucht bei den aus der Tabelle ersichtlichen hohen Umfangsgeschwindigkeiten die Konstruktion der Schwungräder und Riemscheiben.

Die ursprünglich von Corliss herrührende Art des Einsetzens der Arme zwischen zwei Nabenplatten ist noch bis heute in verschiedenen Abarten am meisten verbreitet. Seltener ist das Einsetzen der Arme mit konisch gedrehtem Ende und Befestigung mit Keilen in der Nabe; häufiger werden die Arme an beiden Enden flanschförmig ausgebildet und dann

mit Nabe und Kranz verschraubt, wobei alle Schrauben auf Zug beansprucht sind.

Die Kränze sind bei den Riemscheiben durchweg mit nach innen umgebogenem Rande hergestellt, welcher abgedreht ist und den Kranz dicker erscheinen lässt, als er in der That ist. Die Teilfugen sind bei allen besseren Ausführungen in die Mittellinie der Arme gesetzt, und dann ebenso viel Kranzsegmente vorhanden wie Arme. Bei kleineren zwei- bis vierteiligen Riemscheiben sind auch die Arme in der Mitte geteilt und in der üblichen Weise gesprengt. Seltener sind die Teilfugen seitlich, dicht an die Arme heran gesetzt; doch finden sich auch selbst bei ganz großen Schwungrädern noch Ausführungen, bei welchen bei geringer Armzahl die Teilfugen mitten zwischen die Arme gesetzt sind, obwohl gerade diese Konstruktion erwiesenermaßen am häufigsten zu Brüchen und argen Zerstörungen Veranlassung gegeben hat.

Dass Schwungräder infolge zu hoher Beanspruchung und mangelhafter Ausführung platzen, gehört in Amerika nicht gerade zu den Seltenheiten, und die Schilderung der damit verbundenen Verheerungen bildet eine häufig wiederkehrende Rubrik in den Fachzeitungen. Die Verluste an Menschenleben und der große materielle Schaden, welche damit verbunden sind, haben aber doch zur Folge gehabt, dass man an den Stellen, wo hohe Geschwindigkeiten Bedürfnis sind, der Konstruktion der Schwungräder eine erhöhte Aufmerksamkeit zuwendet und dann zu Lösungen kommt, welche als ebenso seltsam wie originell bezeichnet werden müssen und nähere Beachtung verdienen.

Ein Fall, welcher zum Umbau sämtlicher Schwungräder und Riemscheiben in einem ganz großen Werke Anlass gegeben hat, ereignete sich im Oktober 1891 in der Weberei der Amoskeag Co. in Manchester, Mass.

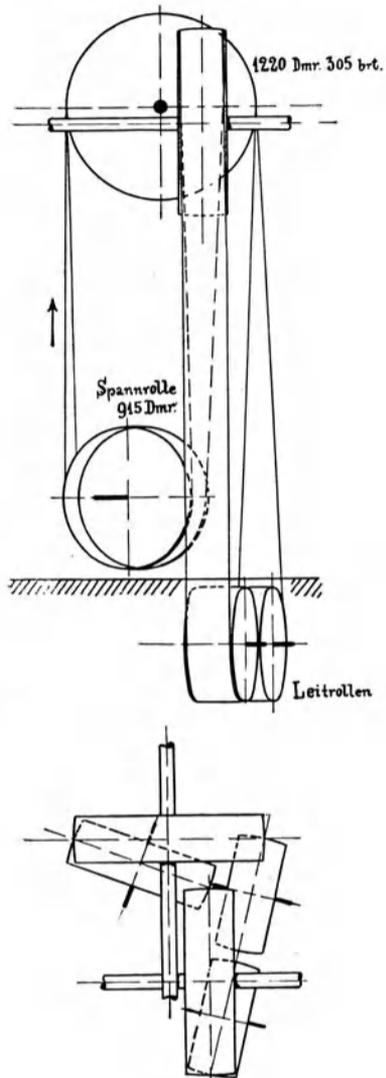
Die in Fig. 184 angedeutete Zwillingsdampfmaschine von 915 mm Cylinderdmr., 1830 mm Hub und 61 Min.-Umdr. war im Jahre 1883 von G. Corliss in Providence geliefert worden. Der eine Cylinder arbeitete mit, der andere ohne Kondensation. Das Schwungrad hatte 9,14 m Dmr. ( $v = 29,3 \text{ m}$ ), 2,795 m Kranzbreite, 12 Arme von der in Fig. 185 dargestellten Konstruktion und wog 52200 kg; der Kranz allein 32700 kg.

Die Leistung der Maschine, etwa 1950 bis 2000 PS, wurde in der in Fig. 184 angedeuteten Weise mit 3 Doppelriemen, 2 von 1015 mm Breite und 1 von 610 mm Breite, auf 3 Wellen übertragen, von welchen die auf der linken Seite gelegenen beiden Hauptwellen nicht in derselben Fluchtlinie sich befanden, sondern einen sehr stumpfen Winkel von etwa  $178^\circ$  bildeten, der die Anwendung von Spannrollen zur Riemenführung nötig machte. Die Maschine war bis zum Unfälle im ganzen 879 Tage im Betriebe und wurde in der letzten Zeit nur dann gebraucht, wenn die den Betrieb besorgenden Turbinen infolge von Wassermangel abgestellt werden mussten.

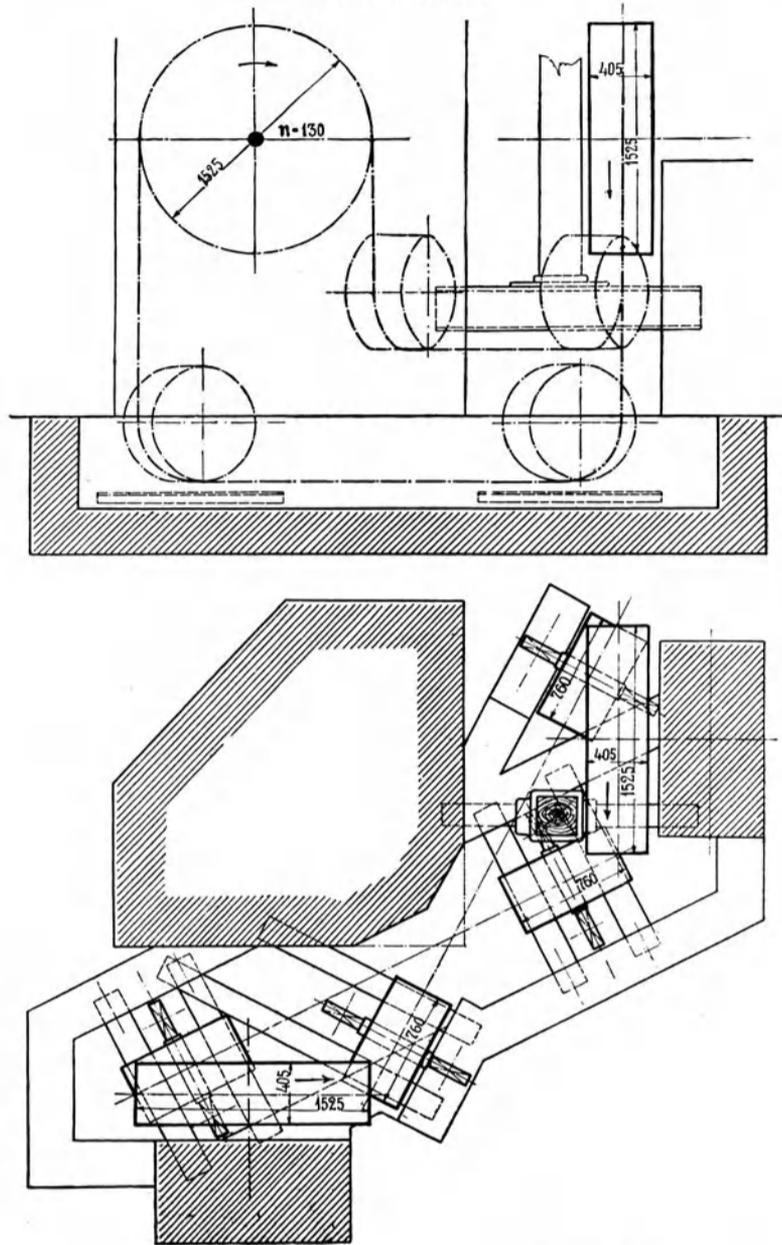
Die erste ungewöhnliche Erscheinung knapp vor dem Unfälle war ein Nachlassen der Geschwindigkeit der beiden Hauptwellen und ein Gleiten der beiden breiten Riemen. Die Werkmeister in der Weberei, in der Meinung, dass die Maschine aus irgend einem Grunde stille stehe, stellten einen großen Teil der Webstühle ab. Im selben Augenblick stieg die Geschwindigkeit der so entlasteten Maschine so ungewöhnlich, dass der Maschinist, sofort aufmerksam gemacht, das Sperrventil abdrehte. Es war jedoch zu spät, denn unmittelbar darauf platzte das Schwungrad, die einzelnen Teile zerstörten das Gebäude und töteten 3 Menschen.

Bei der an der rechten Seite von der schwächeren dritten Welle betriebenen Anlage ist eine Unregelmäßigkeit, bis auf das Anwachsen der Geschwindigkeit knapp vor dem Unfälle, nicht bemerkt worden. Aus dem Umstande, dass bei einzelnen Webstühlen die selbstthätige Ausrückvorrichtung infolge zu hoher Geschwindigkeit noch nicht in Wirkung getreten war und bei späteren Versuchen erst bei einer Geschwindigkeit wirksam wurde, die 75 Umdr. der Dampfmaschine entsprach, schloss man, dass die Maschine im Augenblick des Unfalles etwa 73 bis 74 Umdr. gemacht habe. Der Regulator und die Klinkvorrichtungen an den Einlasschiebern waren ohne Fehler und sind bis auf die Lenkstange heil geblieben.

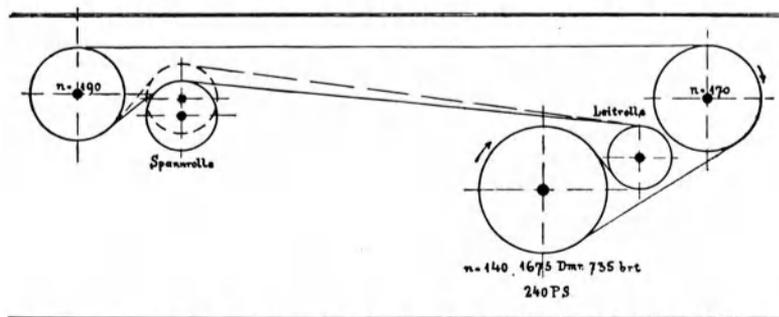
**Fig. 178.**  
Riementrieb der Jackson Re-  
frigerator Co.  
Maßstab 1:50.



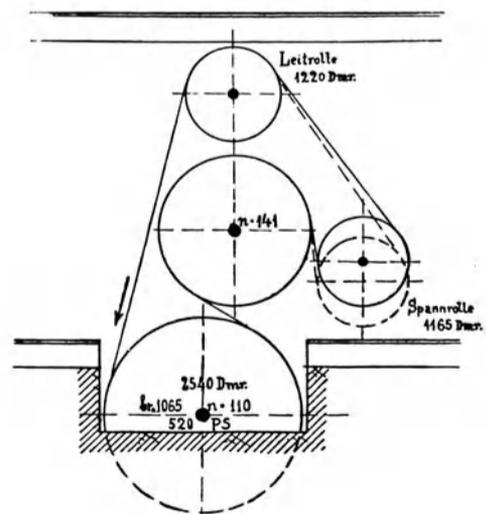
**Fig. 179.**  
Riementrieb in der Steel & Johnson Mfg. Co., Waterbury.  
Maßstab 1:50.

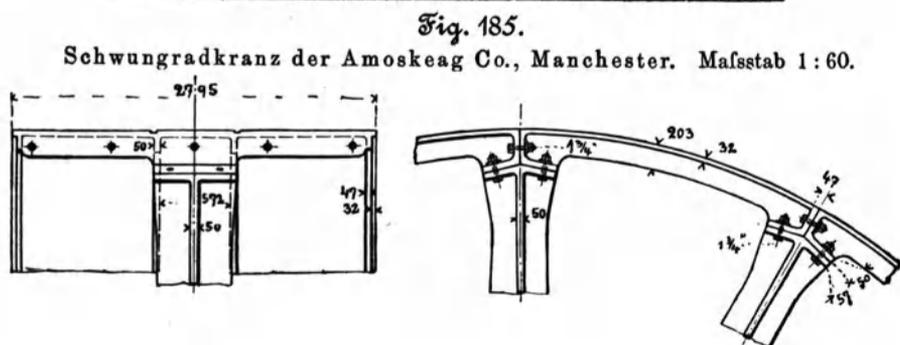
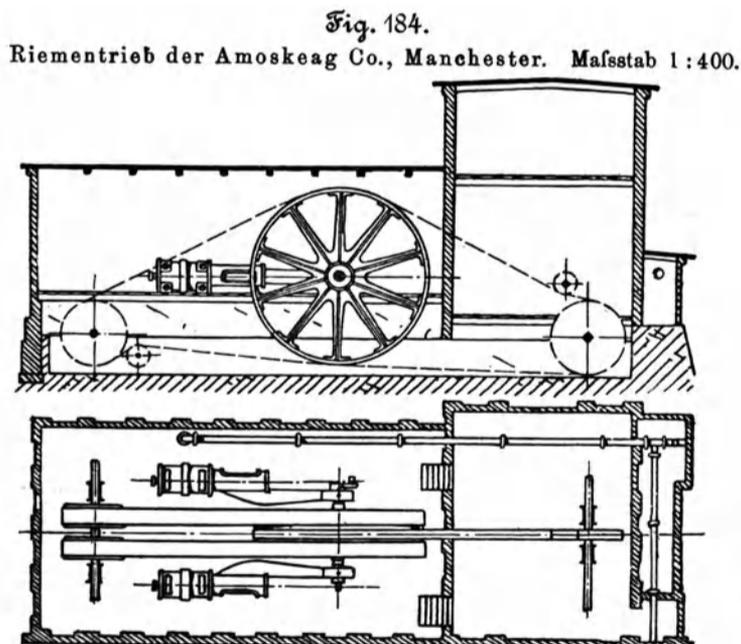
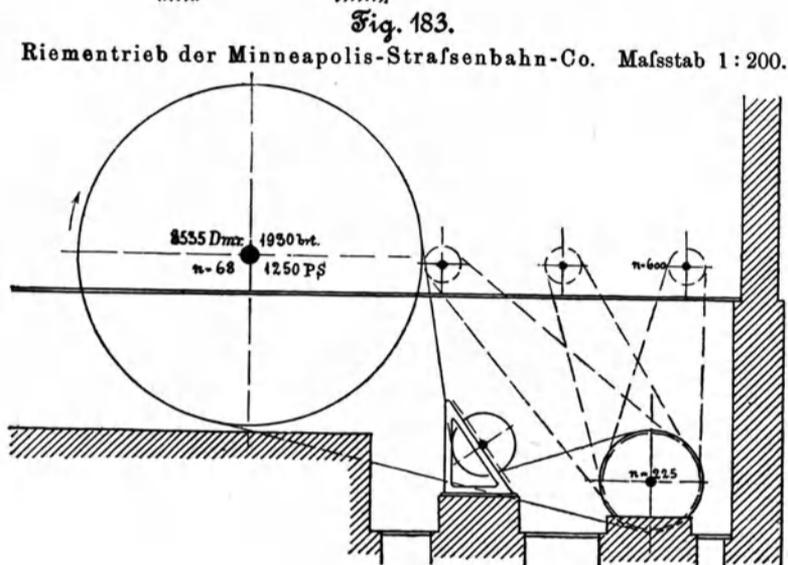
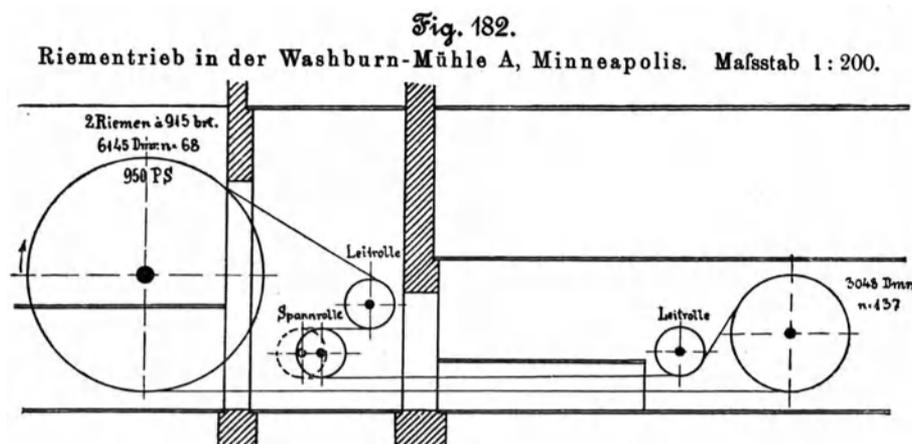


**Fig. 180.**  
Riementrieb in der Anchor-Mühle, Minneapolis.  
Maßstab 1:100.



**Fig. 181.**  
Riementrieb in der Anchor-Mühle,  
Minneapolis. Maßstab 1:100.





Als Ursache des Bruches stellte sich stark poröse Beschaffenheit des Gusses in Arm- und Kranzteilen heraus, und zwar an jenen Stellen, wo die beiden durch Schrauben verbunden waren. Rechnerisch waren die Verbindungsschrauben der schwächste Teil der Konstruktion; sie sind jedoch sämtlich unversehrt geblieben. Proben, welche nachher mit dem Material des Kranzes und der Arme angestellt wurden, ergaben, dass die Zugfestigkeit des gesunden Gusseisens 1054 kg/qcm, die des porösen Materials jedoch nur 70 kg/qcm betrug.

Dieser Unfall, die Unentbehrlichkeit der hohen Geschwindigkeit, und die Möglichkeit, dass bei einem neuen gusseisernen Rade abermals poröse Stellen vorkommen könnten, sind Ursache gewesen, dass man bei der Konstruktion des neuen Rades von Gusseisen überhaupt abgekommen ist und den Kranz des neuen Rades aus Holz hergestellt hat, Fig. 186. Nabe und Arme sind aus Gusseisen, und es ist bei deren Formgebung besonders darauf Rücksicht genommen, dass alle scharfen Ecken und raschen Querschnittsübergänge vermieden wurden. Die Arme sind, wie Röhren, stehend gegossen und vor der Verwendung durch Bohrungen und Probelastung einer sorgfältigen Prüfung auf dichten Guss unterzogen. Das Rad besitzt zwei getrennte Armsysteme, und die einzelnen Arme sind so berechnet worden, dass je ein Paar dem gesamten Riemenzug widerstehen kann. Bei jedem Armsystem sind in je 3 den Kurbelzapfen entgegenstehenden Armen Gegengewichte zur Ausgleichung der hin- und hergehenden Massen in der Höhlung der Arme untergebracht und durch Schrauben, die bis durch die Nabenplatten reichen, befestigt.

Die Naben sind zweiteilig und ihre Schnittfugen um 90° gegen einander versetzt. Auf die abgedrehten Naben sind die Arme so gesetzt, dass je 2 Arme die Teilfuge der Nabe decken. Der Kranz ist aus einzelnen 305 mm breiten, 2370 mm langen und 105 mm bzw. 76 mm dicken Segmenten von sorgfältig getrocknetem, tadellosem Eschenholz gebildet, welche in den Fugen gegen einander versetzt, verleimt, genagelt und mit durchgehenden Schrauben befestigt sind. An jenen Stellen, wo die 63 mm-Befestigungsschrauben für die Arme durch den Holzkranz gehen, sind die Holzstärken 105 mm und die Schraubenköpfe versenkt. Die zwischen den einzelnen Segmenten verbleibenden keilförmigen Schlitz sind nachträglich durch eingeschlagene Hartholzkohle geschlossen und verleimt.

Das neue Rad ist an Ort und Stelle auf der Schwungradwelle zusammengebaut und der Kranz außen und innen abgedreht worden. Zwischen den Armen ist die Bearbeitung von Hand bewerkstelligt. Obwohl das gesamte Gewicht des neuen Rades (47000 kg) nicht viel weniger beträgt als das des alten, ist das Kranzgewicht nur nahezu die Hälfte (14300 kg) des früheren. Es hat sich jedoch gezeigt, dass das vollständig genügt, um einen ruhigen und gleichmäßigen Gang der Maschine zu erreichen. Da die Umfangsgeschwindigkeit in beiden Fällen dieselbe geblieben ist, ist die Sicherheit wesentlich höher als früher. Um jedoch vollständig sicher zu gehen, ist das neue Rad sorgfältig gespachtelt, mit Oelfarbe gestrichen und dann lackiert worden, worauf man es einer Geschwindigkeit von 76 Min.-Umdr. ausgesetzt hat. Als sich nach diesem Versuch zeigte, dass der Lacküberzug voll-

ständig unversehrt geblieben war und nicht einmal geringe Haarrisse aufwies, hat man das Rad für tauglich erklärt und mit normal 61 Umdr. in Betrieb genommen. Sowohl der Radkranz wie die Riemen sind mit einer aus prachtvoller

Holztafelung gebildeten Verkleidung umgeben, die nur den unteren Teil der Arme frei lässt.

Das Rad hat einschl. Anfertigung der Modelle für Arme und Nabe 7000 \$ gekostet, und es würde sich dieser Preis

Fig. 186.

Schwungrad der Amoskeag Co., Manchester. Maßstab 1:50.

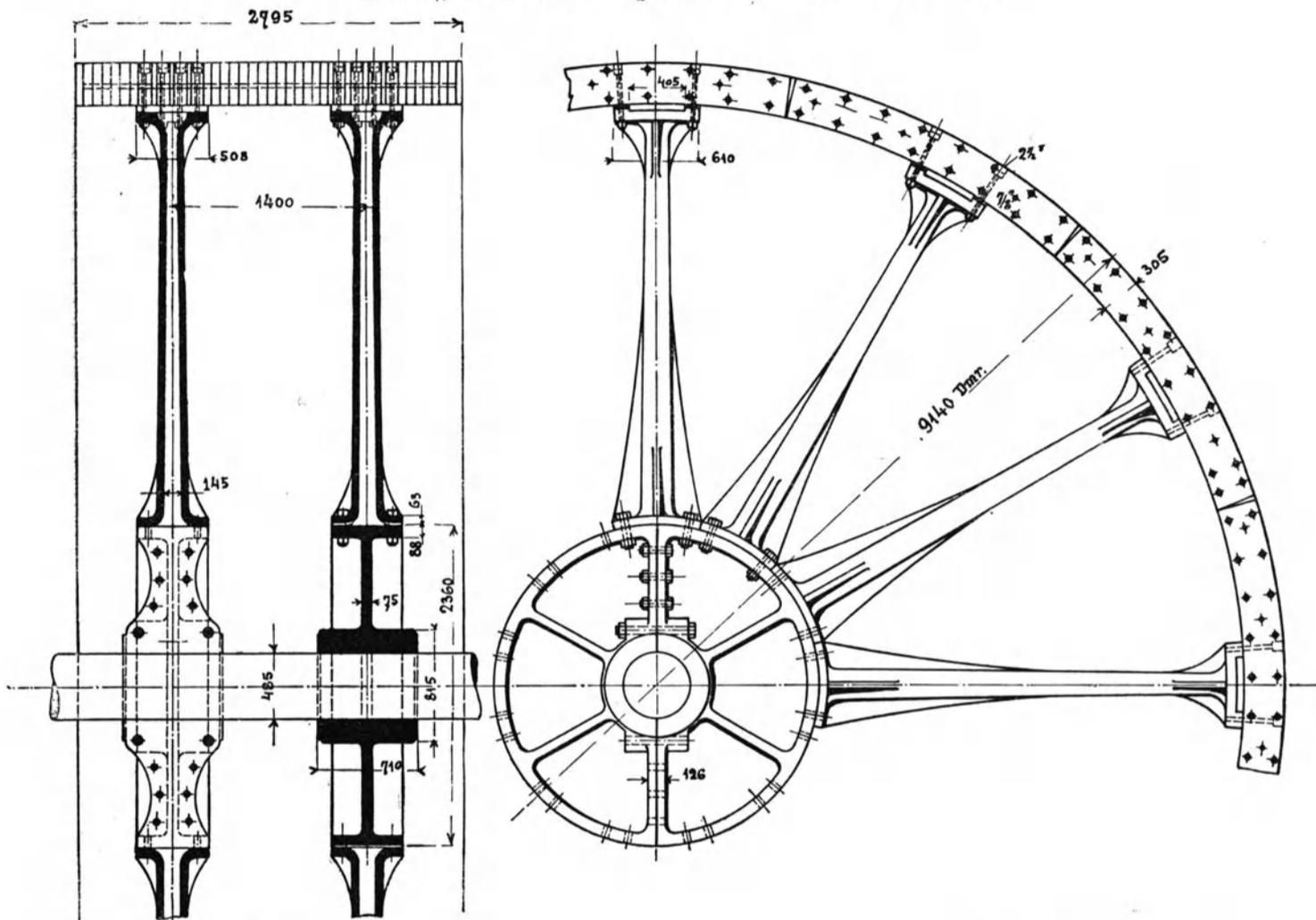


Fig. 187.

Schwungrad der American Wire Co., Cleveland.

Maßstab 1:50.

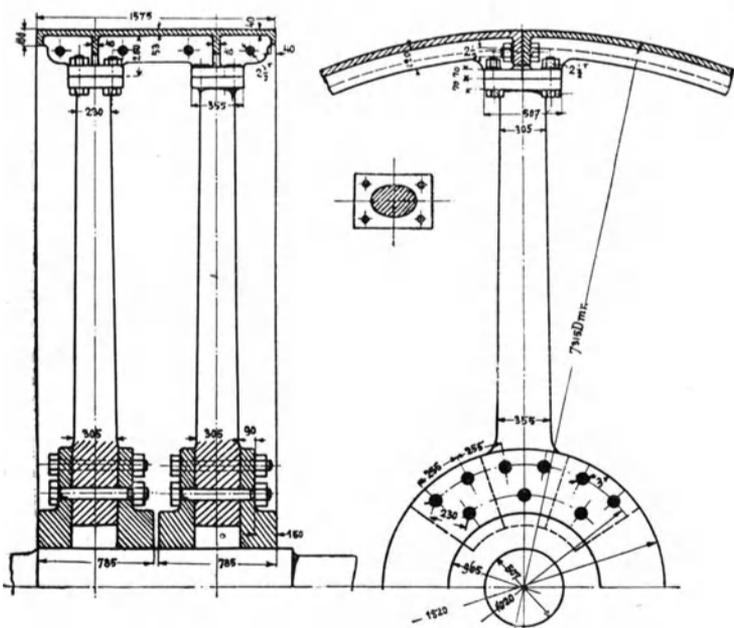
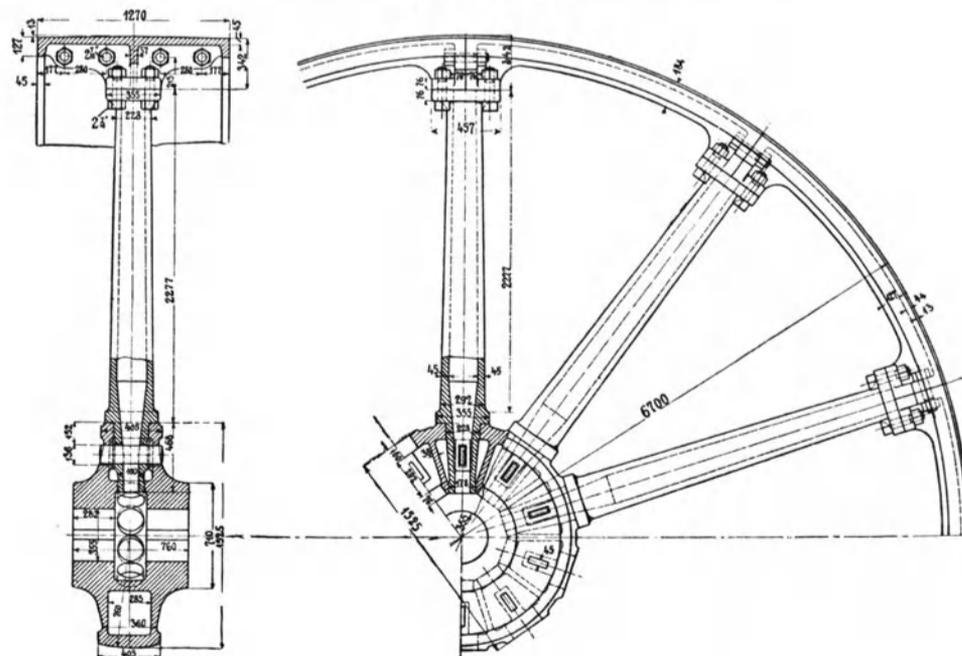


Fig. 188.

Schwungrad der Walker Mfg. Co., Cleveland.

Maßstab 1:50.



bei Anfertigung eines zweiten Rades nach den gemachten Erfahrungen noch erheblich ermäßigen lassen.

Nachdem man mit dem ersten Rade dieser Konstruktion so gute Erfahrungen gemacht hat, sind später auch die anderen Schwungräder in ähnlicher Weise umgebaut und die Konstruktion auch auf alle übrigen Riemscheiben bis zu 0,9 m Dmr. herab angewendet worden. Für letztere wird das Armkreuz in einem Stück gegossen und der Kranz entsprechend dünner gemacht. Man hofft, mit den auf diese Weise

hergestellten Riemscheiben eine Umfangsgeschwindigkeit bis zu 40 m i. d. Sek. gefahrlos erreichen zu können, was bei der vorzüglichen Beschaffenheit des verwendeten Materiales und der sehr sorgfältigen, stets beaufsichtigten Herstellung auch nicht unmöglich erscheint, durch eine gute Schmied-eisenkonstruktion aber auch erreicht werden kann, wie einzelne in Europa vorliegende Konstruktionen schon bewiesen haben.

Nicht minder interessant sind die Anlagen No. 7 und 8

Fig. 190.

Spannrolle der Westend-Strafsenbahn-Co., Boston. Maßstab 1:50.

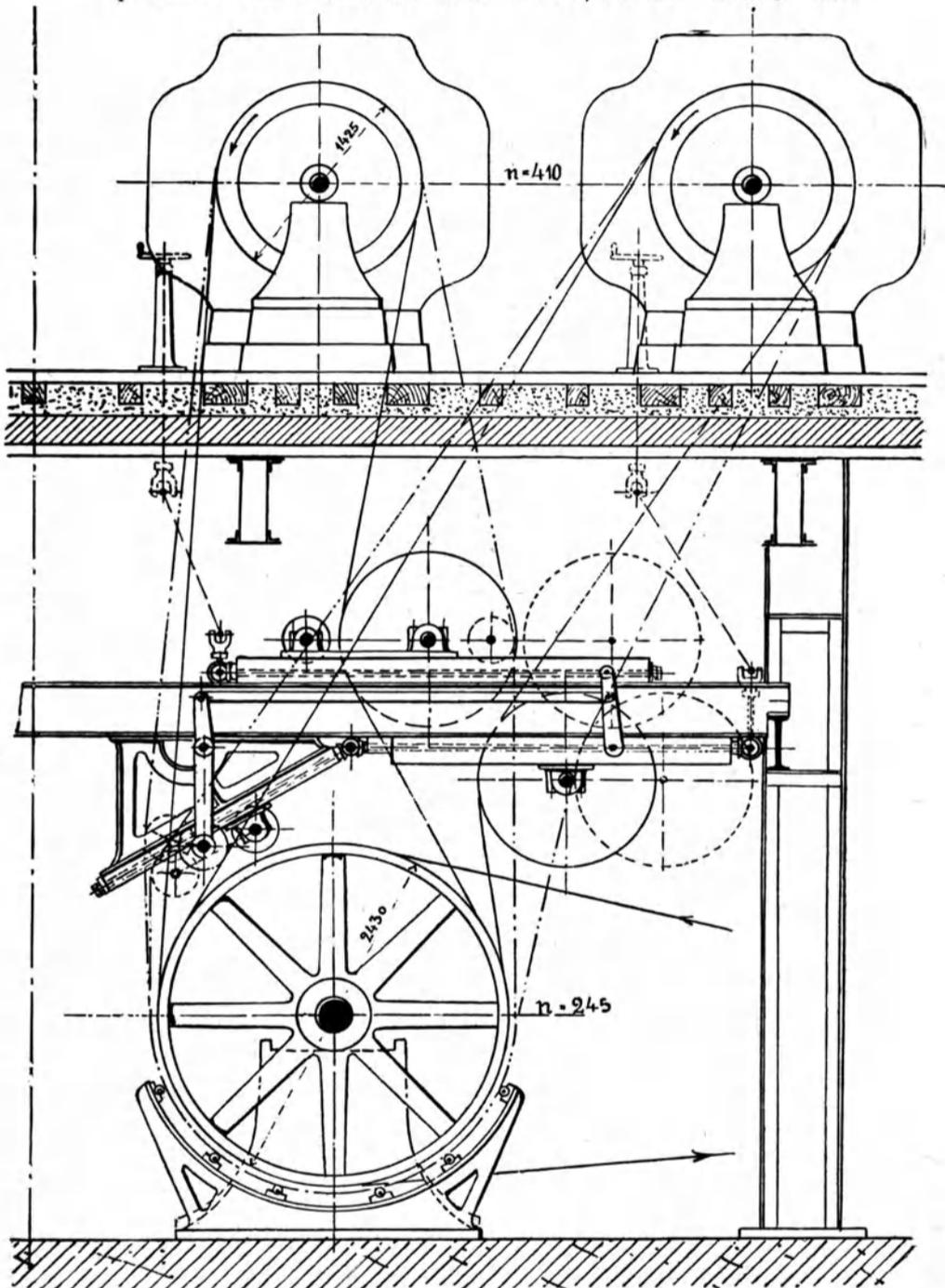
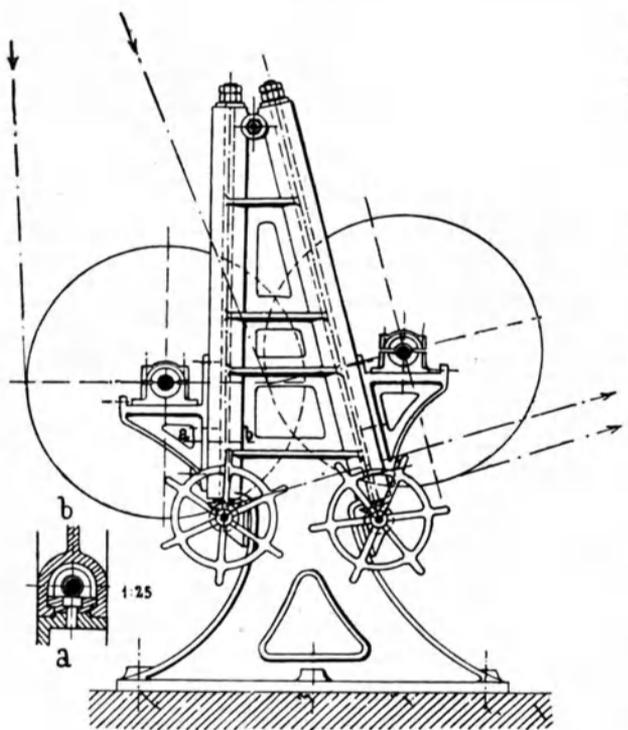


Fig. 189.

Spannrolle der Westend-Strafsenbahn-Co., Boston.

Maßstab 1:50.



der American Wire Co. in Cleveland, bei welchen die höchste Riemen-geschwindigkeit mit 36,8 m beobachtet wurde.

2 gleich starke und gleich schnell gehende Dampfmaschinen von 1065 mm Cylinderdmr., 1220 mm Hub und je 1500 PS, bei 7 Atm. Ueberdruck und 96 Min.-Umdr. liegen hart neben einander in demselben Raume. Jede treibt eine Drahtwalzenstrecke, und zwar vom Schwungrad der Dampfmaschine aus mittels Riemen und Vorgelege. Die Riemen-

längen sind in beiden Fällen nahezu gleich und jedenfalls groß genug. Während jedoch bei der einen Maschine No. 7 die Kraft mit 2 neben einander liegenden dreifachen Riemen von 1066 mm Breite von einem Schwungrad von 6705 mm Dmr. aus übertragen wird, ist bei der Maschine No. 8 das Schwungrad um 610 mm größer, nur 1 Riemen vorhanden, und dieser 1473 mm breit und 18 mm dick. Die beiden Riemen von Maschine No. 7 gehen trotz der sehr wechselnden Beanspruchung, wie sie die Walzenstrecken bedingen, seit

2 Jahren anstandslos und haben zu keinen Klagen Veranlassung gegeben. Der Riemen von Maschine No. 8 ist jedoch kurz nach der Inbetriebsetzung zerrissen, und seitdem ist eine Spannrolle von 1525 mm Dmr. angebracht, welche den umspannten Bogen bei der als »zu klein« angegebenen, getriebenen Scheibe vergrößern und dadurch den Betrieb sichern soll. In Wirklichkeit berührt die Spannrolle den Riemen jedoch nur und trägt zur Vergrößerung des umspannten Bogens nichts bei. Dass die Gegenscheibe von 1370 mm Dmr. für die große Dicke des Riemens von 18 mm zu klein im Durchmesser ist, muss jedenfalls zugegeben werden. Dass aber allein durch Anbringen der Spannrolle in der angeführten Weise das Uebel behoben werden soll, ist kaum zu erwarten. Mit der Anbringung der Spannrolle musste tatsächlich eine ausgiebige Vergrößerung des umspannten Bogens erzielt werden, dann aber auch gleichzeitig eine Verminderung der Riemenstärke und der Wölbung der kleinen

Scheibe vorgenommen werden, wenn ein halbwegs normaler Betrieb erzielt werden soll.

Der Fall No. 8 zeigt auch, dass gusseiserne Schwungräder selbst bei der ungünstigen Beanspruchung und ungewöhnlich hohen Umfangsgeschwindigkeit von 36,8 m noch halten. Nach den in Manchester gemachten Erfahrungen ist ihre Verwendung allerdings nicht mehr ratsam. Die Konstruktion des Rades ist aus Fig. 187 ersichtlich, und setzt jedenfalls tadelloses Material und gute Ausführung voraus.

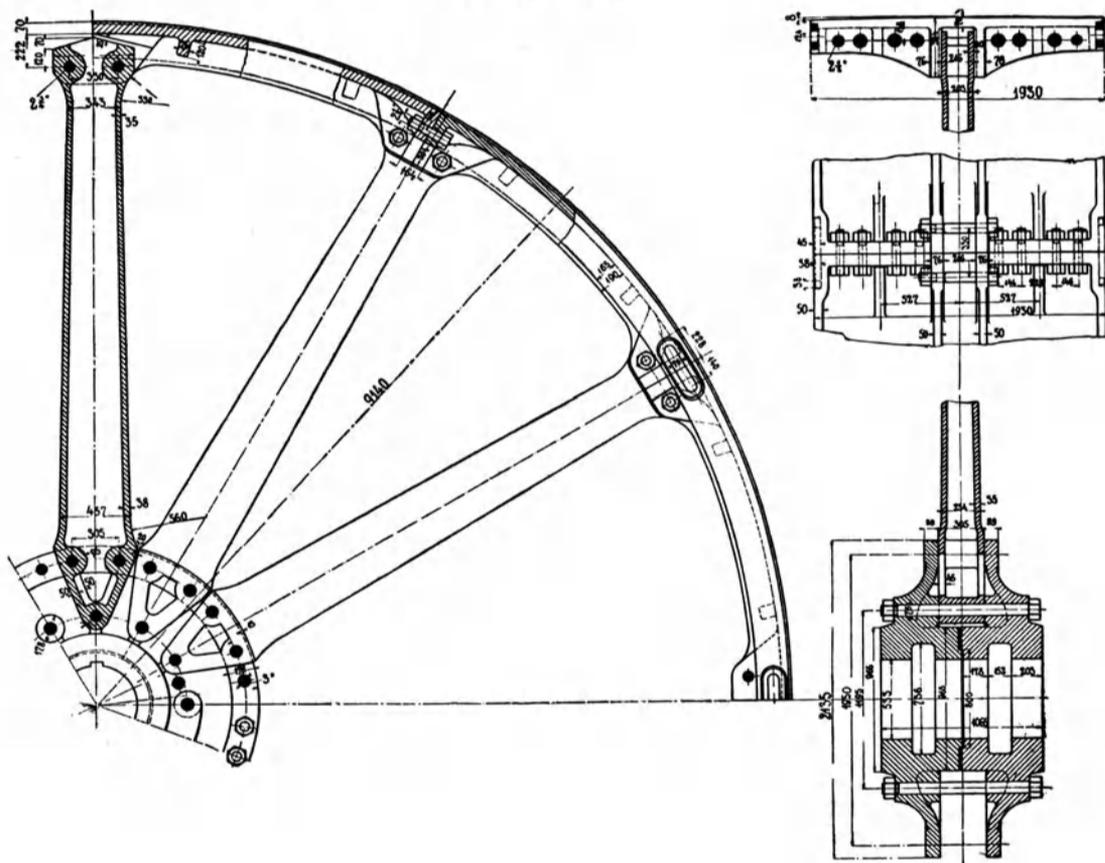
Ein Beispiel über Schwungrad-Riemscheiben mit konisch in die Nabe eingesetzten Armen liefert Fig. 188, welche ein von der Walker Mfg. Co. in Cleveland konstruiertes Rad von 6700 Dmr. für 1220 mm Riemenbreite darstellt. Das Rad besitzt 10 Arme, und die Teilfugen des Kranzes sind in deren Mittellinien in der üblichen Weise angeordnet.

Die bei den Riementrieben verwendeten Spannrollen sind fast ausnahmslos in der Weise konstruiert, dass auf einem

Fig. 191.

Schwungrad der E. P. Allis Co., Milwaukee.

Mafsstab 1:50.



starken gusseisernen Gestelle zwei Gleitbahnen hergestellt sind, auf welchen die beiden Lager der Spannrolle mit durchgehenden Schraubenspindeln gleichzeitig verschoben werden können. Zu diesem Zwecke tragen die Schraubenspindeln an einem Ende Winkelräder, in welche die Gegenräder einer gemeinsamen Querwelle eingreifen, die mit kräftigem Handrad versehen ist.

Fig. 189 zeigt die Anordnung der Spannrollen in der Zentralstation der Westend-Straßenbahn in Boston (No. 16 der Tabelle), wie sie für die beiden Hauptriemen von der Dampfmaschine nach der gemeinsamen Vorgelegewelle hin zur Ausführung gelangt ist. Wie ersichtlich, ist dasselbe Untergestell für die Lagerung der beiden, dicht neben einander liegenden Spannrollen benutzt und dadurch eine sehr gedrängte Anordnung erzielt.

Fig. 190 zeigt die Anordnung der Spannrollen für die Riementriebe von der erwähnten Vorgelegewelle aus zu den

Dynamomaschinen in derselben Zentralstation. Beim Losspannen der Riemen werden mit der Spannrolle gleichzeitig kleine Leitrollen von 305 mm Dmr. verschoben, welche den schlaff werdenden Riemen zur Seite drücken und dadurch bewirken, dass der untere Teil des Riemens nahezu senkrecht nach abwärts hängt, sich von der Antriebscheibe loshebt und auf kleine Rollen legt, welche unterhalb der Antriebscheibe im Kreisbogen gelagert sind. Das Aus- und Einrücken der einzelnen Dynamomaschinen kann auf diese Weise nicht nur während des Ganges bewirkt werden, sondern auch von demselben Boden aus, auf welchem die Dynamomaschinen stehen, weil die Bewegung der Schraubenspindeln mittels Winkelräder und Drehgelenke bis dorthin weitergeführt ist.

In der Weltausstellung in Chicago ist mit Ausnahme eines einzigen Falles bei den großen Riemenantrieben von der Anwendung von Spannrollen abgesehen, hauptsächlich wohl, weil die Dynamomaschinen selbst verschiebbar sind

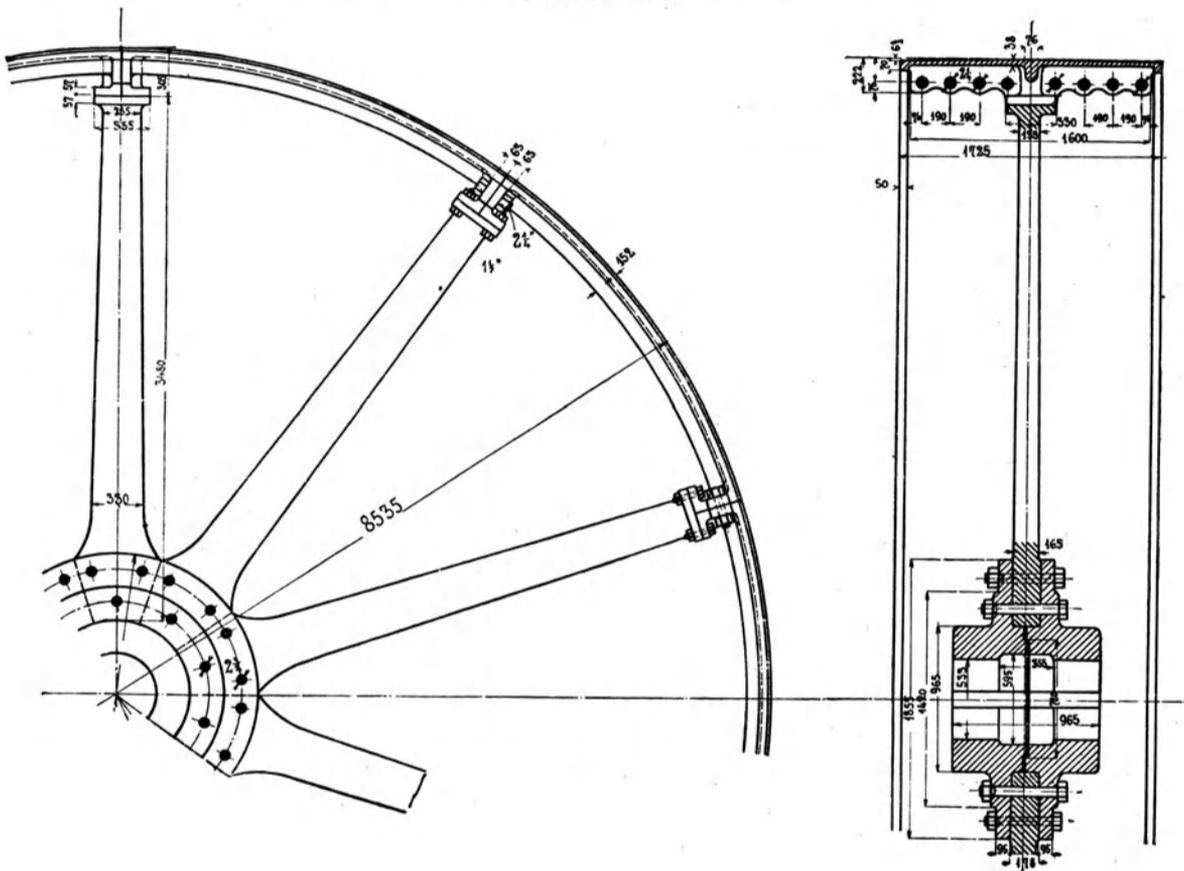
und dadurch den Verlängerungen der Riemen Rechnung getragen werden kann. Sämtliche große Maschinen treiben die Dynamos, wenn sie nicht direkt gekuppelt sind, mit Lederriemen, und nur bei einer einzigen englischen Maschine (Galloway) ist ein Seiltrieb gewöhnlicher Art angeordnet.

Die in der Tabelle aufgenommenen Riementriebe sind für die als »nominell« angegebene Zahl der Pferdestärken nachgerechnet und zeigen im allgemeinen etwas geringere Beanspruchungen, als sie in regelmäßigen Betrieben gefunden worden sind. Die einzelnen Firmen, welche die Riemen geliefert haben und diese gleichzeitig als Ausstellungsgegenstände betrachten, haben ihr Bestes zu leisten gesucht, und der Lauf der Riemen ist auch ein tadellos schöner und ruhiger.

Bei sämtlichen 1000 PS-Westinghouse-Dynamos, die mit 200 Min.-Umdr. laufen und nicht unmittelbar gekuppelt sind, erfolgt der Antrieb mit Lederriemen von dreifacher Lage und 1,83 m Breite. Die große 2000 PS-Maschine der E. P. Allis Co. in Milwaukee treibt 2 solcher Dynamos von demselben Schwungrade aus mit zwei über einander liegenden Riemen. Die Konstruktion der mächtigen Schwungscheibe von 9,14 m Dmr. ist in Fig. 191 dargestellt. Das Rad hat 12 hohle Arme von 35 mm Wandstärke und elliptischem Querschnitt, welche an der Nabe in der bekannten Weise zwischen zwei Nabenplatten festgehalten und am Kranze in durch Rippen gebildete Taschen eingelegt sind. Sämtliche Befestigungsschrauben sind auf Abscherung beansprucht.

Fig. 192.

Schwungrolle von Fraser & Chalmers, Chicago.  
Maßstab 1:50.



Der an den Rändern nach innen umgebogene Kranz besteht gleichfalls aus 12 Segmenten, deren Teilfuge in die Mittellinie der Arme gelegt ist. Außer den Befestigungsschrauben sind beiderseits im Kranze Schrumpfringe zum Zusammenhalten der Kranzsegmente eingelegt.

Die Konstruktion des Riemen Schwungrades der 1000 PS-Maschine von Fraser & Chalmers in Chicago ist in Fig. 192 dargestellt. Es ist etwas kleiner im Durchmesser als das vorhin beschriebene und besitzt 10 voll gegossene Arme von elliptischem Querschnitt. Die Arme sind an der Nabe ebenfalls zwischen 2 Nabenplatten befestigt, während die Arme am äußeren Ende flanschförmig ausgebildet und so mit dem Kranze verbunden sind, dass die Schrauben auf Zug beansprucht werden. Der sehr dünn gehaltene Kranz besteht aus 10 Segmenten mit Teilfuge in den Armmitteln. Schrumpfringe sind nicht angewendet.

Die auf der Achse der Dynamomaschine sitzende Gegen- schein dieses Schwungrades ist in Fig. 193 dargestellt. Sie ist mit doppeltem Armsystem von flach elliptischem Querschnitt ausgestattet und in einem Stück gegossen. Die Nabe

ist zur Entfernung der Gussspannungen gesprengt und durch beiderseits aufgezugene schmiedeiserne Ringe zusammengehalten. Die Scheibe macht einen außerordentlich schlanken gefälligen Eindruck und ist in Guss und Ausführung tadellos.

Die Schwungscheiben der sämtlichen übrigen größeren Maschinen sind wie gewöhnliche Riemscheiben geteilt, die Arme mit Nabe und Kranz zusammengelassen, und zeigen wenig Bemerkenswertes.

In großer Ausdehnung wird in Amerika von hölzernen Riemscheiben Gebrauch gemacht. Eine der ersten von der Dodge Mfg. Co. in Chicago eingeführten Konstruktionen ist durch ausgiebige Reklame auch schon in Europa zur genüge bekannt geworden. Der Merkwürdigkeit wegen seien hier noch 2 Konstruktionen angeführt, welche sich durch die Größe der ausgestellten Gegenstände bemerkbar machen.

Die in Fig. 194 dargestellte Riemscheibe rührt von der Reeves Pulley Co. in Columbus, Ind., her und ist durchweg aus 22 mm dicken Brettchen sehr kunstvoll zusammengebaut. Jeder der 4 durchgeteilten Hauptarme ist aus 25 Brettchen gebildet, zwischen welche die Brettchen der

Nebenarme eingreifen, verleimt und mit Holznägeln befestigt sind. Der Kranz ist ähnlich wie bei dem früher beschriebenen Schwungrade der Amoskeag Co. aus Segmenten hergestellt, verleimt und mit Holznägeln befestigt. Das verwendete Holz und die Arbeit sind ohne Fehler. — Kleinere

Riemscheiben derselben Konstruktion sind mit 4, die kleinsten nur mit 2 Armen ausgeführt.

Bei den von der South Bend Pulley Co., South Bend, Ind., zur Ausstellung gebrachten Riemscheiben, von welchen die größte in Fig. 195 dargestellt ist, bestehen

Fig. 193.

Gegenscheibe von Fraser & Chalmers, Chicago. Maßstab 1:50.

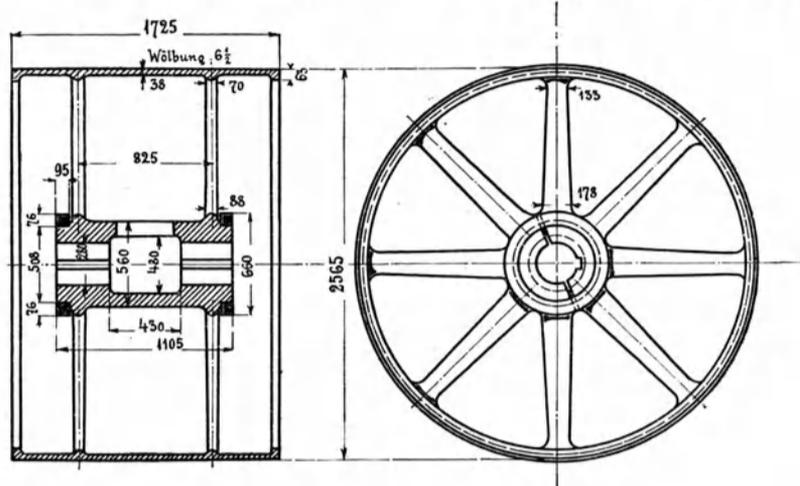


Fig. 194.

Holz-Riemscheibe der Reeves Pulley Co., Columbus. Maßstab 1:50.

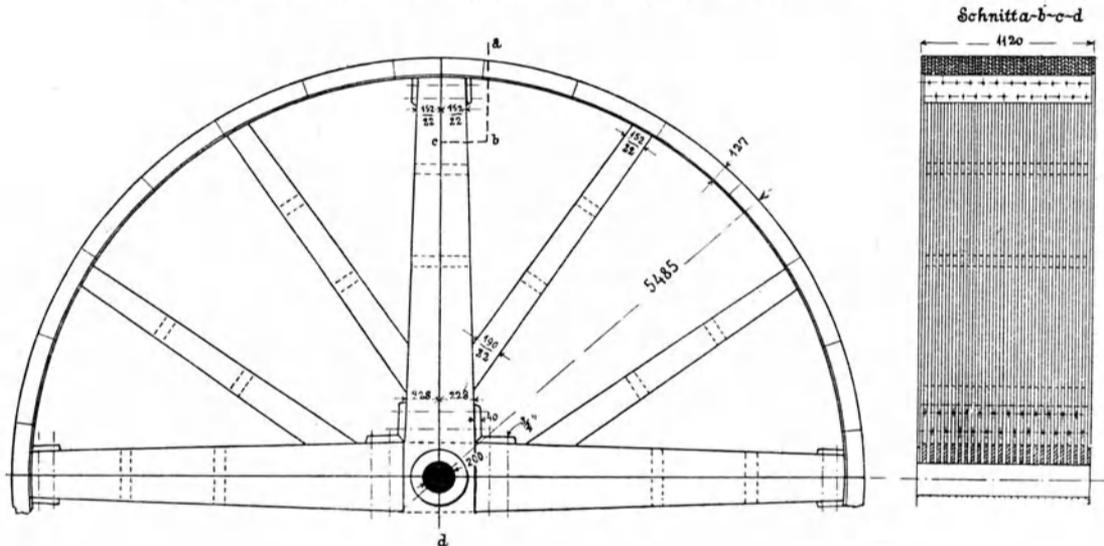
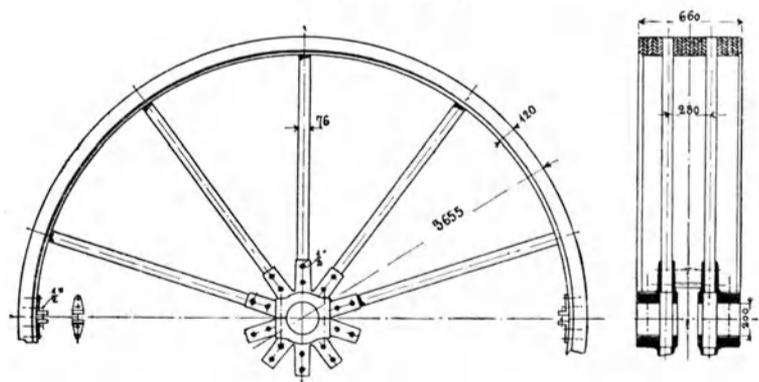


Fig. 195.

Holz-Riemscheibe der South Bend Pulley Co., South Bend. Maßstab 1:50.



die Arme aus runden Holzstäben, welche im Holzkranz verleimt und verkeilt, an der Nabe zwischen 2 gusseisernen schalenförmigen Platten zusammengedrückt und mit durchgehenden Schrauben gehalten sind. Die schwächliche Konstruktion der Nabe, die dünnen Wandstärken und Schraubchen und die höchst mangelhafte Befestigung der beiden Kranzhälften am inneren Umfange des Rades legen die Vermutung nahe, dass dieses Rad eher von einem Wagenbauer und nicht einem Maschinenbauer konstruiert worden sei. Für kleine leichte Riemscheiben und Uebertragung geringer Kräfte mag die Konstruktion allenfalls ausreichen.

Heutzutage, wo man gusseiserne Riemscheiben nicht mehr nach dem Gewicht liefert, sondern zu Stückpreisen, und mit geringsten Arm- und Kranzstärken spannungslos herzustellen gelernt hat, muss die Berechtigung solcher Holzkonstruktionen, für europäische Verhältnisse mindestens, angezweifelt und könnte als Grund dafür höchstens die vermehrte Reibung zwischen Riemen und Scheibe angeführt werden. In Amerika, wo man über ausgezeichnete Hölzer verfügt und eine gewisse Vorliebe für alles Neue auch dann besitzt, wenn es nicht gerade das Beste ist, mögen die Verhältnisse vielleicht anders liegen.

Ueber die bei den geschilderten Riementrieben verwen-

deten Riemen ist anfangs schon gesprochen worden. Es mag noch hinzugefügt werden, dass die Berechnung der Riemen in den meisten Fällen, wenn auch nach ähnlichen Grundsätzen, so doch nicht mit der in Europa geübten Sorgfalt

geschieht<sup>1)</sup>. Die Beanspruchung durch die Zentrifugalkraft und durch die Wölbung der Scheiben wird selten berücksichtigt. Die hohen Werte in der Tabelle zeigen, dass man nicht nur in der Geschwindigkeit, sondern auch in der Beanspruchung wesentlich höher geht als in Europa und bei doppelten Riemen, welche in der größten Zahl verwendet werden, für 1 qcm Querschnitt 40 kg als zulässig betrachtet. Dreifache Riemen werden im allgemeinen geringer beansprucht, im mittel mit 27 kg für 1 qcm Querschnitt. Der Grund ist in der durch die größere Dicke bedingten vermehrten inneren Verschiebung und darin zu suchen, dass man bei der Herstellung dieser Riemen genötigt ist, einmal Haar- und Fleischseite zusammen zu leimen, was viel schwieriger ist, als die Verbindung der beiden Fleischseiten allein bei Doppelriemen.

Ausgeführt und in der Ausstellung zu sehen sind Lederriemen bis zu 2600 mm Breite und 60 m Länge (Page Belting Co., Concord, N. H.). Die in der Tabelle vorgeführten Riementriebe bilden also noch lange nicht die obere Grenze des Möglichen. Die Preise der Riemen schwanken sehr, da Leder ein Börsenartikel ist. Die in den Katalogen angeführten Preise stimmen bei den einzelnen Firmen fast genau überein, es wird jedoch auf diese Preise ein Rabatt bewilligt, der unter Umständen bis 60 pCt beträgt und für einfache, doppelte und dreifache Riemen verschieden ist. Im

<sup>1)</sup> Z. 1893 S. 15.

allgemeinen wird für doppelte Riemen der doppelte Preis, für dreifache Riemen der dreifache Preis gefordert. Hierunter sind für einige Breiten die Katalogpreise für 1 m Länge angeführt:

Breite		einfache Riemen	doppelte Riemen
Zoll	mm	<i>M</i>	<i>M</i>
10	254	18	36
20	507	40	80
30	761	65	130
40	1015	90	180
50	1270	115	230
60	1525	140	280

In neuerer Zeit werden zum Betriebe der Dynamomaschinen vielfach Gliederriemen verwendet und hauptsächlich bei kurzen Entfernungen und kleinen Scheibendurchmessern bevorzugt. Die in der Ausstellung verwendeten Riemen dieser Art liefen sehr schön gerade und durchaus lautlos; doch scheinen sich, wenigstens bei neuen Riemen, in kurzer Zeit Verlängerungen einzustellen, welche ein öfteres Kürzen des Riemens nötig machen, das allerdings leicht bewerkstelligt werden kann. Die beobachteten Geschwindigkeiten nähern sich den in der Tabelle enthaltenen Werten, ohne sie zu erreichen; über die Höhe der Beanspruchung konnten zuverlässige Angaben nicht gewonnen werden.

E. Reichel.

## Amerikanische Pumpwerke.

Die Entwicklung der Pumpmaschinen in Amerika lässt sich kurz kaum angeben, da die Mannigfaltigkeit eine zu große ist. Nur zur Kennzeichnung des Wesentlichsten und der Entwicklung bis etwa Anfang der 80er Jahre mögen die nachfolgenden kurzen Bemerkungen dienen.

Die ältesten größeren Wasserwerksmaschinen wurden von Roosevelt gebaut und 1801 und 1808 in Philadelphia aufgestellt. Die Maschine im Central Square (32" = 813 mm Dmr., 6' = 1,8 m Hub) hob das Wasser 16 m hoch in einen Behälter unter Dach. Die zweite Philadelphiaer Maschine wurde am Schuylkill-Fluss aufgestellt (Dampfzylinder: 40" = 1016 mm Dmr., 6' = 1,8 m Hub, Pumpen: 17 1/2" = 444 mm Dmr., Druckhöhe rd. 17 m). Beide waren Balanzier-Schwungradmaschinen. Die Unterstützungen der Lager, Hilfspumpen und Wasserbehälter waren aus Holz hergestellt. Die Betriebsgeschwindigkeit betrug 16 Min.-Umdr., die Tagesleistung der Schuylkill-Maschine war 1470000 Gallonen = 5560 cbm<sup>1)</sup> in 24 Stunden bei einer Dampfspannung von 2 1/2 bis 4 Pfd. (0,18 bis 0,28 kg/qcm). Weiter war zu Anfang dieses Jahrhunderts eine größere Wasserwerksmaschine in New York und eine in Boston in Betrieb. Ihre Bauart ist im wesentlichen gekennzeichnet durch die primitive Aufstellung, die den ältesten englischen Balanziermaschinen nachgebildet und nur in ihren Einzelheiten mehr den in Amerika typisch gewordenen Eincylinder-Schiffsmaschinen ähnlich war. Die unvollkommenen Mittel in der Herstellung damaliger Zeit veranlassten diese Bauart und insbesondere die Zusammensetzung aller schweren Maschinenteile aus vielen Stücken.

Seit 1822 wurde in der Pumpstation Fairmount Park in Philadelphia die Wasserkraft des Schuylkill-Flusses benutzt. Die Anlage bestand zunächst aus einem Wasserrade von 15' = 4,6 m Dmr. und 15' = 4,6 m Breite, eine Pumpe von 16" = 405 mm Dmr., 4 1/2' = 1,4 m Hub antreibend; später, 1830, wurden zwei weitere Wasserräder von 16' = 4,9 m Dmr. und 15' = 4,6 m Breite, jedes eine Pumpe von 16" = 406 mm Dmr. und 5' = 1,5 m Hub antreibend, hinzugefügt.

Die erste Turbine dieses Wasserwerks wurde 1851 in Betrieb gesetzt; sie hatte 7' = 2,1 m Dmr.; die von ihr betriebenen Pumpen hatten 16" = 406 mm Dmr., 6' = 1,8 m Hub.

Gegenwärtig werden dort 13 Pumpen durch 7 Turbinen angetrieben. Je eine Turbine treibt 2 Pumpen von 18" = 457 mm Dmr., 6' = 1,8 m Hub, entsprechend einer Lieferung von 4 1/2 Mill. Gallonen; die tägliche Gesamtleistung der Turbinen beträgt 33 1/2 Mill. Gall. = 12860 cbm.

Seit der Einführung der ersten größeren Pumpmaschinen in Philadelphia machte der Bau großer Wasserwerksmaschinen in Amerika bedeutende und rasche Fortschritte. Schon 1884 waren über 500 größere Wasserwerksmaschinen mit zusammen 2250 Mill. Gall. täglichem Lieferungsvermögen in Betrieb.

<sup>1)</sup> 1 U. S.-Gallone = 3,78 ltr.

Für die Entwicklung des Pumpmaschinenwesens in Amerika wurden u. a. von Bedeutung die Maschinen in Montreal, Hamilton und Toronto in Canada, von Boston, Lowell, Lyon, Lawrence, Providence, Pawtucket, Brooklyn, Buffalo, Saratoga, Jersey City, Philadelphia, Pittsburg, Cincinnati, Cleveland, Louisville, St. Louis, Chicago und Detroit. Diese Wasserwerke enthalten eine bunte Reihe guter und schlechter Pumpmaschinen.

Die Wasserversorgung hat in den meisten Städten einen sehr großen Umfang angenommen; einige Städte, wie Chicago und St. Louis, hatten schon Ende der 70er Jahre eine für die damalige Größe dieser Städte sehr ausgedehnte Wasserversorgung. Aber gerade diese ausgedehnten Wasserwerksanlagen besitzen eine wahre Museumssammlung verschiedener Pumpmaschinen.

Die ziemlich regellose Entwicklung des Maschinenwesens lässt sich am besten an solchen Städten studieren; die Mehrzahl der Anlagen bietet nichts besonderes dar. Mit geringen Ausnahmen ist überall die wenig planmäßige Entwicklung und außerordentlich verschiedenartige Maschinenbauart innerhalb der äußersten Extreme zu verfolgen.

Die älteren Maschinen der Wasserwerke in Chicago sind sämtlich Balanzier- und Schwungradmaschinen, im nördlichen Wasserwerk mit einfachen Zylindern, im westlichen Verbundmaschinen. Die erste Wasserwerksmaschine wurde in Chicago 1853 aufgestellt; Leistungsfähigkeit von 7 1/2 Mill. Gallonen, Dampfzylinder: 44" = 1118 mm Dmr., 9' = 2,7 m Hub, Druckpumpen: 34" = 864 mm Dmr., 5 1/2' = 1,6 m Hub. Die zweite Maschine, 1857 errichtet, leistete 13 Mill. Gallonen; die dritte von 1867, eine Zwillingsmaschine, 18 Mill. Gallonen; die vierte, 1872 errichtet, 43 Mill. Gallonen.

Die Steuerung der Dampfzylinder erfolgt durch entlastete Doppelsitzventile. Die Pumpenventile, aus Metall ausgeführt, sind gleichfalls Doppelventile. Der obenliegende gusseiserne Balanzier ist etwa 9 m lang, 20 t schwer, das Schwungrad hat 7,9 m Dmr. und ein Gewicht von 40 t. Diese Angaben charakterisieren die Bauart nach englischen Vorbildern. Die Kosten einer solchen Maschine einschl. 3 Dampfkessel betragen durchschnittlich 188000 \$.

1876 wurden in Chicago im westlichen Wasserwerk 4 Verbund-Balanziermaschinen von 48" = 1219 mm Dmr., 6' = 1,8 m Hub der Hochdruck-, 76" = 1930 mm Dmr., 10' = 3 m Hub der Niederdruckzylinder, beide Zylinder mit Corliss-Steuerung versehen, mit obenliegendem Balanzier nach englischer Bauart ausgeführt, mit Pumpen von 51" = 1295 mm und 36" = 914 mm Dmr., 10' = 3 m Hub. Die Maschinen sind paarweise aufgestellt und können mit dem gemeinsamen Schwungrad gekuppelt werden. Die Balanziers sind aus schmiedeisernen Platten zusammengesetzt (11 m lang, 2,1 m hoch, 63 mm dick und 30 t schwer).

Die Kosten der Maschinen betragen einschl. 6 Dampfkessel 243500 \$.

Das zweite Paar solcher Maschinen wurde 1884 in Betrieb gesetzt. Die Gesamtkosten der Maschinen samt Kesseln betragen 257 500 \$.

Ueber die neuen Pumpwerke mehrerer Städte werde ich später ausführlich berichten. Nächst Chicago besaß Anfang der 80er Jahre St. Louis die größten Wasserwerke. Ihre Gesamtleistung war sogar bedeutender als die der Chicagoer Werke, ist aber seither weit überflügelt. Für das Hochdruckgebiet sind 3 einzylindrige Balanzier-Schwungradmaschinen mit einer Leistung von 16 Mill. Gallonen vorhanden, und 2 Verbund-Balanzier-Schwungradmaschinen von 24 Mill. Gallonen, für das Niederdruckgebiet 2 direktwirkende Cornwall-Maschinen und 2 Balanzier-Schwungradmaschinen ungewöhnlicher Bauart.

Die Betriebs- und Reparaturkosten infolge von Brüchen waren bei den St. Louis-Wasserwerken ungewöhnlich hoch, bei den einfachwirkenden Cornwall-Maschinen hingegen sind noch keine Störungen vorgekommen; wenn diese älteste und unvollkommenste Maschinensorte die zuverlässigste war, so kann daraus auf die geringe Zuverlässigkeit der Bauart der übrigen Maschinen geschlossen werden. In neuester Zeit ist flussaufwärts ein neues Wasserwerk von etwa gleicher Leistungsfähigkeit angelegt, welches von dort aus das Niederdruckgebiet versorgt, und vor der Stadt soll ein neues Hochdruckpumpwerk für die Versorgung der hochgelegenen Stadtteile und zugleich eine große Filterstation angelegt werden.

In Milwaukee wurde eine stehende Verbund-Corliss-Maschine mit obenliegendem Balanzier 1874 aufgestellt, die 16 Mill. Gallonen leistet; eine zweite Maschine für 12 Mill. Gallonen wurde 1881 hinzugefügt (24" = 610 mm, 60" = 1524 mm Dmr., 5' = 1,5 m Hub der Dampfzylinder, 41" = 1041 mm, 30" = 762 mm Dmr., 5' = 1,5 m Hub der Pumpen).

In Detroit wurden 1880 2 Verbund-Balanzier-Schwungradmaschinen von 42" = 1067 mm, 84" = 2134 mm Dmr., 6' = 1,8 m Hub aufgestellt. Beide Cylinder arbeiten direkt auf 2 unterhalb liegende doppelwirkende Pumpen von 40 1/4" = 1022 mm Dmr., 6" = 1,5 m Hub. Auf der Hochdruckseite ist das Balanzierende verlängert und treibt das Schwungrad.

Ueber die Entwicklung der Worthington-Pumpen folgen Angaben weiter unten.

Aehnlich wie in St. Louis sind die Wasserwerke in Cincinnati ein wahres Museum merkwürdiger Pumpmaschinen. Bekannt sind die großen Shields-Maschinen mit Dampfzylindern von 100" = 2540 mm Dmr. und 12' = 3,6 m Hub.

Pittsburgh besitzt ungewöhnlich schwere Pumpmaschinen horizontaler Bauart mit senkrechten Plungern, die von der Kurbelwelle angetrieben werden. Die Uebersetzung auf die Pumpenkolben erfolgt mit wechselnder Geschwindigkeit, ähnlich den schwingenden Corliss-Scheiben, sodass der Hubwechsel mit geringer Geschwindigkeit vor sich geht. Die Pumpenplunger sind so stark belastet, dass die Druckarbeit ohne Mitwirkung der Dampfarbeit erfolgt; letztere wird zur Hebung der Pumpengewichte verwandt. Es sind 2 einfache Maschinen mit Dampfzylindern von 62" = 1575 mm Dmr. und 14' = 4,3 m Hub vorhanden. Außerdem sind 2 Tandem-Verbundmaschinen mit Hochdruckzylindern von 62" = 1575 mm, Niederdruckzylindern von 106" = 2692 mm Dmr., 14' = 4,3 m Hub vor 5 Jahren aufgestellt worden. Jede Maschine treibt Pumpenplunger von 40" = 1016 mm Dmr., 11' 3" = 3,4 m Hub. Die Druckhöhe beträgt 350' = 107 m, die Dampfspannung 120 Pfd. = 8,4 kg/qcm. Jedes Maschinenpaar hat ein gemeinsames Schwungrad von 33' = 10 m Dmr. und 100 t Gewicht. Die Maschinenkurbeln waren anfangs unter rechtem Winkel gegen einander versetzt, wurden jedoch später um 180° umgesetzt, um bessere Pumpenwirkung zu erzielen. Ursprünglich waren große einsitzige Pumpenventile verwendet, welche zu endlosen Reparaturen Anlass gaben. Die Verbundmaschinen wurden später in Einzylindermaschinen umgeändert. Die Kosten dieser 2 Maschinen betragen 1 250 000 \$ ausschließlich Fundamente. Dies ist, selbst abgesehen von den Reparaturkosten, im Verhältnis zur Lei-

stungsfähigkeit wahrscheinlich das kostspieligste Pumpwerk, welches überhaupt besteht.

Philadelphia hat bis Ende der 80er Jahre zu seinen mit Wasserkraft betriebenen Pumpmaschinen Dampftrieb für eine Gesamtleistung von 125 Millionen Gallonen hinzugefügt. Diese Dampfmaschinen sind auf 5 Stationen verteilt, und zwar sind 9 Worthington-Duplexmaschinen mit zusammen 78 Millionen Gallonen, eine Verbund-Balanziermaschine, 2 stehende Verbundmaschinen mit drei liegenden Cylindern und eine horizontale Zwillingmaschine vorhanden.

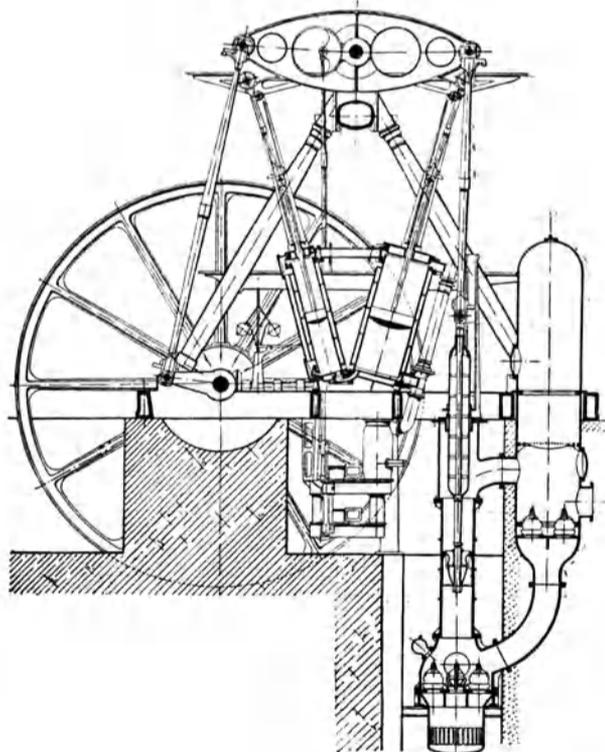
In Brooklyn wurde die erste Pumpmaschine als direkt wirkende Maschine von Wright in Hartfort gebaut und 1857 in Betrieb gesetzt. 1869 wurde eine Einzylinder-Schwungradmaschine, später 2 Balanzier-Schwungradmaschinen mit einfachem Cylinder von 85" = 2159 mm Dmr. und 10' = 3 m Hub für 15 Millionen Gallonen Leistung und außerdem, 1880, eine Duplexpumpe von Davidson hinzugefügt.

In Lowell wurde 1873 eine Morris-Maschine in Betrieb gesetzt, welche eine für die damalige Zeit bedeutende Leistung erzielte. Es ist eine Balanziermaschine (36" = 914 mm zu 62" = 1575 mm und 70" = 1778 mm zu 36" = 914 mm) mit Schwungrad; der Balanzier wird durch den Windkessel unterstützt. Die Druckpumpen (26" = 660 mm Dmr. und 6' = 1,8 m Hub), auf der Kurbelseite des Balanziers angeordnet, leisten 5 Millionen Gallonen. Die Leistung der Maschine bei reiner Pumpenarbeit war 89,7 Millionen Fußfund und 78,3 Millionen Fußfund für den Gesamtbetrieb, auf 100 Pfd. Dampf bezogen.

Lynn und Lawrence haben Verbundbalanziermaschinen von gleichfalls hoher Leistung, die für ihre Zeit bahnbrechend gewesen sind und, abweichend von den alten englischen Vorbildern, zu richtiger Bauart der Balanzier-Pumpmaschine-

Fig 196.

Wasserwerk Lawrence, Leavitt-Maschine.  
Maßstab 1:175.



geführt haben. Die Maschinen sind von E. D. Leavitt entworfen. Die Dampfzylinder sind unter dem Mittel des Balanziers gelagert und geneigt aufgestellt, nämlich aufwärts gerichtet, sodass der Schnittpunkt der Kräfte unterhalb der Balanziermitte liegt, siehe Fig. 196. Das Balanzierende der Niederdruckseite ist mit der Pumpe, das Hochdruckende mit

der Kurbel verbunden. Die Kolben haben daher gegenseitige Bewegung und ergeben kurze Dampfwege für die Ueberströmung, 18" = 457 mm und 38" = 965 mm Dmr., 8' = 2,4 m Hub der Dampfzylinder, 26" = 660 mm Dmr., 8' = 2,4 m Hub der Pumpen. Die Leistung ist 2 Millionen Gallonen bei 16 Min.-Umdr.

Im Jahre 1883 betrug die Leistung für die Pumpenarbeit 99,5 Millionen, für den Gesamtbetrieb 97,5 Millionen Fußpfund.

In Providence und Pawtucket wurden 1878 Pumpmaschinen von Corliss aufgestellt, welche gleichfalls auf die Entwicklung der Pumpmaschinen Einfluss geübt haben; sie zählen zu den hervorragendsten und eigenartigsten amerikanischen Konstruktionen und haben den Namen ihres bahnbrechenden Konstrukteurs auch auf dem Pumpengebiete bekannt gemacht. Die Abmessungen sind: 15" = 381 mm und 30" = 762 mm Dmr., 30" = 762 mm Hub.

Die Dampfzylinder liegen neben einander und sind direkt mit dem Pumpenkolben von 10 1/2" = 267 mm Dmr. gekuppelt. Die Uebertragung auf das Schwungrad erfolgt durch Zwischenhebel, bei oben liegender Kurbel und oben liegendem Schwungrad. Die Pumpen sind mit den bekanntesten federbelasteten Corliss-Ventilen versehen. Die Druckhöhe beträgt 262' = 80 m, die Leitung betrug 104,9 Millionen Fußpfund, für die Pumpenarbeit allein 108,7 Millionen Fußpfund. Die größte bei Versuchen erzielte Leistung betrug 121 Millionen Fußpfund, bei Abzug des Heizverbrauches und bei einer durchschnittlichen Umdrehungszahl von 45 i. d. Min.

In Providence hat Corliss 1881 außerdem 2 Verbund-Balanziermaschinen für 9 Millionen Gall. Lieferung mit 100 Mill. Fußpfund Leistung aufgestellt (Abmessungen: 18" = 457 mm, 36" = 914 mm, 6' = 1,8 m). Jeder Zylinder betreibt zwei einfachwirkende Plungerpumpen von 19" = 483 mm Dmr., 36" = 854 mm Hub. Die Druckhöhe beträgt 177' = 914 m, die Leistung 106 Millionen Fußpfund. Diese Leistung ist ungewöhnlich und auf die vorzügliche Konstruktion und Ausführung der Maschine, insbesondere der Dampfmaschine, aber auch auf die verhältnismäßig große Druckhöhe zurückzuführen, infolge deren die Nebenwiderstände geringer sind. In der Verwendung von Hochdruckdampf und starker Expansion war diese Maschine bahnbrechend für Amerika.

Dieser Ueberblick zeigt eine ziemlich unregelmäßige Entwicklung, die auch in neuerer Zeit keinen Abschluss gefunden hat, ausgenommen, was die in Amerika viel verwendeten Duplexpumpen betrifft, welche in Folgendem noch besonders erwähnt sind.

Gleiche Unregelmäßigkeit und verschiedenartigste zwischen den Extremen schwankende Ausführung lässt sich auch in der geschichtlichen Entwicklung der Wasserhaltungsmaschinen nachweisen. Die erste größere Wasserhaltung wurde 1763 in den Schuylkill-Kupfergruben in New Jersey aufgestellt. Alle wesentlichen Teile der Maschine wurden von England eingeführt. Zu Anfang dieses Jahrhunderts standen in der genannten Grube 5 Wasserhaltungsmaschinen in Verwendung.

Im Kohlenrevier von Pennsylvanien haben die direktwirkenden Cornwall-Maschinen gleichfalls zuerst aus England Eingang gefunden. Der Zylinderdurchmesser betrug 36" bis 80" (= 914 bis 2032 mm), der Hub gewöhnlich 10' = 3 m. Die bekannteste dieser Maschinen ist die am Empire-Schacht des Schuylkill-Reviere mit 80" = 2032 mm Dmr. des Dampfzylinders, 24" = 610 mm Dmr. der Pumpe und 10' = 3 m Hub. Viele dieser einfachwirkenden Wasserhaltungsmaschinen sind in tonnlägigen Schächten aufgestellt. Die Pumpen wurden überwiegend mit Lederklappen ausgeführt. Die Maschinen arbeiteten mit Volldruck. Irgend welches Bestreben, den Dampfverbrauch herabzusetzen, war bis vor zwei Jahrzehnten nicht vorhanden.

Eine der größten Wasserhaltungsmaschinen ist in der Lehigh-Zinkgrube bei Friedensburg in Pennsylvanien aufgestellt. Sie wurde von Merric & Sons, Southwark-Foundry, Philadelphia, gebaut (Balanziermaschine mit oben liegendem Balanzier, Dampfzylinder von 110" = 2794 mm Dmr., 10' = 3 m Hub. Der Balanzier ist mit zwei Schildern ausgeführt; an

seinem äußeren Ende ist das Pumpengestänge angebracht und die Kurbelwelle unter dem Dampfzylinder. Zwei Schwungräder mit 2 Schubstangen sind neben dem Dampfzylinder angeordnet. Balanzierzapfen und Kurbelwelle haben 28" = 711 mm Dmr.).

In den 60er Jahren wurde mit der Ausführung unterirdischer Maschinen begonnen, hauptsächlich der geringen Kosten wegen; die Maschinen wurden auch mit wenig Ausnahmen als gewöhnliche einzylindrige oder als Duplexpumpen ohne Schwungrad ausgeführt. Die Abmessungen bewegen sich in der Regel zwischen 8" und 30" (203 und 762 mm) Dmr. der Dampfzylinder, 12" bis 36" (305 bis 914 mm) Hub und 5" bis 14" (127 bis 356 mm) Pumpendmr. Diese Hub- und Duplexmaschinen haben später für Gruben- und Wasserwerksbetrieb die größte Verbreitung gefunden.

Bezeichnend für die Art des Grubenbetriebes sind die in den Comstock-Silbergruben in Virginia City, Nevada, ausgeführten Maschinenanlagen. Diese Gruben haben verhältnismäßig große Tiefe (teilweise bis zu 3400' =  $\infty$  1050 m), das zufließende Wasser hat eine Temperatur von 160° F = 71° C. Die dort verwendeten Wasserhaltungsmaschinen sind von außerordentlicher Mannigfaltigkeit und zeugen von verschiedenartigen Experimenten. Es sind verwendet: Einzylindermaschinen ohne Schwungrad, horizontal und vertikal aufgestellt; im Union- und Yellow-Schacht jedoch große Verbund-Schwungradmaschinen, die eine als Balanziermaschine, die zweite horizontal am Pumpengestänge aufgestellt (16" = 406 mm Pumpendurchmesser und 10' = 3 m Hub).

In den Eisen- und Kupfergruben des Michigan-Distrikts sind überwiegend Gestängemaschinen, jedoch angetrieben durch gewöhnliche Dampfmaschinen mit Räderübersetzung, verwandt. Die Gestängeschwindigkeit beträgt 3 bis 16 Hübe i. d. Min.

Die größten Maschinen dieser Art wurden in der Calumet und Hecla-Mine betrieben. Die Pumpen hatten Durchmesser von 7" bis 14" (178 bis 356 mm) und zwischen 3' und 9' (0,9 und 2,7 m) veränderlichen Hub, um die Leistung der Maschinen dem jeweiligen Wasserzfluss anzupassen. Die Pumpen machten 10 Min.-Umdr., die Antriebswelle erhielt ihre Bewegung durch einen Seiltrieb, für welchen Seilscheiben von 15' = 4,6 m Dmr. verwendet wurden. Die Kraft wurde von einer großen Dampfmaschine entnommen, welche gleichzeitig für die Förderung dient. Die Pumpen wurden in tonnlägigen Schächten bei ungefähr 30° Einfallen eingebaut. Die Tiefe, aus der das Wasser zu heben ist, beträgt bis zu 4000 =  $\infty$  1200 m.

Sowohl für Wasserwerkmaschinen als auch für Wasserhaltungen haben in Amerika die direktwirkenden Maschinen ohne Schwungrad die größte Verbreitung gefunden. Unter diesen ist die Worthington-Pumpe bahnbrechend gewesen und auch heute noch weitaus die bedeutendste. Ihre Konstruktion rührt von dem verstorbenen Henry R. Worthington her, wurde 1848 patentirt und fand zuerst für Kesselspeisepumpen Verbreitung. Für Wasserwerkmaschinen fand sie zuerst Anwendung in Savannah im Jahre 1854, 1856 in Cambridge, wo eine Maschine für 300000 Gall. Leistung und 100' = 30 m Druckhöhe gebaut wurde. Der Hochdruckzylinder (12" = 305 mm) war konzentrisch im Niederdruckzylinder (25" = 635 mm) angebracht, dieser also ringförmig ausgeführt. Von der Maschine wurde eine doppelwirkende Wasserpumpe von 14" = 356 mm Dmr. und 26" = 365 mm Hub angetrieben.

Die erste Duplexpumpmaschine wurde von Worthington 1863 in Charlestown, Mass., gebaut. Die Anordnung ist in Amerika für billige Anlagen, wo die Anlagekosten die erste Rolle spielen, mehr in Anwendung gekommen als irgend ein anderes Pumpensystem. In der ersten Zeit ihrer Entwicklung, in den 60er und 70er Jahren, kamen daneben überhaupt nur die Cornwall-Maschine und die wenigen großen und im wesentlichen schlechten Balanziermaschinen in Betracht. Ende der 1880er Jahre war die Worthington-Maschine bei mehr als 200 amerikanischen Wasserwerken in Verwendung.

Die bekannte Anordnung der Maschine ist im wesentlichen unverändert geblieben: 2 wagerechte Zwilling- oder Tandemmaschinen, jede mit einer doppelwirkenden Wasser-

pumpe versehen, bei gegenseitiger Steuerung der Dampfschieber. Die Pumpenventile sind durchgehend einfache Gummi- oder Metallplatten. Hohe Expansion ist bei fehlender Masse ausgeschlossen, daher sind die Maschinen nur für geringe Leistung geeignet, die 50 bis 65 Mill. Fußspfund, bei guten Maschinen auch bis zu 77 Mill. Fußspfund betrug.

Der Hauptvorteil ihrer Anwendung liegt in den geringen Anlagekosten, auch hinsichtlich der erforderlichen Fundirung und der Gebäude. Wichtig für die Entwicklung des Pumpenbaues war die Anwendung dieser Duplexmaschinen für den Betrieb der Oelrohrleitungen bei Pressungen von 1500 Pfd. = 105 kg/qcm. Mehrere der für Oelleitungen angewendeten Worthington-Duplexmaschinen leisten bis zu 400 PS. Kleinere Pumpen ähnlicher Bauart finden auch als Druckpumpen in Stahlwerken vielfach Verwendung.

Neben Worthington haben die Fabriken von Geo. F. Blake in Boston, L. J. Knowles in Worcester, Mass., und eine Anzahl kleinerer Fabriken das gleiche Feld bearbeitet und insbesondere die einfachwirkenden eincylindrigen Pumpen ausgeführt. Tausende solcher Pumpen werden fabrikmäßig erzeugt und finden in allen Teilen der Union für untergeordnete Zwecke, wo Dampfersparnis keine Rolle spielt, Verwendung. Seit dem Erlöschen der Worthingtonschen Patente auf Duplexpumpen bauen diese beiden und alle anderen Pumpenfirmen auch überwiegend Zweicylindermaschinen. Die genannten beiden Fabriken sind seit mehreren Jahren zu einem gemeinsamen Unternehmen vereinigt und neuestens soll dieses auch mit der Worthington Co. verschmolzen werden, sodass die Fabrikation dieser Pumpengattung, soweit sie von Bedeutung ist, nahezu monopolisiert ist. Die sonstigen Fabriken derselben Richtung sind verhältnismäßig nicht bedeutend.

Um einen ungefähren Vergleich der Maschinenleistungen zu ermöglichen, führe ich einige Versuchsergebnisse an, die über hervorragende Maschinen mitgeteilt wurden, verweise aber hinsichtlich der Zuverlässigkeit dieser Angaben auf meine späteren Bemerkungen.

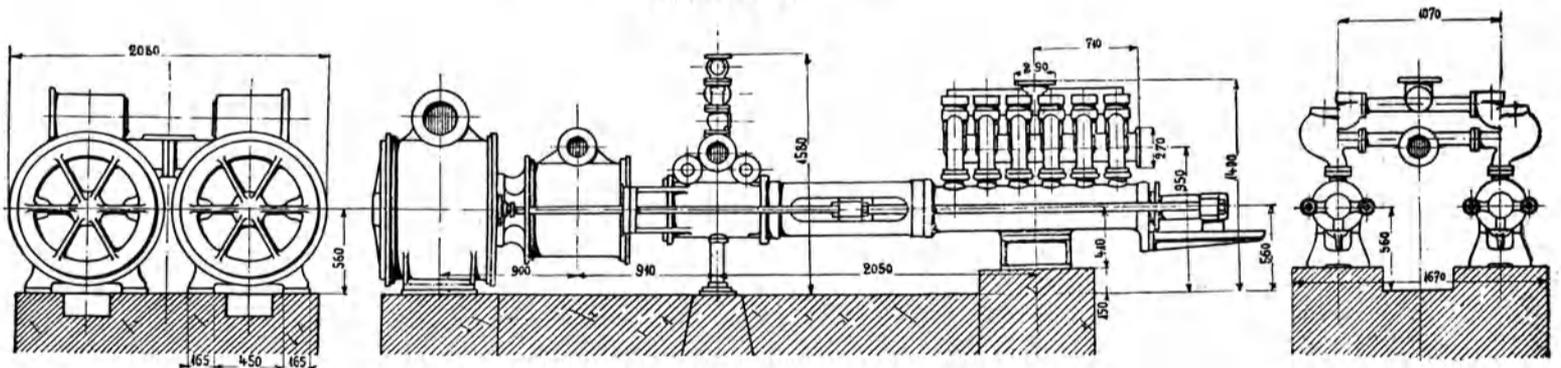
Die Cornwall-Maschinen in New Jersey ergaben 1857 Leistungen von 62,1 Millionen Fußspfund (wie in Amerika üblich: auf 1000 Pfd. Dampf bezogen), die Schwungradmaschinen in Brooklyn 1860 60 Millionen Fußspfund. Zu dieser Zeit wurden Leistungen von 60 Millionen nicht überschritten. Erst in den 70er Jahren wurden höhere Leistungen erreicht, u. a. mit einer Schwungrad-Balanziermaschine in Philadelphia und mit der Wasserwerksmaschine in Lowell (93 Millionen); die Maschine in Lynn ergab eine Leistung von 103,9 Millionen, die als die höchste überhaupt je erreicht bezeichnet wurde; 1875 ergab eine Schwungrad-Balanziermaschine in Milwaukee 76,9 Millionen, 1876 die Verbundmaschine in Lawrence 98,26 Millionen. Bei einem Versuche im Jahre 1879 ergab dieselbe Maschine eine Leistung von 111,5 Millionen, einen Wirkungsgrad von 91,6 pCt und einen Kohlenverbrauch von 1,63 Pfd., bei einem Speisewasserverbrauch von 16,48 Pfd.

1878 ergab die Corliss-Maschine in Pawtucket in 10-tägigem ununterbrochenem Betriebe eine Leistung von 104,3 Millionen; bei einem 24stündigen Versuche 133,5 Millionen Fußspfund. 1877 ergab die Erprobung einer Verbund-Balanzier-Schwungradmaschine in Chicago, West Side, eine Leistung von 96 Millionen, 1882 die Prüfung einer Corliss-Maschine in Providence 113,27 Millionen Fußspfund, und auf reine Pumpenarbeit bezogen: 138 Millionen. 1883 ergab die Erprobung einer Gaskill-Maschine in Saratoga Springs eine Leistung von 106,8 Millionen; dieses Ergebnis wurde jedoch vielfach angefochten.

Als die ersten amerikanischen Pumpmaschinen mit hoher Leistung sind die Corliss-Wasserwerksmaschine in Pawtucket und die Leavitt-Maschine in Lynn anzusehen, welche beide mit verhältnismäßig hoher Kolbengeschwindigkeit und Dampfspannung arbeiten.

Die wesentlichen Fortschritte bestehen vor allem in der Verbesserung der Dampfmaschinen, in der Einführung der Verbundmaschinen, der Verwendung hochgespannten Dampfes

Fig. 197 bis 199.

Dreifach-Verbund-Worthingtonpumpe.  
Maßstab 1:50.

und weitgehender Expansion, in der richtigen Bemessung der Festigkeit und der Abnutzungsdimensionen des Triebwerkes, in der selbstthätigen Regulirung der Maschinen und in der Anwendung zahlreicher kleiner Pumpenventile anstelle der großen Klappen. Dampfspannungen über 100 Pfd. (7 kg/qcm) wurden zuerst von Corliss verwendet.

Für direktwirkende Pumpen ohne Schwungrad sind die Worthingtonschen Konstruktionen und seine Einrichtungen zur Massenherstellung mustergültig geworden und haben überall Nachahmung gefunden, insbesondere die Herstellung der Maschinen mit auswechselbaren Teilen und nach Kalibern, wodurch der Ersatz von Reserveteilen jederzeit möglich gemacht wird.

Das Vorstehende giebt eine Uebersicht über die unregelmäßige Entwicklung des Pumpenwesens bis Ende der 1880er Jahre.

Die seitherige Entwicklung werde ich in weiteren Berichten erwähnen; sie ist gekennzeichnet durch die Verbrei-

tung der Duplexmaschinen und die Einführung der Kraftausgleicher an Duplexpumpen, deren Einzelheiten auch bei uns so vollständig bekannt sind, dass ausführliche Mitteilungen darüber überflüssig sind.

Außerdem werden diese Maschinen in neuerer Zeit, um den Dampfverbrauch herabzusetzen, als Dreifach-Verbundmaschinen gebaut, d. i. mit 6 Dampfzylindern, je ein Hoch-, Mittel- und Niederdruckzylinder hinter einander, auf jeder Pumpenseite durch die gemeinsame Kolbenstange die Pumpe unmittelbar antreibend. Fig. 197 bis 199 stellen eine solche Anordnung für eine Hochdruckpumpe dar und zeigen die mit solcher Bauart verknüpften Nachteile: Komplikation der wesentlichen Triebwerksteile (6 Kolben), große Maschinenlänge und Unzugänglichkeit wichtiger Maschinenteile.

Durch den Ausgleicher sind diese Maschinen für niedrigeren Dampfverbrauch geeigneter geworden, stehen aber guten Schwungradmaschinen sowohl im Dampfverbrauch als

auch in Einfachheit nach; der Ausgleicher hat die frühere Einfachheit der Duplexmaschinen aufgehoben.

Weiter sind seit den 80er Jahren mehrere neue Typen großer Schwungradmaschinen entstanden, welche in einem späteren Bericht durch einige bezeichnende Beispiele erläutert werden sollen.

Diese mangelhaften und absonderlichen Pumpenausführungen sind in erster Linie dadurch veranlasst, dass hier die minderwertigen Duplexpumpen so große Verbreitung gefunden haben und auch das Feld so lange beherrschen werden, als die Mehrzahl der Wasserwerke, wie dies jetzt thatsächlich mit wenigen Ausnahmen der Fall ist, auf geringen Dampfverbrauch wenig oder keinen Wert legen.

Die vielen abschreckenden Beispiele von ungeheuerlichen Anlage- und noch größeren Reparaturkosten, veranlasst durch die verfehlten großen Schwungradmaschinen, müssen naturgemäß die Ausbreitung minderwertiger, aber einfacherer Pumpen fördern. Bei uns ist gleiches nicht möglich, weil wir eine so große Zahl verfehlter Schwungradmaschinen nicht besitzen; auch die schlechten unter ihnen sind noch immer leidliche Pumpen, und schon vor Jahrzehnten sind bei uns überwiegend gute Schwungradpumpen mit guter Betriebssicherheit und hoher Leistung gebaut worden. In Amerika sind viele Schwungradmaschinen für Pumpwerke entweder absichtlich zu Krüppeln gemacht, um sie äußerlich den Duplexpumpen ähnlich zu machen, oder sie sind gefährliche Ungeheuer.

Für die Entwicklung der Pumpmaschinen in Amerika ist es bezeichnend, dass diejenige Pumpenbauart, welche bei uns die überwiegende Mehrheit bildet, die einfache stehende oder liegende Dampfmaschine normaler Bauart, unmittelbar mit der Pumpe gekuppelt, hier nur ganz vereinzelt vorkommt, obwohl hier der Dampfmaschinenbau im größten Maßstabe und ganz fabrikmäßig betrieben wird, und obwohl die einfachsten und besten Corliss-Maschinen seit Jahrzehnten zur Verfügung standen und hier schon vor viel längerer Zeit hochentwickelt waren als bei uns; dennoch sind die Fälle ganz vereinzelt, dass zu einer vorhandenen guten Dampfmaschine eine gute Pumpe hinzugefügt und direkt betrieben wird. Diese Bauart, bei uns die Regel, ist hier die Ausnahme. Hingegen sind zahlreiche liegende und besonders stehende Schwungradmaschinen in Verwendung, entweder nach englischem Vorbild oder, was häufiger der Fall ist, als ganz absonderliche Ungeheuer gebaut. Ihre besondere Eigenart sind vor allem die ungeheuren, bei uns kaum bekannten Kosten und die geringe Betriebssicherheit, weil weder die Teile der Maschine für großen Druck und Abnutzung gebaut sind, noch die Pumpen auch nur gewöhnlichen Anforderungen entsprechen.

Es gibt auch in Amerika viele Pumpmaschinen, die gegen die besten, in anderen Ländern gebauten in keiner Weise zurückstehen, sie bilden aber nicht die Regel, sondern sind nur vereinzelt vorhanden. Ueber mehrere von ihnen hoffe ich ausführlich berichten zu können.

Es ist in Amerika üblich, über Maschinen- und besonders Pumpenuntersuchungen sehr ausführliche Berichte zu veröffentlichen, die vielfach marktschreierisch gehalten sind. Es scheint, dass auf diesem Gebiete irgend jemand mit grellen Anpreisungen den Anfang gemacht hat, und dass nun andere, nach dem Vorbilde der Schokoladen- und Seifenfabrikanten, mitlärmten. Namentlich für diejenigen Pumpen, welche als Marktware erzeugt werden und nicht für beste Leistung, sondern nur für billigsten Preis eingerichtet sind, werden oft unglaubliche Versuchsergebnisse veröffentlicht. Selbstverständlich haben Pumpen einfacher Konstruktion und geringerer Leistung ihre volle Berechtigung und naturgemäß das größte Verbreitungsfeld. Wenn aber gerade für diese Gattung minderwertiger Maschinen die denkbar vorzüglichsten, praktisch gar nicht erreichbaren, und selbst unmögliche Betriebsergebnisse mitgeteilt werden, so muss es wohl gestattet sein, die Richtigkeit dieser Angaben zu bezweifeln. So werden u. a. Gesamtwirkungsgrade von mehr als 96 pCt behauptet und der Dampfverbrauch von minderwertigen Maschinen, die mit 16 Min.-Umdr. und 6 Atm. Dampf laufen, mit 6 kg angegeben. Es ist sogar vorgekommen, dass Versuchszahlen unter genauester Angabe von Lufttemperatur, Barometerstand, Luft-

feuchtigkeit usw. veröffentlicht wurden, und dass sich bei Nachrechnung der Zahlen eine größere indizierte Pumpenleistung als die indizierte Dampfleistung ergab! Welcher Wert solchen Versuchen beizumessen ist, braucht nicht gesagt zu werden.

Wenn dagegen an Pumpmaschinen Versuche von Personen bekannten Rufes durchgeführt wurden, so unterschieden sich die Wirkungsgrade und Betriebsergebnisse durchaus nicht von den europäischen. So ergaben z. B. die von Corliss und Leavitt gebauten Wasserwerksmaschinen trotz vorzüglicher Bauart und Ausführung nur einen Wirkungsgrad von 90 bis höchstens 91 pCt. Aber auch bei solchen richtig und ehrlich durchgeführten Versuchen dürfen die Betriebskosten nicht nach der Probeleistung berechnet werden, weil dabei die Nebenkosten nicht zum Ausdruck kommen, während sie im Jahresdurchschnitt ihre Wirkung geltend machen.

Zum Vergleiche wähle ich zwei in Amerika sehr bekannte Pumpmaschinen, welche längere Zeit im Betrieb sind, und deren ökonomische Leistung seinerzeit hervorragend war, nämlich die Pumpmaschinen in Pawtucket (Corliss) und Lynn (Leavitt). Letztere ist seit 19 Jahren, erstere seit 10 Jahren in ununterbrochenem Betrieb. In der nachstehenden Tabelle sind die Leistungen beider Maschinen seit ihrer Inangsetzung angegeben.

Die ersten beiden Reihen geben die Leistung in 1000 Fußpfund für je 100 Pfd. Kohle in Durchschnittsbetrieben einschl. Inangsetzung und aller Verluste sowie Heizung der Gebäude, ohne Abzug für Asche u. dergl.

Die dritte Reihe giebt die Leistung der Corliss-Maschine einschl. aller Verluste des Maschinenbetriebes, jedoch abzüglich der Kohle, welche für andere Zwecke benutzt wurde.

Die vierte Reihe giebt die Leistung der Leavitt-Maschine einschl. Dampfheizung und aller Verluste, jedoch abzüglich Asche.

Leistungen in 1000 Fußpfund für 100 Pfd. Kohle.

	I.	II.	III.	IV.
	Corliss	Leavitt	Corliss	Leavitt
1875 . . . . .	—	91 448	—	104 167
1876 . . . . .	—	89 862	—	102 078
1877 . . . . .	—	87 399	—	98 074
1878 . . . . .	—	90 137	—	103 027
1879 . . . . .	—	91 705	—	105 015
1880 . . . . .	—	92 843	—	106 667
1881 . . . . .	103 948	91 568	106 481	105 939
1882 . . . . .	113 439	87 620	115 105	102 358
1883 . . . . .	106 204	—	108 402	—
1884 . . . . .	105 778	91 468	109 234	105 449
1885 . . . . .	108 124	98 606	110 489	110 309
1886 . . . . .	110 853	101 553	112 482	112 843
1887 . . . . .	120 169	102 060	121 417	113 556
1888 . . . . .	123 657	101 832	124 512	111 749
1889 . . . . .	98 124	107 124	104 257	119 060
1890 . . . . .	101 229	116 931	106 649	130 743
1891 . . . . .	101 106	102 863	106 700	113 886

Mit den angeblichen Versuchsergebnissen ganz minderwertiger Maschinen verglichen, sind die Leistungen nicht erheblich; in Wirklichkeit ragen sie aber über die wirklichen Betriebsergebnisse der meisten Pumpmaschinen weit hervor.

Die Leavitt-Maschine ergab im Gesamtbetrieb im Jahre 1881 eine Leistung von nur 91568000 Fußpfund, während die Leistung im eigentlichen Pumpenbetrieb 120733000 betrug.

Übersichtlich zeigt den sachlichen Zusammenhang die zweite Reihe. Die Maschine hatte zu Anfang nach der Inbetriebsetzung schwachen Betrieb, später stärkeren Betrieb zu leisten. Im Jahre 1877 betrug die Zahl der Pumpentage 126 und der Aufwand an Kohle für Inangsetzung und Verlust 20 pCt. Im Jahre 1890 waren 289 Pumpentage, und der Verlust an Kohle betrug nur 7,8 pCt.

Im allgemeinen ist noch zu bemerken, dass die amerikanischen Wasserwerke für ungleich größeren Betrieb eingerichtet sind als unsere. Hier werden auf den Kopf der Bevölkerung meist über 200, selbst 350 ltr., täglich gerechnet,

etwa das 5 bis 6 fache als bei uns. Wasserleitungen gehören mit zu denjenigen städtischen Einrichtungen, welche hier bei der ersten Anlage der Strafsen und der Ausbreitung der Stadt vorgesehen werden und den Ansiedlungen fast immer voraneilen. Alle städtischen Wasserwerke haben daher Großbetrieb zu bewältigen und sind reiche, ertragsfähige

Gemeindeunternehmungen, die auch ohne Dampfersparnis und mit minderwertigen Maschinen in Großstädten viele Millionen abwerfen. Ihre technische Ausbildung ist vielfach durch die Eigentümlichkeit der Gemeindeverwaltungen beeinflusst, und es giebt manche Stadt, in welcher bei der nächsten Wahl mit dem Stadtoberhaupt auch der leitende Ingenieur

Fig. 200 bis 204. Gaskill-Pumpe.

Fig. 200.

Mafsstab 1:70.

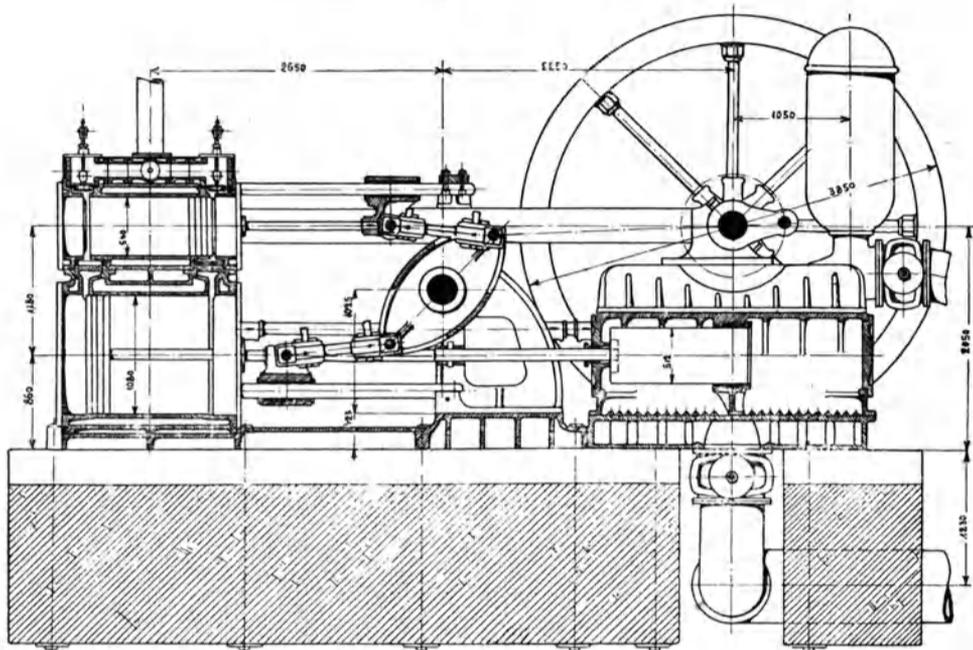


Fig. 201.

Mafsstab 1:70.

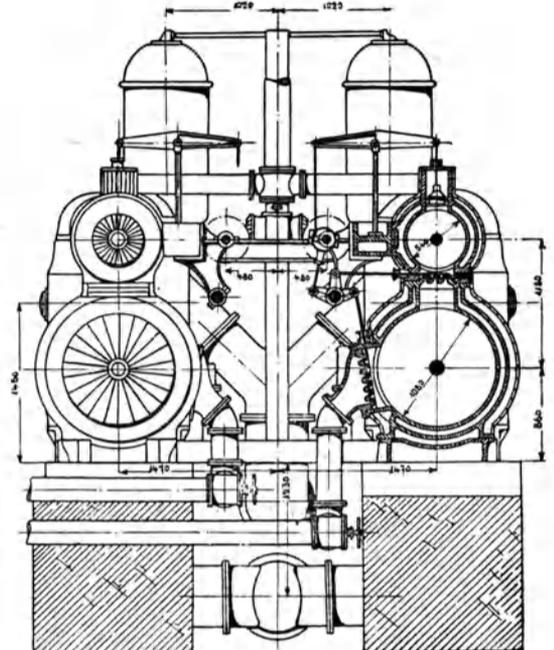


Fig. 202.

Mafsstab 1:70

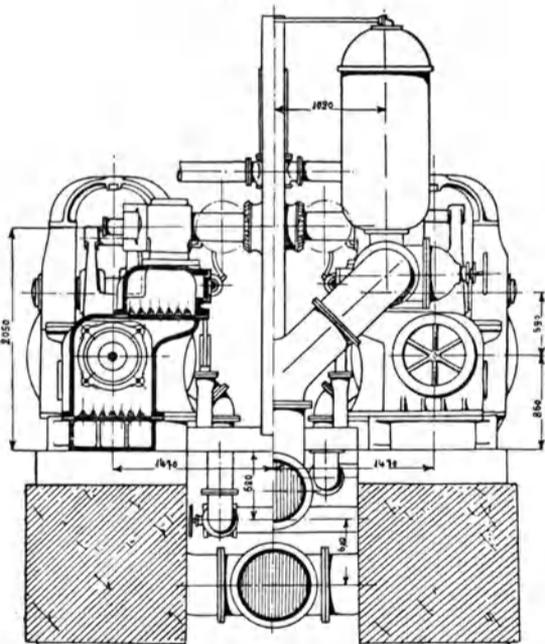


Fig. 203.

Pumpventil.  
Mafsstab 1:3.

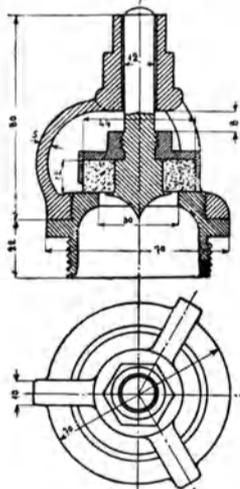
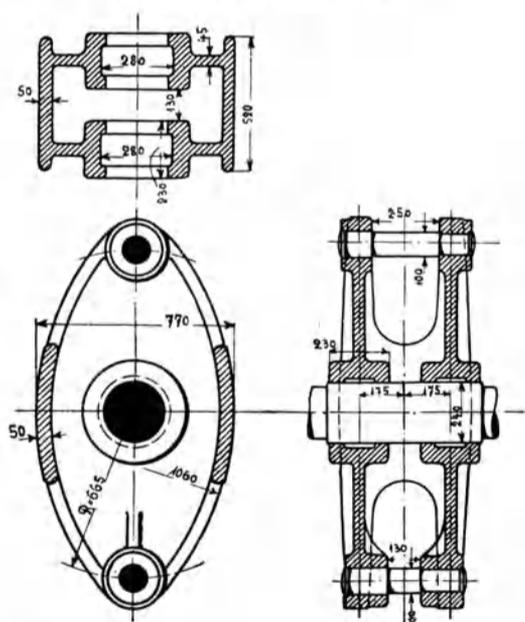


Fig. 204.

Schwinge. Mafstab 1:30.



vom Schauplatze verschwindet, zu ungunsten einer gesunden technischen Entwicklung dieser großen städtischen Unternehmungen.

Pumpen der Holly Co. in Lockport N. Y. Die Gaskill-Pumpen der Holly Co. sind Schwungradpumpen von geringer Baulänge und geringer Baufläche und in Amerika stark verbreitet; angeblich sind sie in mehr als 370 Städten in Verwendung. Die ältesten Ausführungen waren die für Lockport und Auburn, N. Y., in beiden Fällen

mit Turbinenantrieb und Räderübersetzung. In der jetzigen Form, mit oben liegendem Schwungrad, wurden etwa 120 Maschinen gebaut, darunter Maschinen in Columbus, Ohio, Chicago und Hydepark, Buffalo, N. Y., Philadelphia, Pa., Omaha, Neb., Town of Lake, Ill., u. a. auch im alten Wasserwerk Boston, über welches später noch nähere Angaben folgen.

Die Bauart der Gaskill-Pumpen ist unmittelbar aus dem Bestreben hervorgegangen, Schwungradmaschinen so zu bauen,

dass sie alle Vorteile der Duplexpumpen ohne Schwungrad, andererseits aber die Vorteile des Kurbeltriebes und Schwungrades, d. i. insbesondere Ausnutzung der Expansion und geringen Dampfverbrauch, gewähren.

Zu den unzweifelhaften Vorteilen der Duplexpumpen gehört ihre sehr knappe Bauart, sodass sie wenig Raum und Fundament erfordern. Die beiden Cylinderachsen sind möglichst nahe an einander gerückt, und die Baulänge des Kurbeltriebes fällt weg. Es giebt in Amerika zahlreiche Konstruktionen von Schwungradmaschinen, welche das Erwähnte anstreben und auch erreichen und im wesentlichen nicht mehr Grundfläche und Fundament erfordern als eine gleichwertige Duplexmaschine ohne Schwungrad.

Ein bezeichnendes, wenn auch in wesentlichen Punkten anfechtbares Beispiel dieser Art ist die in Fig. 200 bis 202 dargestellte Gaskill-Pumpe; ihr Wesen besteht in der Verwendung einer kurzen Schwinge zwischen Dampfzylindern und Pumpe, Fig. 200. An diese Schwinge greifen beide Dampfzylinder, Hoch- und Niederdruckzylinder. Die Niederdruckkolbenstange treibt den Pumpenkolben unmittelbar an, am oberen Ende der Schwinge greift der Hochdruckzylinder an, und von diesem Ende aus wird der Kurbeltrieb durch eine Schubstange auf die oben liegende Kurbelwelle übertragen, welche über der Pumpe gelagert ist. Zwischen Maschine und Dampfzylindern sind die Geradfürungen und Lenker eingeschaltet, deren Anbringung trotz großen Ausschlagwinkels der Schwinge keine Schwierigkeit verursacht.

Wie aus den Figuren ersichtlich, giebt dies in der

That einen sehr knappen Aufbau. Alle Teile der Maschine sind so zusammengepackt, wie nur überhaupt möglich. Die Zugänglichkeit einzelner Teile ist dabei allerdings nach unseren Begriffen ungenügend. Solche Maschine wurde in Saratoga Springs, N. Y., ausgeführt, mit einer Pumpenleistung von 4 Millionen Gallonen, bei 80 Pfd. = 5,6 kg/qcm und 18 Min.-Umdr. Die Steuerung der Dampfzylinder erfolgt beim Einlass durch Ventil, beim Auslass durch Gitterschieber. Die allgemeine Anordnung ist in der Zeichnung genügend angedeutet. Die Einzelheiten bieten nichts Beachtenswertes. Der Antrieb erfolgt durch Exzenter von der Antriebswelle, die durch Kegelräder von der Schwungradwelle betrieben wird.

Die Dampfeinlassventile sind gewöhnliche Doppelsitzventile, mit selbstthätig veränderlicher Steuerung versehen. Die Steuerung der Ventile erfolgt durch eine Auslösesteuerung. Die Gitterschieber werden unmittelbar durch Exzenter angetrieben. Der Antrieb des Auslassschiebers aus dem Niederdruckzylinder erfolgt durch dasselbe Exzenter wie beim Auslassschieber des Hochdruckzylinders.

Die Pumpe hat doppelwirkenden Plunger mit innenliegender Stopfbüchsendichtung. Die Pumpenventile bestehen aus kleinen armierten Gummiventilen, Fig. 203, mit aufgeschraubter Führung, welche durch 3 Rippen gehalten wird.

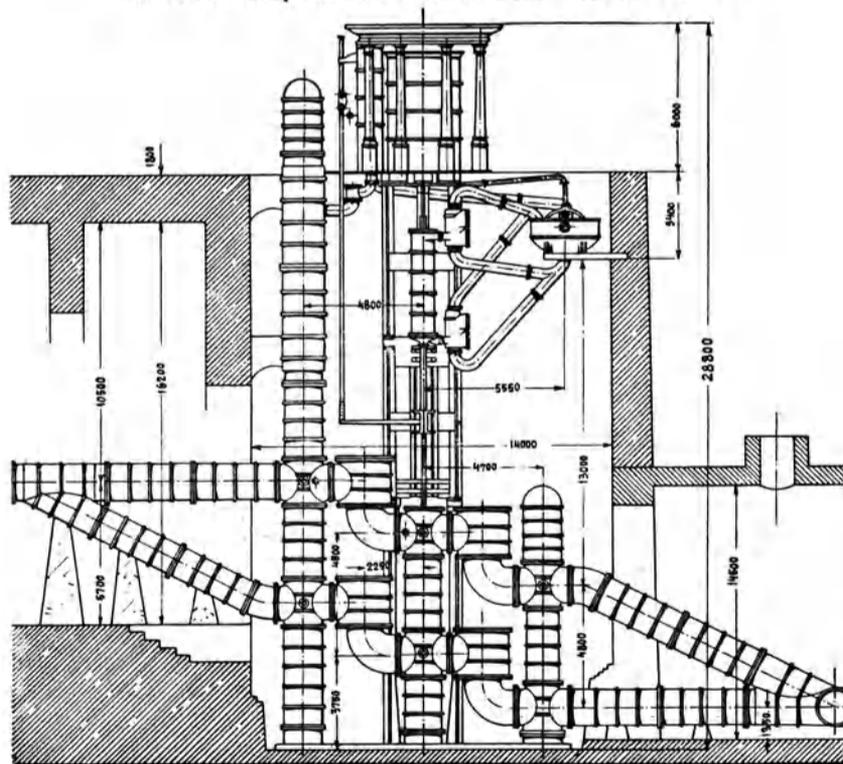
Ueber einige Anordnungen von Pumpwerken stehender Bauart, welche durch die Holly Co. bisher ausgeführt wurden, werde ich im Zusammenhange mit anderen Konstruktionen noch mehrere Skizzen nachtragen.

In dem vorangegangenen Berichte über amerikanische Pumpwerke war die außerordentliche Mannigfaltigkeit und die meist absonderliche Bauart amerikanischer Pumpmaschinen hervorgehoben, welche anscheinend aus dem Bestreben hervorgegangen ist, entweder ganz Ungewöhnliches zu schaffen oder Pumpwerke jeder Art mit möglichst kleinem Raum-

und Fundamentanfordersnis zu bauen. Da die ungewöhnlichen Pumpwerke hier die Regel, die Pumpmaschinen mit normaler Betriebsdampfmaschine die verschwindende Ausnahme bilden, so möchte ich noch einige typische Beispiele amerikanischer Ausführungen dem Berichte nachtragen, ausschließlich zu dem Zwecke, konstruktive Eigentümlichkeiten durch

Fig. 205.

Shields-Pumpwerke in Cincinnati. Maßstab 1:300.



einige Skizzen besser zu kennzeichnen, als dies durch die vorangegangene Beschreibung allein möglich war.

Die Shields-Pumpmaschine in Cincinnati, welche zu den ungeheuerlichsten und kostspieligsten Pumpwerken gehört, welche je gebaut wurden, ist in Fig. 205 dargestellt. Die Abmessungen sind: 100" = 2540 mm Cyl.-Dmr.,

45" = 1143 mm Dmr. der doppelwirkenden Pumpen, 12' = 3,65 m gemeinsamer Hub. Die größte Druckhöhe beträgt 170' = 51,85 m, die Pumpenleistung 800000 Gallonen = 3000 cbm i. d. Std. Die Pumpen sind in einen Schacht eingebaut, weil der Wasserstand im Ohio sehr veränderlich ist.

Im Wasserwerk von St. Louis sind Druckpumpen für das Hochdruckgebiet vorhanden, und zwar 3 eincylindrige Maschinen und 2 stehende Verbundmaschinen, mit Dampfzylindern neben einander auf den oben liegenden Balanzier arbeitend; je ein Paar solcher Maschinen sind durch gemeinsame Kurbelwelle (Kurbeln unter 90°) gekuppelt und die

Pumpen durch besonderes Gestänge mit verkürztem Hub antreibend, also im wesentlichen nach englischem Vorbilde gebaut. Die Hochdruckzylinder haben 50" = 1270 mm Dmr. und 87" = 2210 mm Hub, die Niederdruckzylinder 80" = 2032 mm Dmr. und 138" = 3505 mm Hub. Die Druckpumpen sind Differentialpumpen von 45 1/4" und 32" = 1150 mm

Fig. 206.

Niederdruck-Pumpwerk St. Louis. Maßstab 1:200.

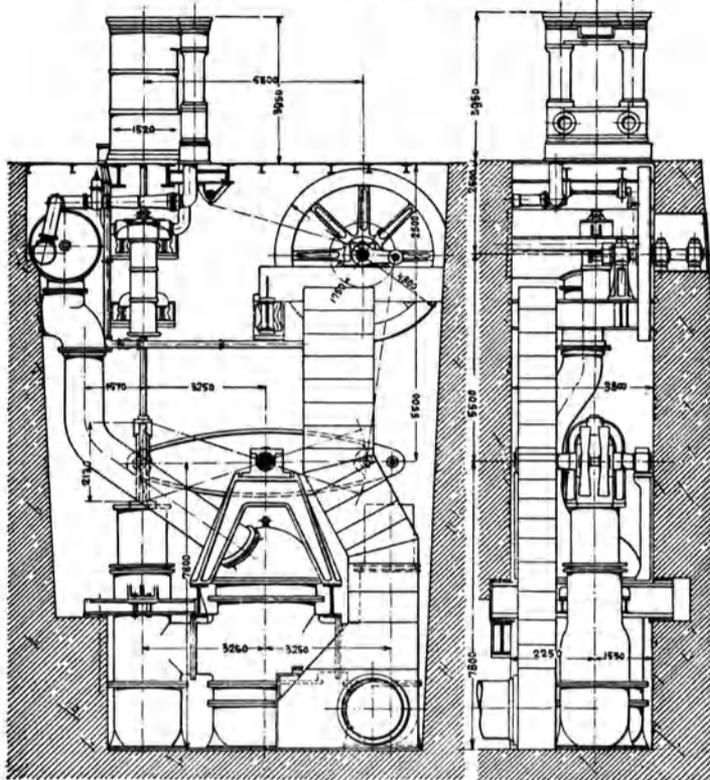


Fig. 207.

Pumpwerk in Kalamazoo.

Maßstab 1:70.

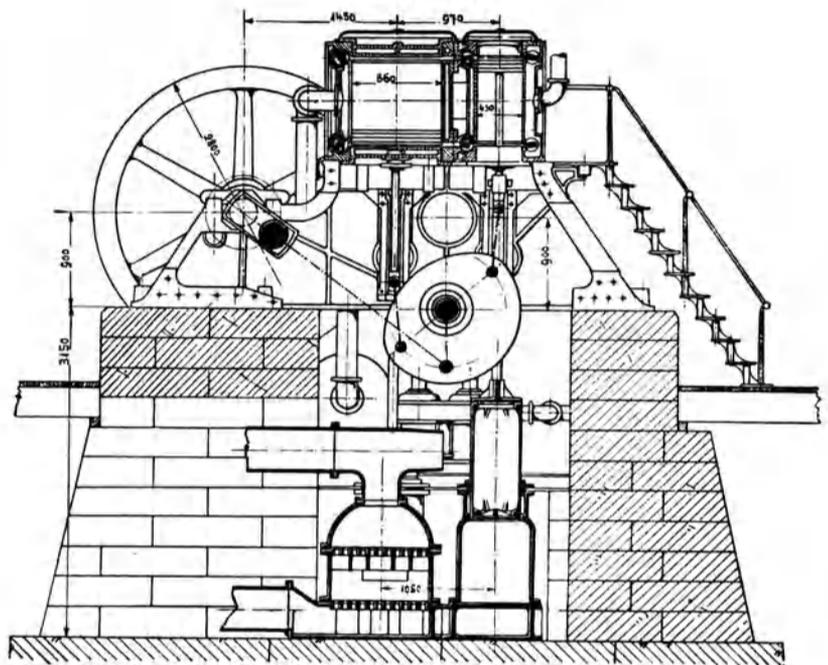


Fig. 208 und 209. Stehende dreicylindrige Pumpe der Holly Co.

Fig. 208.

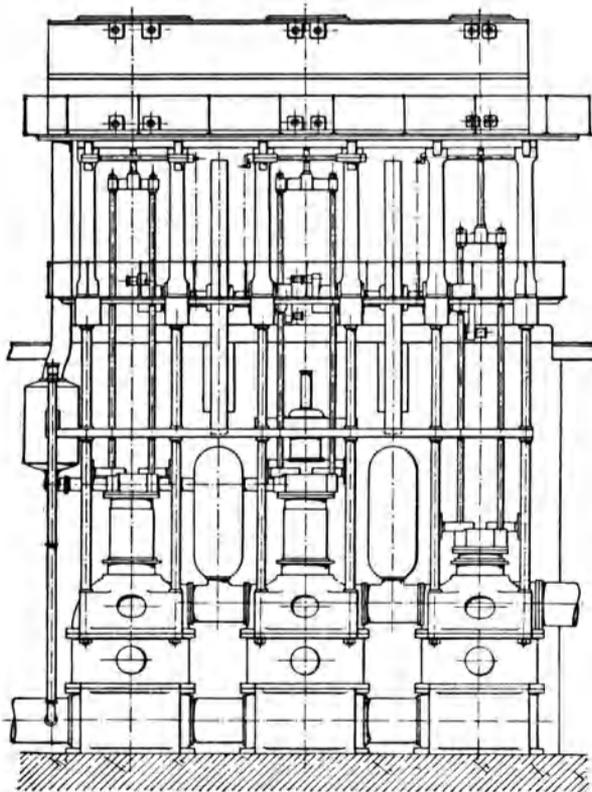


Fig. 209.

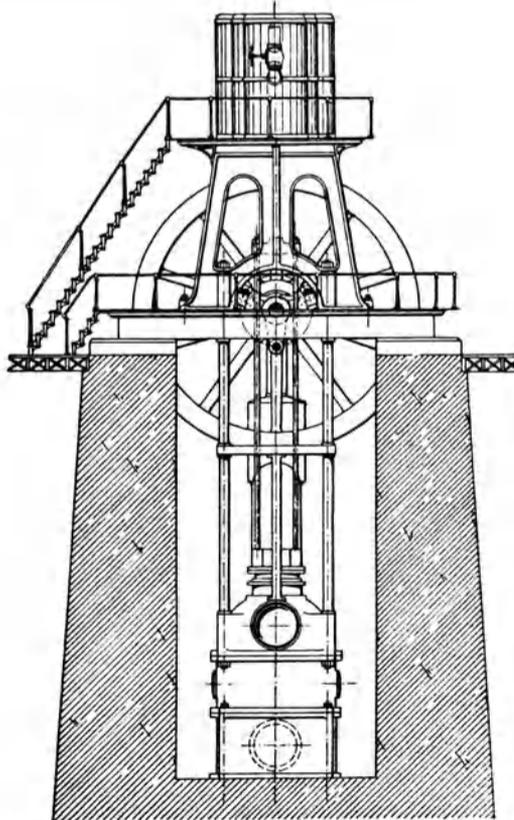
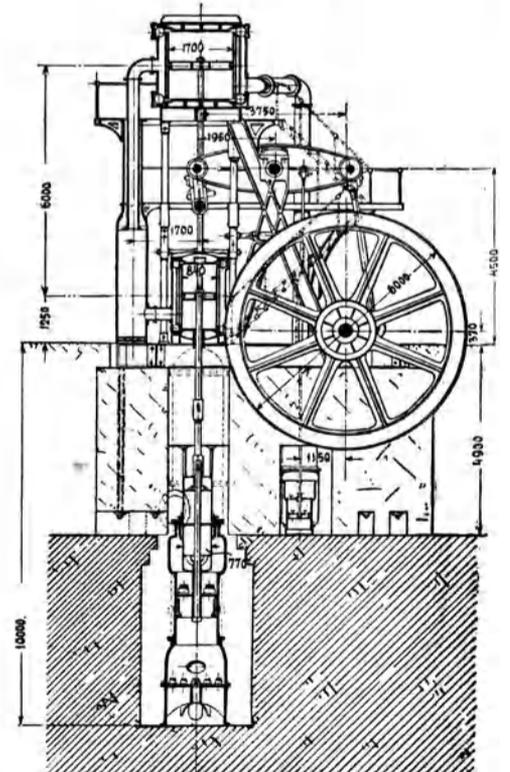


Fig. 210.

Stehende Pumpe der E. P. Allis Co. Maßstab 1:200.



und 813 mm Plungerdurchmesser bei 100" = 2540 mm Hub. Die Druckhöhe beträgt 200' = 61 m. Die Maschinen sind von der Hartford Foundry 1873 gebaut. Die Kosten jeder Pumpmaschine betragen 280 000 \$.

Das Pumpwerk für das Niederdruckgebiet ist in Fig. 206 dargestellt und mag als typisch für die hier so häufig zu findenden ganz ungewöhnlichen Anordnungen von Wasserwerkmaschinen gelten. Die Maschine ist mit unten liegendem Balancier und Schwungrad von Allen & Co. in St. Louis 1874 gebaut. Die Abmessungen sind: Dampfzylinder 60" = 1524 mm Dmr., Hub 7' = 2135 mm, Pumpen 50" = 1270 mm Dmr., 7' = 2135 mm Hub.

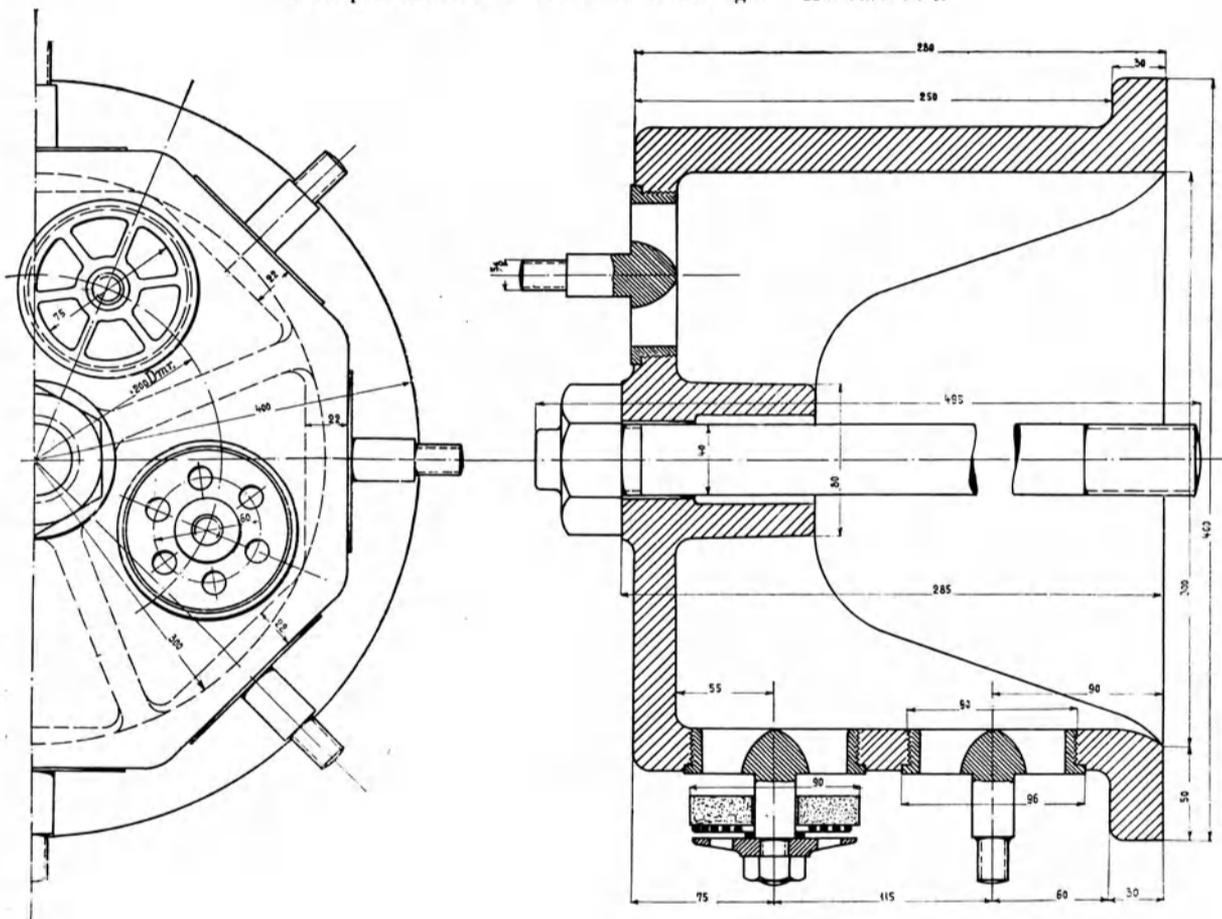
Außerdem sind für das Niederdruckgebiet 2 einfachwirkende Cornwallmaschinen von 56" = 1422 mm Dmr., 12' = 3660 mm Hub in Verwendung.

Der große Erfolg der Leavitt-Maschinen mit unten liegender Schwinge und seitlich liegender Kurbelwelle hat viele Nachahmungen auf dem Gebiete der Wasserwerkmaschinen veranlasst, durch welche man die gedrängte Bauart noch zu überbieten suchte, u. a. von der E. P. Allis Co. in Milwaukee und von der Holly Co. in Lockport. Mehrere solcher Pumpmaschinen sind infolgedessen in wesentlichen Teilen kaum mehr zugänglich.

Die Pumpmaschine Kalamazoo (Michigan), von der Holly Co. in Lockport gebaut, ist in Fig. 207 dargestellt. Die Maschine war zu liefern für eine Leistung von 3 000 000 Gallonen = rd. 11 500 cbm in 24 Std. bei normaler Widerstandshöhe von 37 m. Die Abmessungen sind: Hochdruckzylinder 18" = 457 mm, Niederdruckzylinder 36" = 914 mm, Hub 30" = 762 mm, Pumpen 20" = 508 mm Dmr., 30" = 762 mm

Fig. 211.

Pumpenventile. Wasserwerk Chicago. Maßstab 1:4.



Hub. Die Maschine besitzt 2 Schwunräder, jedes von 3,05 m Dmr. und 3600 kg Gewicht.

Bei den Versuchen ergab sich eine Leistung von 14 225 000 mkg bei einer Dampfspannung von 72 Pfd. = 5 kg/qcm und 26,5 Min.-Umdr. Die Lieferung der Maschine wurde nicht gemessen, sondern unter Annahme eines Verlustes von 2 pCt berechnet und auf 11 600 cbm festgestellt.

Von der Holly Co. wird auch eine Dreifach-Verbundmaschine stehender, jedoch normaler Bauart ausgeführt, welche in den Fig. 208 und 209 dargestellt ist. Die Dampfzylinder liegen oben und neben einander und arbeiten auf 3 Kurbeln. Durch Traversen und Umführungstangen erfolgt die Verbindung mit den unten liegenden einfachwirkenden Pumpen.

Zwischen den 3 Kurbeln sind 2 Schwunräder angebracht; die mittlere Kurbel ist durch ein Schlepstück verbunden.

Fig. 210 zeigt eine gleichfalls ungewöhnliche Anordnung der E. P. Allis Co. in Milwaukee, eine stehende, einachsige gebaute Verbundmaschine, welche eine Differentialpumpe unmittelbar antreibt, jedoch mit seitlich neben der Maschine angebrachtem Kurbeltrieb mit Schwinge versehen ist.

#### Dreicylindrige Pumpmaschine der E. P. Allis Co. im Wasserwerk Chicago.

(Indiana Avenue, 14. StraÙe.)

Die in den Fig. 211 bis 213 dargestellte Anordnung kennzeichnet das Wesentliche dieser Maschinenkonstruktion, welche in ähnlicher Weise in Amerika neustens sehr häufig ausgeführt wird. Drei solcher Maschinen sind in der neuen Pumpstation 14. StraÙe, Indiana Avenue, in Chicago im Betrieb; sie gelten hier vielfach als Maschinen ersten Ranges und bisher bedeutendste Leistung des Pumpmaschinenbaues. Für unsere Verhältnisse ist wenig zu lernen, denn bei uns werden unter sonst gleichen städtischen Betriebsverhältnissen für







Hoch- und Niederdruckcylinder sind mit Corliss-Steuerung versehen und besitzen Dampfmäntel an Cylindern und Deckeln.

Die größte Maschine dieser Art ist ausgeführt im Wasserwerk von Newton, Mass. Die Abmessungen dieser Maschine sind: Hochdruckcylinder 533 mm, Niederdruckcylinder 1066 mm, Doppelplunger 342 mm, gemeinsamer Hub 1016 mm, Kolbenstangen 101 mm Dmr. — Die Druckleitung ist  $3\frac{1}{2}$  Meilen = rd. 5,6 km lang und hat 510 mm Dmr. Die Druckhöhe

einschließlich des Widerstandes beträgt 72 m. Die Maschine liefert rd. 19000 cbm in 24 Std. Garantirt ist eine Leistung von 115 Mill. Fufspfund = 15900000 mkg.

Bei den Versuchen wurde eine Umdrehungszahl von 37,7 i. d. Min. und eine Leistung von 116700000 Fufspfund = 16140000 mkg erzielt.

A. Riedler.

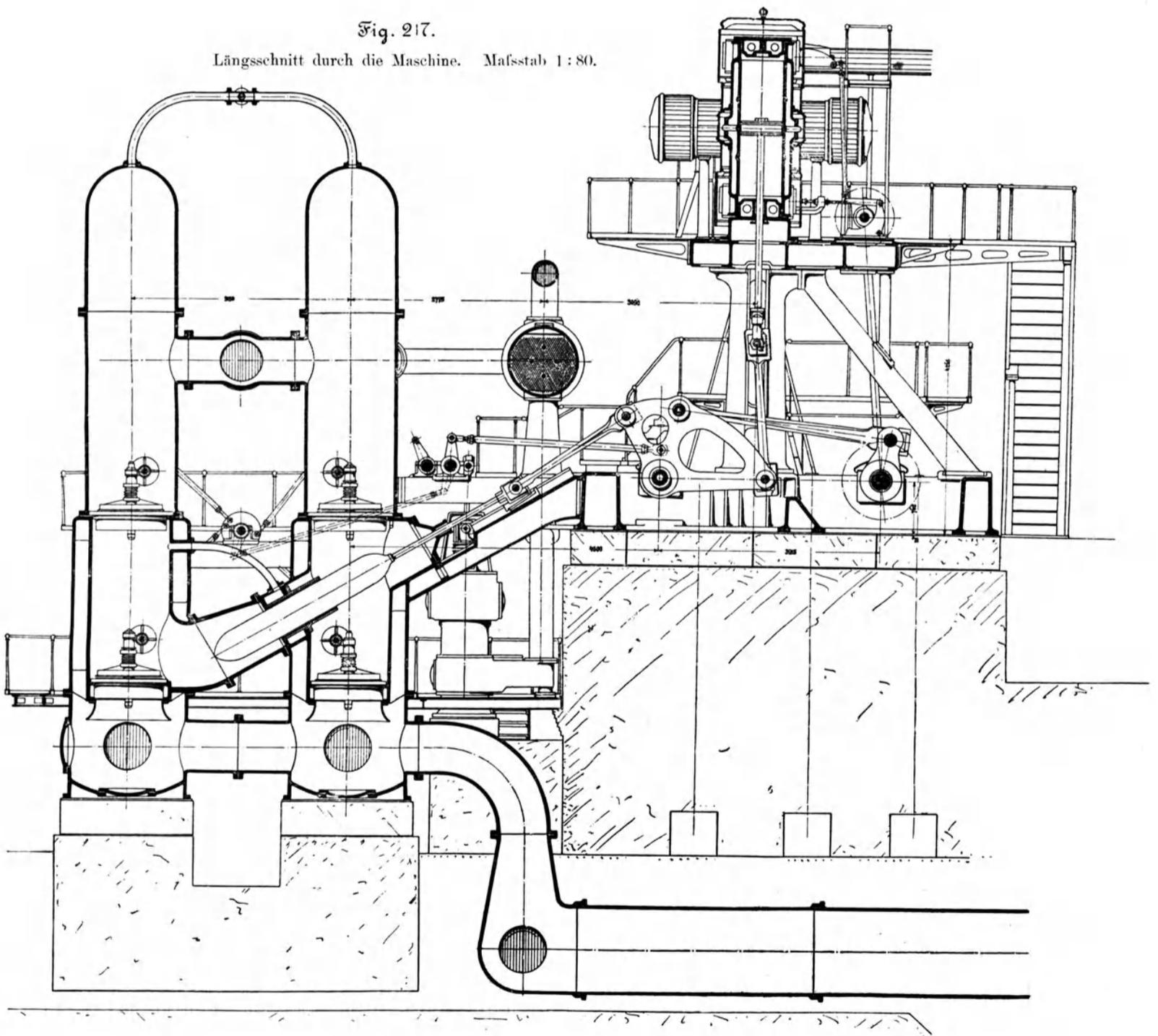
## Das Wasserwerk in Boston.

Boston wird durch Flusswasser versorgt, das durch Thal-sperren am Cochituate-See und Sudbury-Fluss angestaut wird und unter natürlichem Gefälle dem Sammelbehälter in Brookline für die Versorgung der niedrig gelegenen Stadtteile zufliest;

aufßerdem besteht eine Pumpstation neben dem Sammel-behälter für die Versorgung des Hochdruckgebietes der Stadt. Die ursprüngliche, 1848 angelegte Wasserversorgung war nur auf den Wasserzufluss vom Cochituate-See angewiesen;

Fig. 217.

Längsschnitt durch die Maschine. Maßstab 1:80.



sie bestand im wesentlichen aus der Wasserfassung und einer 14,6 Meilen = 23,5 km langen Zuleitung zum Wasserbehälter oberhalb von Brookline. Dieser Behälter liegt 124' = 37,8 m über Bostoner Hochwasser, welche Höhe für die Versorgung des niedrig gelegenen Stadtgebietes ausreicht.

1869 wurden die Wasserbehälter auf Chestnut Hill und 1872 die Wasserversorgung vom Sudbury-Fluss hinzugefügt. Die Wasserfassung erfolgt in 4 Stauwerken über einander, welche zusammen einen Wasserbedarf von 120 Tagen decken können; die Zuleitung nach dem Wasserbehälter in Chestnut Hill erfolgt durch eine von der älteren Anlage getrennte gemauerte Leitung von 16 Meilen = 25,8 km Länge. In den Hochbehältern von Chestnut Hill und Brookline wird das Wasser aus beiden Versorgungsgebieten gemischt und in das gemeinsame Versorgungsrohrnetz geleitet. Der durchschnittliche Gesamtbedarf beträgt gegenwärtig 120000 cbm täglich.

Die Einbeziehung von Vororten in das Bostoner Stadtgebiet machte die Wasserleitung vom Mystic-See notwendig.

Die 4 Hauptrohrstränge, welche gegenwärtig von den Hochbehältern in Brookline und Chestnut Hill in die Stadt

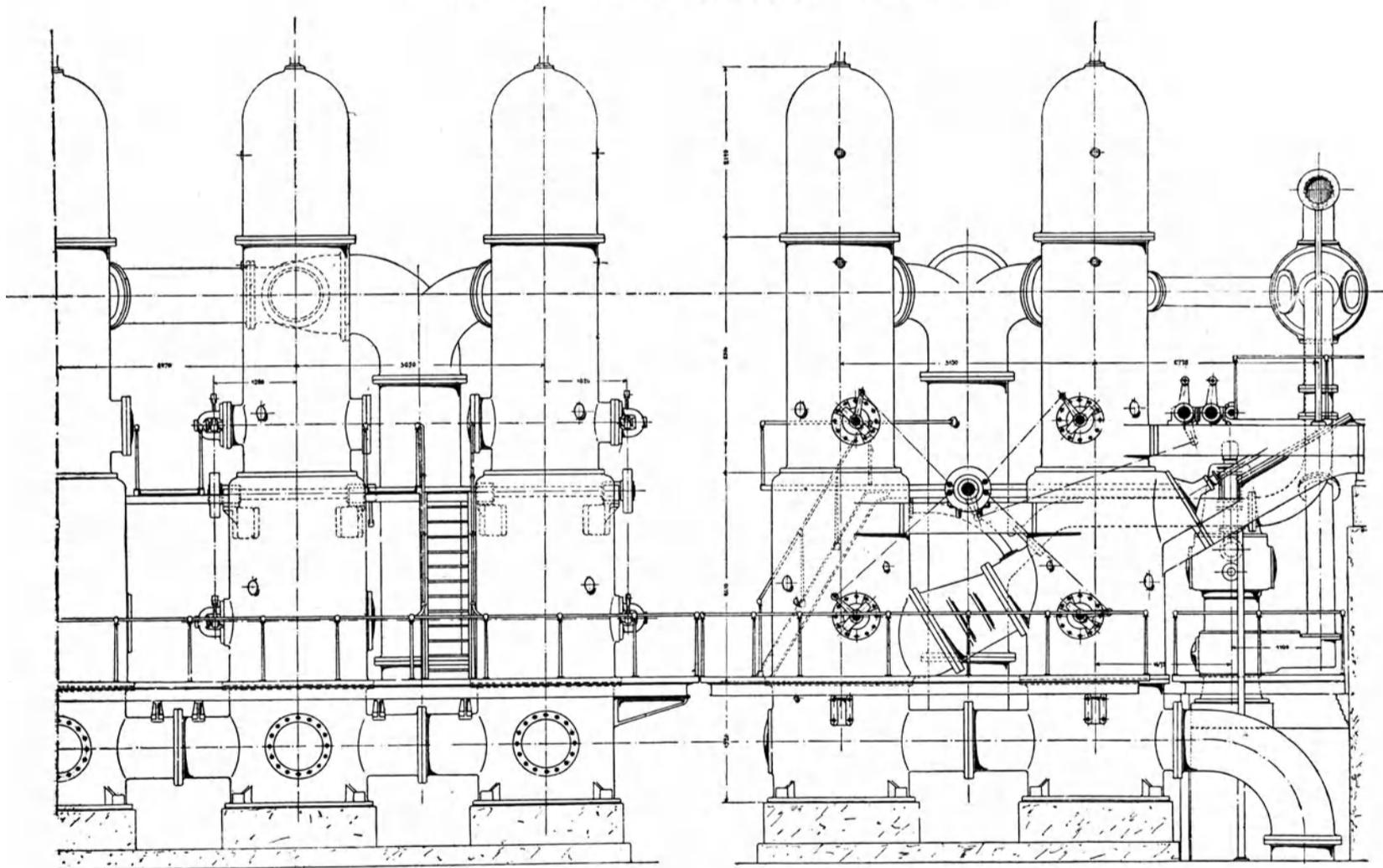
führen, haben 30", 36", 40" und 48" (762, 914, 1016, 1219 mm) Dmr. und sind unter einander verbunden. Die letzte Rohrleitung von 48" = 1219 mm Dmr. wurde 1880 gelegt, während die übrigen aus den 50er Jahren stammen. Das Verteilungsnetz ist ungefähr 340 Meilen = 574 km lang und umfasst Rohrleitungen von 16" bis herab zu 4" (406 bis 102 mm) Dmr. Das Wasser wird nicht filtriert.

Die Pumpstation für das Hochdruckgebiet enthält gegenwärtig 2 Holly-Pumpen, jede für eine Leistung von 10 Millionen Gallonen<sup>1)</sup> in 24 Stunden. Die Pumpen reichen für den Bedarf nicht mehr aus, weshalb 1890 die Aufstellung einer neuen grossen Pumpmaschine für 20 Millionen Gallonen Lieferung beschlossen wurde.

Im allgemeinen ist in Amerika die Zahl der Wasserwerke, welche Maschinen bester Bauart und Leistung verwenden, gering. Ueberwiegend ist die Ersparnis in den Anlagekosten das Entscheidende. In Boston lag bei Entwurf der Neuanlage von vornherein die Absicht vor, für die geplante Erweiterung des Betriebes auf Chestnut Hill für das Hochdruckgebiet eine Maschine vollkommener Bauart, eine

Fig. 218

Seiten- und Rückenansicht der Pumpe. Mafsstab 1:80.



stehende Dreifach-Verbundmaschine, bei raschem Gang und möglichst hoher Leistung, zu beschaffen. Der Entwurf wurde E. D. Leavitt in Cambridge, Mass., anvertraut.

Dreifach-Verbundmaschinen sind bisher für Wasserwerksmaschinen in Amerika wenig ausgeführt worden. Die Allis Co. in Milwaukee hat einige kleine liegende Pumpmaschinen mit drei Dampfzylindern als Zwei-Kurbelmaschinen ausgeführt. Außerdem besteht eine große von Leavitt entworfene Maschine für die Calumet and Hecla Mine, wohl eine der

größten bestehenden Pumpmaschinen, mit einer Leistung von 60 Millionen Gallonen.

Für das Bostoner Wasserwerk war beabsichtigt, mit der neuen Pumpmaschine eine Leistung von 140 Millionen Fußpfund = 19,4 Millionen mkg zu erreichen, entsprechend einem Kohlenverbrauch von 1,4 Pfund = 0,6 kg für 1 PS-Std. Der Kohlenpreis am Pumpwerk Chestnut Hill beträgt etwa 4 \$ für die Tonne.

<sup>1)</sup> 1 amerikanische Gallone = 3,785 lr.



Die Ausschreibung der Pumpenlieferung erfolgte unter Zugrundelegung aller Werkzeichnungen im Mai 1892 und ergab folgende Angebote:

Holly Manufacturing Co., Lockport, N. Y. . . . .	153 950 \$
I. P. Moris & Co., Philadelphia . . . . .	144 239 »
Geo. F. Blake Mfg. Co., Boston . . . . .	130 000 »
N. F. Palmer & Co. (Quintard Iron Works), New York . . . . .	124 000 »

Die letztgenannte Firma erhielt den Zuschlag, wobei am Pumpenentwurf noch Vereinfachungen vorgenommen wurden, durch welche sich die Kosten auf 120 500 \$ verminderten.

Die Maschine ist gegenwärtig in New York im Bau und wird im Sommer d. J. aufgestellt und in Betrieb gesetzt. Da Schmiedeteile von seiten der Stadt bzw. von Fried. Krupp in Essen geliefert werden, so erhöhen sich die Kosten der Pumpmaschine einschl. der Kosten der Werkzeichnungen auf 145 000 \$.

Die eigentümliche Anordnung der Bostoner Pumpmaschine mit schrägliegenden Pumpenkolben ergab sich aus den örtlichen Verhältnissen. Die Maschine musste in das vorhandene Maschinenhaus eingebaut werden, dessen Höhe beschränkt war. Die Fundamente der benachbarten Maschinen durften wegen der Unzuverlässigkeit des Baugrundes nicht berührt werden. Bei freier Entwicklung der Fundamente und des Maschinenhauses würde die ungewöhnliche und kostspielige Anordnung nicht gewählt worden sein. Die Kosten der Maschine wären ohne diese örtliche Beschränkung auch nach amerikanischem Maßstabe wesentlich geringer geworden.

Trotzdem gewährt diese Anordnung mehrere Vorteile. Die tiefliegende Pumpe schafft geringe Saughöhe und gute Zugänglichkeit, unter allen Umständen eine bessere Anordnung als bei senkrechten Pumpen, die unmittelbar unter den senkrechten Maschinen liegen. Außerdem kann durch Vermittlung des Balanziers die Geschwindigkeit des Pumpenkolbens vermindert werden, ohne die vorteilhafteste Geschwindigkeit der Dampfmaschine zu beeinträchtigen. Bei 50 Umdrehungen in der Minute beträgt die minutliche Dampfkolbengeschwindigkeit  $600' = 182,9$  m, die Plungergeschwindigkeit nur  $400' = 121,9$  m; dies ist die größte Kolbengeschwindigkeit, welche bei Pumpen bisher in Amerika angewendet wurde. Die Pumpmaschine in Lawrence hat nur eine Geschwindigkeit von  $256' = 78$  m, die Corliss-Maschine in Pawtucket nur eine solche von  $250' = 76,2$  m, während die üblichen Worthingtonpumpen nur mit  $110'$  bis  $140' = 33,5$  bis  $42,7$  m Geschwindigkeit i. d. Min. laufen. Der Einfluss der hohen Kolbengeschwindigkeiten auf den Dampfverbrauch ist selbstverständlich. Um diese hohen Geschwindigkeiten zu erzielen, sind die Pumpen mit gesteuerten Ventilen versehen.

Die Antriebsmaschine ist eine Dreifach-Verbundmaschine von  $13,7''$  (348 mm) Hochdruck-,  $24\frac{3}{8}''$  (619 mm) Mitteldruck-,  $39''$  (991 mm) Niederdruckzylinder und  $6'$  (1,8 m) Hub, durch Vermittlung von 3 gusseisernen Winkelhebeln 3 geneigt liegende doppelwirkende Pumpenkolben antreibend, jeden von  $17\frac{1}{2}''$  (444 mm) Dmr. und  $4'$  (1,2 m) Hub.

Die Werkzeichnungen bilden einen Bestandteil der Lieferungsanschreibung, welcher außerdem vollständige Material- und Gewichtsverzeichnisse beigegeben waren. Die allgemeine Anordnung der Maschine ergibt sich aus Fig. 217: Längsschnitt durch die Maschine, Fig. 218: Seiten- und Rückansicht der Pumpe, Fig. 219: Vorderansicht der Dampfmaschine und Fig. 220: Grundriss der Maschine.

Die oben liegenden Dampfzylinder werden von einem Rahmen getragen, welcher durch 6 senkrechte Säulen und schräge Ständer unterstützt wird. Die Einzelheiten der senkrechten Maschinenständer sind in Fig. 221 besonders dargestellt. Diese Ständer sind auf einer gemeinsamen schweren Grundplatte befestigt.

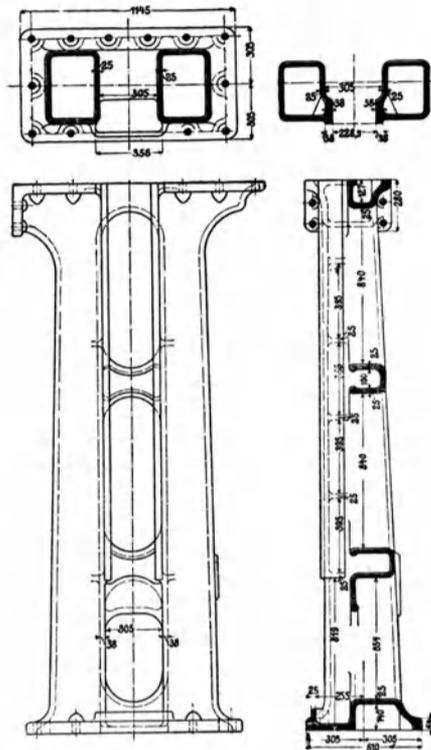
Ein- und Ausströmung erfolgen durch Leavittsche Gitterschieber, die durch unrunde Scheiben von einer wagerechten Steuerungswelle betrieben werden.

Der Vorteil dieser Steuerung mit mehrfach geschlitzten flachen Gitterschiebern mit kurzem Hub liegt in der raschen Eröffnung und dem raschen Schluss bei kurzem Steuerungsweg, geringem schädlichem Raum, geringer Drosselung und

beliebiger Verstellung von 0 bis zur größten Füllung. Die Verstellung erfolgt durch gegenseitige Verdrehung der Antriebsdaumen der Einlasssteuerung selbsttätig vom Regulator aus. Bei 5 pCt Füllung ergibt die Steuerung schon volle

Fig. 221.

Maschinenständer.  
Maßstab 1:40.



Kanalöffnung. Der Regulator steuert einen Wasserdruckhilfszylinder. Gitterschieber sind wegen Sicherung der Dichtigkeit angewandt und haben sich in etwa 20jährigem Betriebe bewährt, wobei jedoch hervorgehoben werden muss, dass die Sitze und Schieber mit ungewöhnlicher Sorgfalt hergestellt sind. Beide sind verhältnismäßig stark ausgeführt, aus härtestem Eisen, und sorgfältig aufgeschabt. Bei minderwertiger Ausführung ist die Dichtigkeit nicht zu erzielen.

Die schädlichen Räume betragen 3 bis 4 bzw. 5 pCt für die 3 Dampfzylinder der Dreifach-Verbundmaschine, während bei Kolbenschiebern bei der für die Bostoner Maschine verlangten Geschwindigkeit die schädlichen Räume über 10 bis 15 pCt betragen würden. Ueber Leergangswiderstände großer Maschinen solcher Bauart, welche seit langem in Betrieb sind, werde ich noch nähere Angaben nachtragen.

Die Gitterschieber sind zwar nicht entlastet; bei sorgfältiger Herstellung und aus den unten noch näher angegebenen Gründen ist die Reibung jedoch sehr gering. Die Abnutzung der Gitterschieber ist unbedeutend, da die Auflageflächen außerordentlich groß sind.

Da die Kompression nahe bis an die Einlassspannung getrieben wird, so ist der Schieber im Augenblicke seiner Eröffnung nahezu entlastet. Dann folgt der kurze Eröffnungsweg, während dessen allein Reibung zu überwinden ist. Dies erklärt den sehr geringen Betrag der Leergangsarbeit und die geringe Abnutzung. Desgleichen ist während des Schlusses des Gitterschiebers keine Dampfpressung zu überwinden. Dies unterscheidet insbesondere diese Steuerung wesentlich von dem gewöhnlichen Muschelschieber. Auch die Auslassschieber sind während der Eröffnung fast vollständig entlastet, da die Steuerung auf möglichst geringen Spannungsabfall eingestellt ist. Die Steuerung wirkt bei zweckmäßiger Form der Steuerungsdaumen auf die Schieber nur am Ende jeden Hubes, während des Wechsels der Dampfverteilung; dann

bleibt der Schieber in Ruhe. Dies ist mit der wesentlichste Vorteil der Steuerung durch Kurvenbahnen.

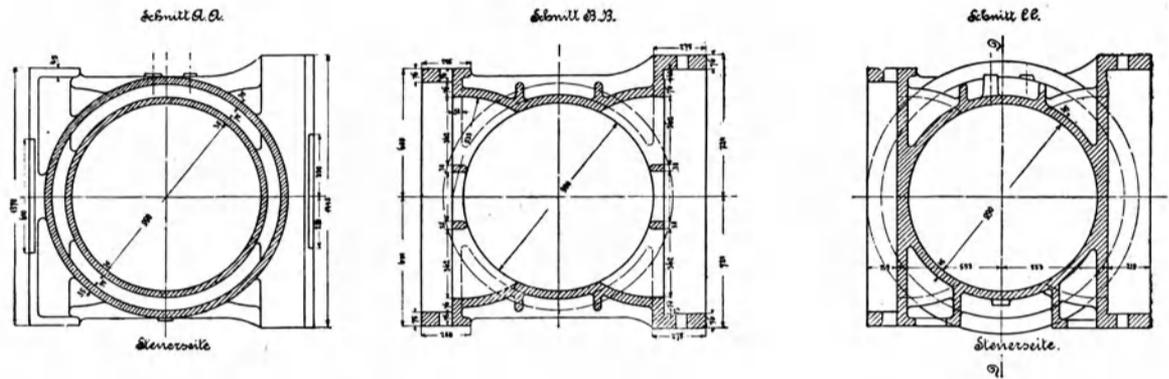
Wie gering die Schieberreibung bei sorgfältiger Ausführung ist, geht daraus hervor, dass bei der ersten Ausführung der Maschinen der Dampfdruck von 5 Atm. auf den Querschnitt der Schieberstange von 22 mm Dmr. Schieber von 500 qcm selbstthätig schloss. Um dies zu verhindern, wurden bei den späteren Steuerungen durchgehende Schieberstangen verwendet.

Die Dampfabsperung im Mittel- und Niederdruckcylinder ist unveränderlich. Die im Hochdruckcylinder erfolgt, wie schon erwähnt, durch den Regulator, der mit einer hydraulischen Hilfssteuerung versehen ist. Diese verschiebt die Einlassdaumen auf einer Spiralnute auf der Steuerwelle. Ueber die konstruktiven Einzelheiten der Leavitt-Steuerung werde ich in einem späteren Berichte im Zusammenhange mit größeren Maschinenausführungen berichten und Einzelheiten der Schieber angeben.

Fig. 222 bis 225. Bauart der Dampfeylinder.

Fig. 222.

Mafsstab 1:40.



Mafsstab 1:15.

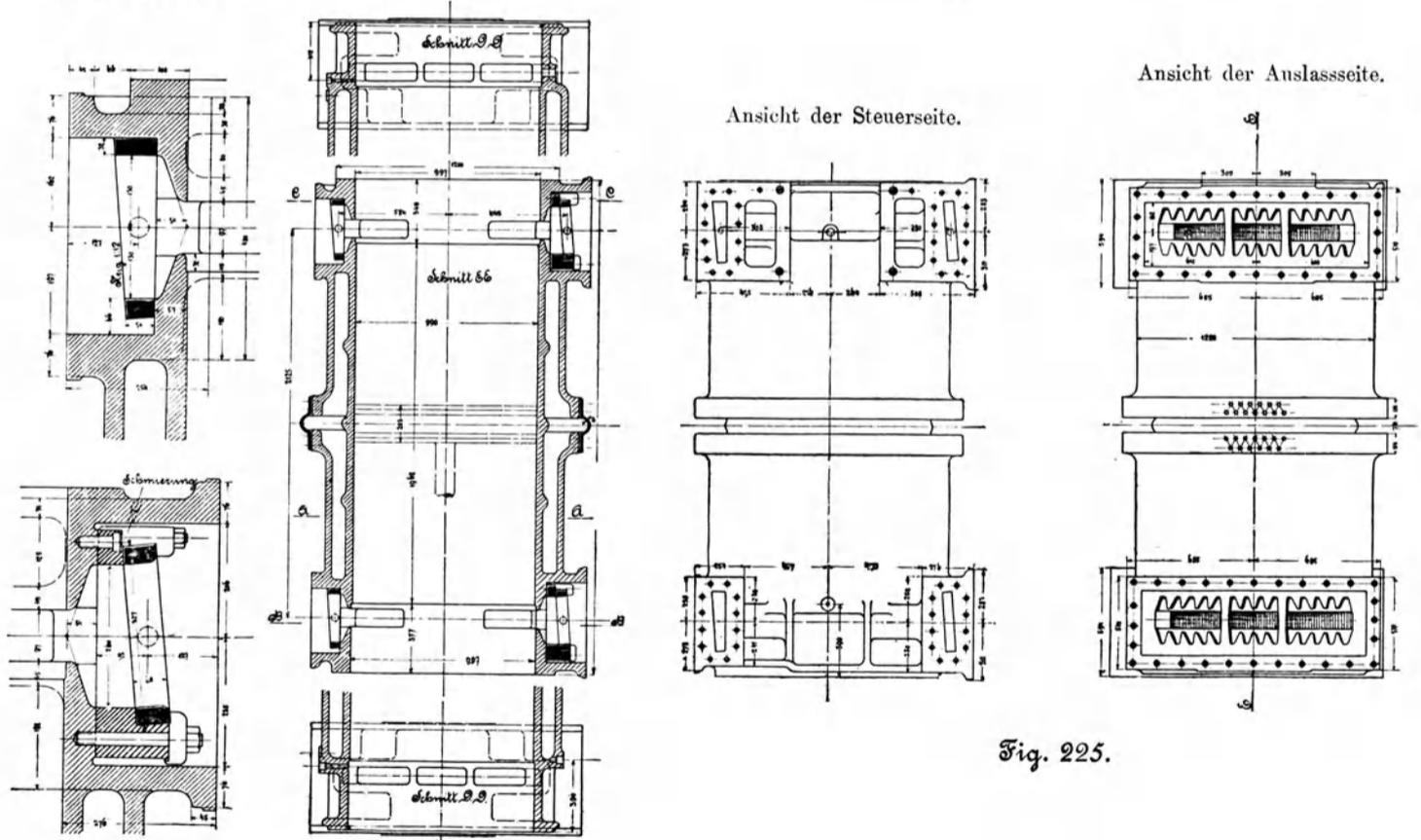


Fig. 224.

Fig. 223.

Der Dampf strömt vom Zuströmungsrohr durch einen Wasserabscheider, dann in den Hochdruckcylinder. Vor und hinter dem Mitteldruckcylinder sind die Aufnehmer (siehe Grundriss Fig. 220) mit geheiztem Rohrsystem angebracht. Die Heizung in den Aufnehmern erfolgt durch frischen Kesseldampf bei 185 Pfd. = 13 kg/qcm Pressung im Innen-

raum der Röhren; der Arbeitsdampf umspült die Röhren von außen.

Alle Cylinder haben Dampfmäntel und geheizte Deckel und Böden. Hoch- und Mitteldruckcylinder erhalten in den Mänteln frischen Kesseldampf, der Niederdruckcylinder Dampf von 100 Pfd. = 7 kg/qcm Spannung. Die mit frischem Kessel-

Fig. 225.

Ansicht der Auslassseite.

Ansicht der Steuerseite.

dampf geheizten Mäntel sind mit Entwässerung versehen, welche das Kondensationswasser unmittelbar in die Kessel zurückfließen lässt. Der Dampf für die Dampfmäntel und sonstige Hilfszwecke wird durch ein 65 mm weites Rohr von

Fig. 226.

Manteldichtung. Maßstab 1:10.

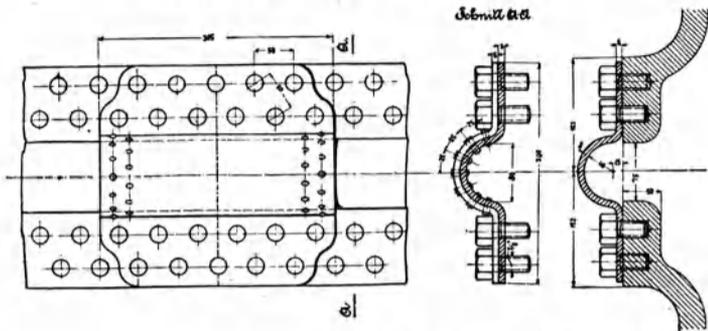


Fig. 227 bis 229. Schwinde.

Fig. 227. Maßstab 1:25.

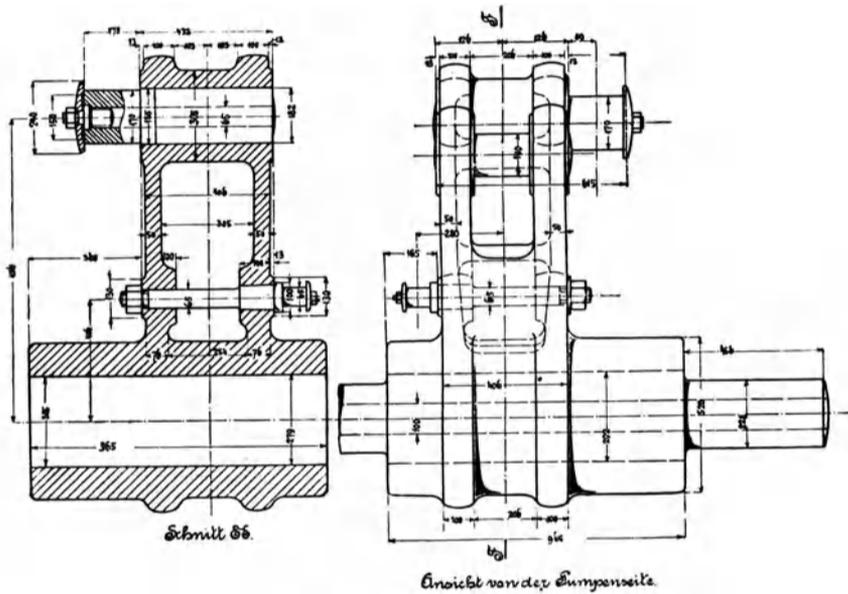


Fig. 228. Maßstab 1:25.

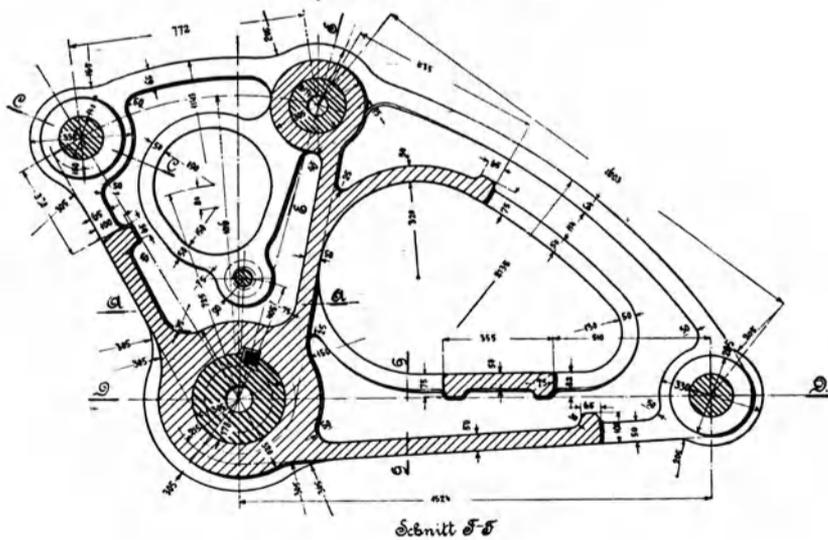
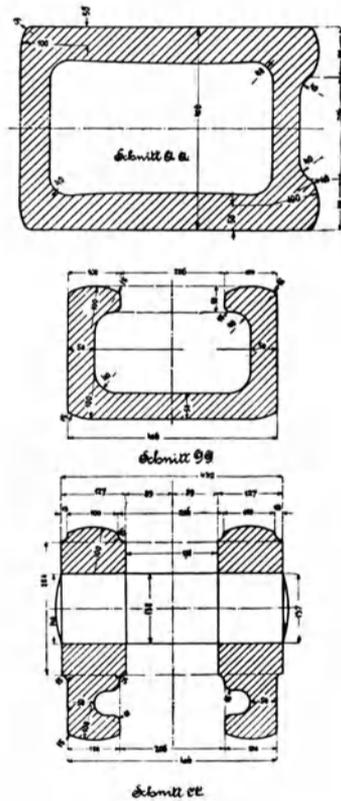


Fig. 229.

Maßstab 1:15.



aus härtestem Gusseisen hergestellt, dessen Qualität ebenfalls vorgeschrieben war. Die geschlitzten Gitterschieber sind im Sitz und in den Führungen mit außerordentlicher Sorgfalt aufgeschabt. Die Ventile mussten bei Dampfspannung von 185 Pfd. = 13 kg/qcm im Hochdruckcylinder, 50 Pfd. =

der Hauptleitung abgezweigt. Die Umhüllung der Cylinderrohre und Aufnehmer war genau vorgeschrieben und, wie in Amerika üblich, mit sehr großer Sorgfalt ausgeführt.

Der Niederdruckcylinder ist durch eine besondere selbstthätige Vorrichtung entwässert, die das Wasser in die Vorwärmer liefert.

Die Bauart der Dampfzylinder ist in Fig. 222 bis 225 dargestellt. Die Dampfmäntel sind mit den Arbeitszylindern zusammengeworfen und zur Sicherung der Ausdehnung in der Mitte geteilt; die Teilungsfuge ist durch eine aufgenietete elastische Lasche, Fig. 226, überspannt. Für die Ausführung war vorgeschrieben, dass die Cylinder vom härtesten Eisen herzustellen und in senkrechter Stellung mit einer Bohrspindel von mindestens 203 mm Dmr. anzubohren sind.

Außerdem waren Einzelvorschriften für die Bearbeitung der Schieber und Schieberspiegel gegeben, für deren Herstellung ein Musterschieber mit Spiegel zur Verfügung stand und gleiche Sorgfalt der Ausführung, also ein bestimmtes Maß, verlangt wurde. Ventilschieber und Schiebersitze sind

3,5 kg/qcm im Mitteldruck- und 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm im Niederdruckcylinder völlig dicht sein. Ebenso waren aufgeschabte Cylinderdeckel und Ventilkastendeckel verlangt.

Der schädliche Raum beträgt im Hochdruckcylinder oben und unten 3 pCt, im Mitteldruckcylinder oben 3,8 pCt,

unten 3,7 pCt, im Niederdruckcylinder oben 5,2 pCt, unten 5,23 pCt.

Der Antrieb der Leavitt-Steuerung erfolgt durch unrunde Scheiben aus gehärtetem Stahl, die nach der Härtung geschliffen sind. Für die Ausführung wurden genaue Zinkschablonen geliefert, wovon ein Original zwecks Prüfung zurückbehalten wurde. Für die doppelwirkenden Daumen waren das Maß, der zulässige Spielraum und die Art der Berührung auf beiden Seiten vorgeschrieben. Ich erwähne diese Einzelheiten deshalb, um zu zeigen, dass in Fällen, wo wirklich ungewöhnlich sorgfältige Arbeit verlangt wird, der Ingenieur für das Verlangte nicht Worte, sondern ein Maß,

eine Zahl setzen muss. Die Superlative von »genauer« und »absolut genauer« Herstellung, die bei uns so wichtiger gebraucht werden, je mehr das Submissionsverfahren dem Billigsten das Vorrecht einräumt, sind einfach unsinnig; nur die Angabe des bestimmten Maßes ist sachlich richtig.

Die Kreuzköpfe der Maschine sind senkrecht geführt und durch Lenker mit den Winkelhebeln verbunden. Von letzteren erfolgt durch eine Lenkstange der Pumpenantrieb unter ungefähr  $30^\circ$  schräg nach abwärts; die Maschinenschubstangen sind nach der entgegengesetzten Seite mit der Kurbel verbunden. Außerdem ist durch die Winkelhebel die Verminderung des Maschinenhubes von  $6' = 1,8 \text{ m}$  auf  $4' = 1,2 \text{ m}$

Fig. 230 bis 233. Oberflächenkondensator. Maßstab 1:25.

Fig. 230.

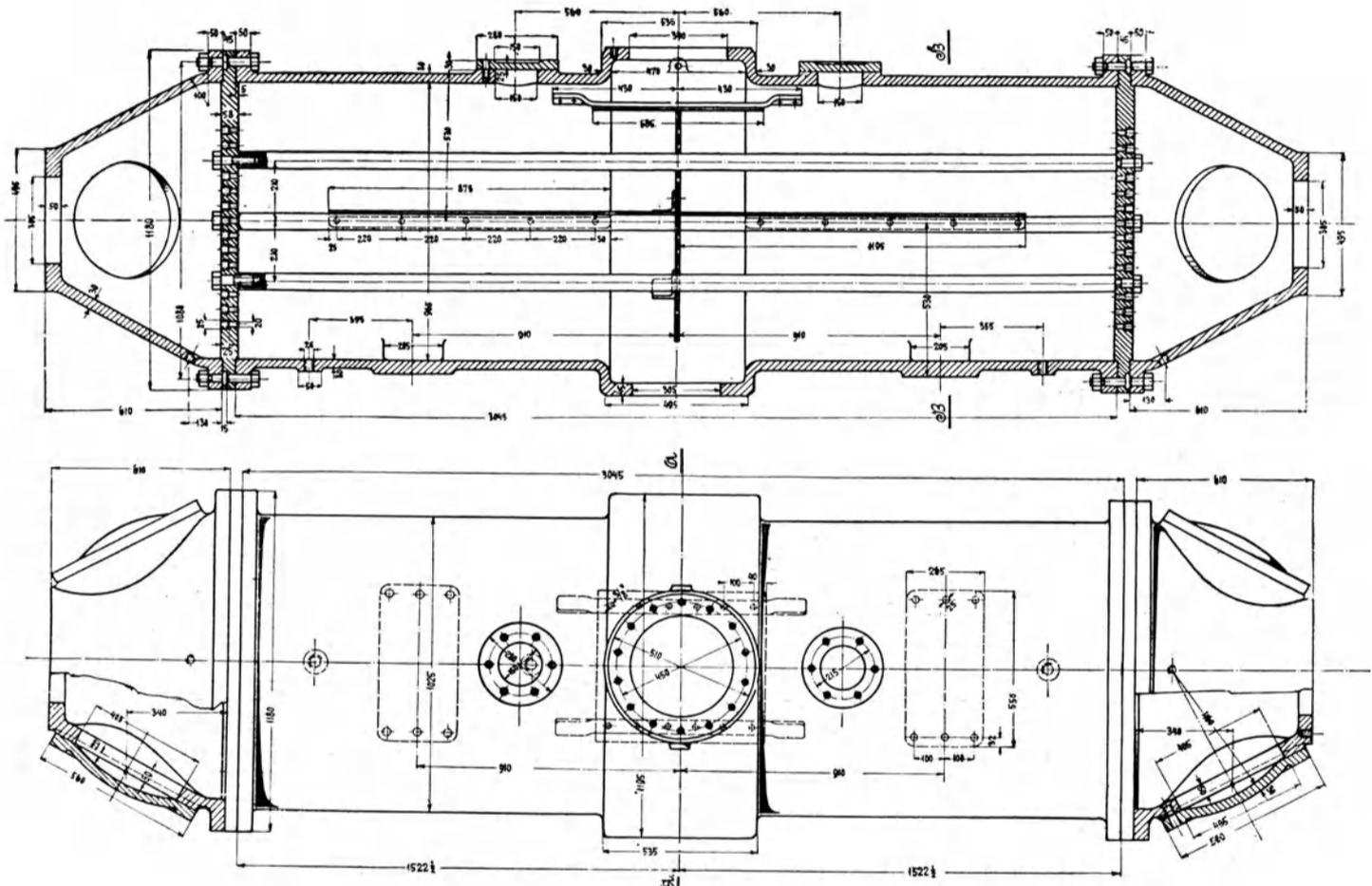


Fig. 232.

erreicht. Gleichen Hub,  $4' = 1,2 \text{ m}$ , hat die Maschinenkurbel. Die Einzelheiten des Winkelhebels sind in Fig. 227 bis 229 dargestellt. Die Herstellung erfolgt in Kanongusseseisen. Alle Zapfen sind in die Schwinde genau eingeschabt, und auf die Herstellung gerade dieses Maschinenteils ist die allergrößte Sorgfalt verwendet. Jeder Dampfzylinder arbeitet durch Vermittlung eines Winkelhebels auf je 1 Kurbel, bei  $120^\circ$  Versetzung der 3 Kurbeln. Die Niederdruckkurbel eilt vor; ihr folgen die Zwischenkurbel und die Hochdruckkurbel. Die mittlere Kurbel ist als Kröpfung ausgeführt. Die Unterstützung der Kurbeln erfolgt durch vier Lager. Zwischen 2 Lagern ist das Schwungrad, zwischen den beiden anderen der Räderantrieb für die Steuerung angebracht.

Die Pumpen sind auf einem tiefer liegenden Mauerkörper fundiert und mit der Dampfmaschine durch das Führungsstück

starr verbunden. Den untersten Teil des Pumpenkörpers bilden die Saugwindkessel; sämtliche Saugwindkessel sind untereinander verbunden und senkrecht nach oben geführt, um möglichst gering bewegte Wassermassen unter dem Saugventil zu erhalten. Ueber den Druckventilen sind Windhauben angebracht, ebenfalls durch Luftleitungen untereinander verbunden.

Die Saug- und Druckventile sind senkrecht über einander angebracht. Jedes Pumpenende besteht aus 4 Gussstücken: Grundplatte, unterem Ventilkasten, oberem Ventilkasten und Luftpumpe.

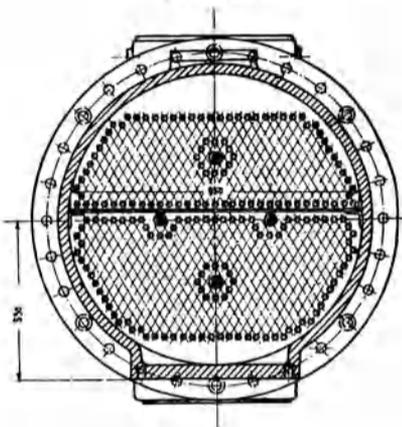
Der Pumpenplunger erhält keine besondere Dichtung, sondern ist in einen eingesetzten Cylinder aus Phosphorbronze genau eingepasst und nur durch Wasserrinnen gedichtet. Für die Ableitung der Luft im oberen und unteren Teil des

schräg liegenden Pumpencylinders sind besondere Röhren angebracht.

Für die Ausrüstung der Pumpe wurden vorgesehen:  $1\frac{1}{2}$ " (38 mm-) Verbindungsrohre mit allen Saugwindkesseln zum Ausströmen der Luft vor dem Anlassen der Pumpen mit einem 3" (76 mm-) Ejektor, der mit der Dampfleitung verbunden ist; 2 einzöllige (25 mm-) Wasserstandsgläser an jedem Pumpenende, eines für den Wasserstand im Saugwindkessel, das andere für die Windsäulen; zweizöllige (51 mm-) Verbindungsrohre am oberen und unteren Pumpenkörper zur städtischen Wasserleitung zum Auffüllen der Pumpenräume vor dem Anlassen.

Fig. 231.

Schnitt B-B



Schnitt A-A

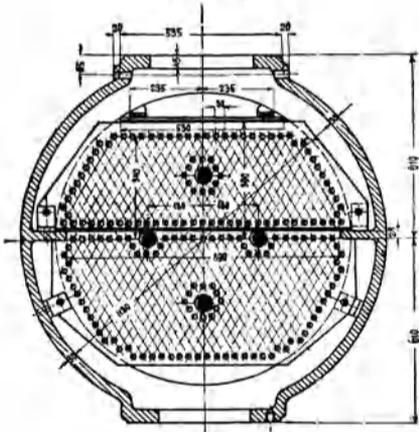


Fig. 233.

Die Ventilsteuerung der Riedler-Pumpen erfolgt von den Balanziers der Nachbarmaschine aus durch die Vermittlung von Hebeln und durchlaufenden Wellen, von welchen die Bewegung auf eine Schwingscheibe der Nachbarmaschine übertragen wird, und von dieser Schwingscheibe wird die Schlussbewegung durch Stangen und Hebel auf die Ventile übertragen.

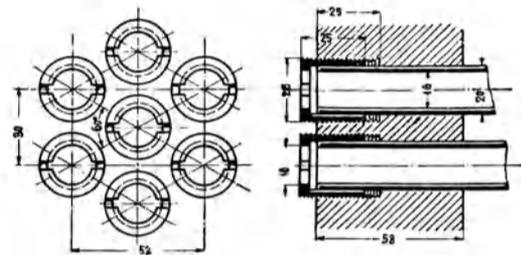
Die Anordnung der Druckröhren ist so getroffen, dass der größte Teil des gepumpten Wassers unmittelbar vom Druckventilkasten in die Hauptleitung geht; ein Teil des Wassers wird jedoch mittels Hochdruckpumpe eines besonderen Rohres durch den Oberflächenkondensator gedrückt. Letzterer sollte wegen der großen Saughöhe nicht in das Saugrohr gelegt werden. Um diesen Durchfluss des Wassers durch den Oberflächenkondensator zu sichern und beliebig zu regeln, ist ein Drosselventil im Hauptdruckrohr angebracht,

welches den für die Durchströmung erforderlichen Ueberdruck zu erzeugen hat. Das Ausflussrohr des Oberflächenkondensators ist unter Maschinenhaussohle wieder mit dem Hauptdruckrohr verbunden.

Der Oberflächenkondensator, Fig. 230 bis 233, enthält innerlich verzinnnte Röhren von  $\frac{3}{4}$ " = 19 mm Dmr.; die Verpackung der Röhren erfolgt durch Baumwolle mit aufgeschraubten Stopfbüchsen, Fig. 234.

Fig. 234.

Maßstab 1:3.



Zur Reinigung des Kondensators sind Verbindungen mit der Dampfleitung hergestellt, sodass man den Kondensator auskochen kann. Der Kondensator wird vor der Verwendung auf der Vakuumseite mit 10 Pfd. = 0.7 kg/qcm Druck, auf der Wasserseite mit 75 Pfd. = 5.3 kg/qcm Druck geprüft und muss dabei vollständig dicht sein.

Unmittelbar unter dem Kondensator ist eine einfachwirkende Luftpumpe angebracht, die durch die Uebertragungswelle der Pumpensteuerung angetrieben wird.

Die normale Umdrehungszahl der Maschine beträgt 50 i. d. Min.; entsprechend einer Pumpenleistung von 20 Millionen Gallonen in 24 Stunden, bei einem Wasserdruck von 55 Pfd. = 3.9 kg/qcm.

Von der ausführenden Maschinenfabrik war die Lieferung und Aufstellung der Maschine verlangt; jedoch mussten die geschmiedeten Stahlteile von Friedr. Krupp in Essen bezogen werden. Zu diesen Stahlteilen, welche teils fertig bearbeitet, teils vorgedreht geliefert wurden, gehören: alle Wellen, Kurbeln, Schubstangen, Kolbenstangen, Lenkstangen, Kreuzköpfe, die Tragachsen für den Winkelhel. Die Kurbelwellen wurden mit nicht aufgezogenen Kurbeln, jedoch fertig bearbeitet, geliefert; die Bohrung zur Aufnahme des Kurbelzapfens wurde später ausgeführt. Alle diese Schmiedeteile wurden in Oel gehärtet geliefert und mit geschliffenen Laufflächen versehen. Für die Genauigkeit der Ausführung waren besondere Vorschriften gemacht.

Auch die gusseisernen Schwingen aus Kanoneneisen, Fig. 227 bis 229, wurden der Maschinenfabrik, und zwar in unbearbeitetem Zustande, geliefert.

Alle Hauptlager sind mit Weißmetall ausgefüllt, vierteilig und stellbar. Besonders sorgfältiges Einschaben der Wellen in die Lager war vorgeschrieben und Prüfung aller Ausführungen durch einen besonderen Inspektor vorbehalten und durchgeführt.

Für den hydraulischen Regulator ist ein Druckbehälter angebracht. Eine besondere 4 zöllige (102 mm-) Duplexpumpe hat den erforderlichen Betriebsdruck für den Regulator zu liefern. Statt Wasser wird für diese Druckübertragung Oel verwandt, welches in einem unter der Pumpengalerie angebrachten Behälter vorrätig gehalten wird.

Mit besonderer Sorgfalt wurde erstrebt, alle einzelnen Teile von den Gallerien zugänglich zu machen. Gleiche Sorgfalt wurde auf die Ausbildung der Schmiervorrichtungen verwandt, welche ausschließlich auf Oelschmierung eingerichtet sind. Ferner wurden alle Armaturen möglichst übersichtlich angebracht, worauf bei den amerikanischen Maschinen in der Regel weitaus mehr geachtet wird als bei uns.

Zu diesen Armaturen, die in reicher Ausstattung und sehr guter Ausführung geliefert werden, gehören u. a.: alle Indikatoreinrichtungen, große, übersichtlich angeordnete Manometer für alle Dampfkammern, Luftpumpen, Kondensatoren und Wasserpumpen, große Sekundenuhr, Quecksilbermanometer für Luftpumpe und Saugpumpe, Aufschrift, Thermometer für Dampfleitung, Zwischenleitung, Niederdruckleitung, Zirkulationsröhren zum und vom Kondensator und Thermometer für das Warmwasser, die Heizungseinrichtungen nach beson-

derer Vorschrift, Sicherheitsventile für Hauptdampfleitung, Niederdruckleitung und alle Aufnehmer.

Die beigefügten Skizzen sind für die Beurteilung der Anordnung der Maschine ausreichend; über weitere Einzelheiten der Maschine werde ich im Zusammenhang mit ähnlichen größeren Maschinen gelegentlich Näheres berichten, desgleichen über diejenigen Einzelheiten dieser Maschine, welche europäischen Ursprunges sind.

A. Riedler.

---

## Die Maschinenanlagen der Calumet und Hecla-Grube.

Die großartigen Leistungen des amerikanischen Maschinenbaues, insbesondere in konstruktiver Richtung, liegen durchaus nicht auf der Heerstraße der flüchtigen Besucher, welche leider auch auf technischem Gebiete mehr oder weniger einen Bädeler-Gänsemarsch einhalten. Gerade die allerbedeutendsten Leistungen liegen abseits und wollen aufgesucht und studiert sein. Viele sind zum Teil fast unbekannt, und Veröffentlichungen darüber sind entweder dürftig oder gar nicht vorhanden. Ich benutze daher die mir gewährte Ermächtigung zur Veröffentlichung einiger Angaben und Skizzen über solche Anlagen, insbesondere über die größten aller amerikanischen Maschinenanlagen, die der Calumet und Hecla-Kupfergrube am Oberen See, und dies um so lieber, als die große Ausstellung in Chicago nichts bietet, was maschinentechnisch mit dieser Anlage überhaupt verglichen werden könnte.

Ich möchte jetzt schon vorausschicken, dass derjenige, welcher hier nur als Konstrukteur und nur in der Ausstellung Studien treiben will und etwa gar reiche Belehrung und Erfahrungen schwarz auf weiß in der Tasche zurückzubringen hofft, sehr enttäuscht zurückkehren wird, da die Ausstellung auf dem Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues außerordentlich wenig, in mancher Richtung überhaupt nichts bietet. Dies wird auffällig scheinen, ist aber eine Thatsache.

Es ist vielleicht zweckmäßig, von vornherein hervorzuheben, dass gute Maschinenanlagen in Amerika durchaus nicht massenhaft, sondern, wie überall, nur vereinzelt und noch viel spärlicher als bei uns zu finden sind. Nur der Umfang des Maschinenbetriebes ist hier ein riesiger, die Ausbildung der Maschinen und die Anpassung an gegebene Verhältnisse aber sind, wie auch die Ausstellung lehrt, nur in der Minderheit der Fälle gründlich und vollkommen.

Die Begründung hierfür einem Bericht über die Ausstellungsmaschinen vorbehaltend, will ich zunächst die erwähnte große Maschinenanlage in Calumet, Michigan (richtiger Red Jacket), im wesentlichsten Zusammenhange und in den Einzelheiten beschreiben, da diese bis jetzt nur einem kleinen Kreise von Fachleuten bekannt sind.

Die Kupfergruben der Calumet and Hecla Mine wurden anfangs der 70er Jahre von Agassiz, dem Sohne des bekannten Naturforschers, aufgeschlossen und sind seit 1876 unter Mitwirkung von E. D. Leavitt in Cambridge, Mass., als beratendem Ingenieur der Gesellschaft, mit Maschinenanlagen ausgestattet worden, welche nicht nur die großartigsten des Bergbaubetriebes, sondern aller irgendwo bestehenden Maschinenanlagen überhaupt sein dürften, sowohl was die Größe — im ganzen 30 000 PS —, als auch was die maschinentechnische Durchbildung anbetrifft. Die verwendeten Maschinen sind hinsichtlich Bauart und Ausführung ausnahmslos ersten Ranges und für den Konstrukteur von höchstem Interesse. Darüber, ob die ungewöhnlich vollkommenen und kostspieligen Anlagen den gegebenen Betriebsverhältnissen gegenüber eine wirtschaftliche Notwendigkeit sind, kann ich mir ein Urteil nicht erlauben.

Die örtlichen Verhältnisse lassen sich kurz durch folgendes kennzeichnen.

Durch die vereinigten Calumet und Hecla-Gruben wird ein mächtiger regelmäßiger Kupfergang aufgeschlossen. Der Abbau wurde vor etwa 20 Jahren begonnen; gegenwärtig sind 17 in einer Reihe liegende tonnlägige Schächte, von denen 14 in Betrieb stehen, und außerdem ein neuer, in der Abteufung begriffener saigerer Schacht vorhanden. Der Erzgang (Konglomerat mit gediegenem reinem Kupfer in den Gesteinsfugen) ist 2,4 bis 10,7 m mächtig und fällt auf eine flache Länge von bisher 2100 m fast genau unter 38° ein. Verwerfungen oder überhaupt nennenswerte Unregelmäßigkeiten kommen nicht vor. Nur hier und da schafft ein ungewöhnlicher Block von gediegenem Kupfer einige Abbauschwierigkeiten, da sich solche Blöcke nicht sprengen lassen, sondern mühsam abgebrochen werden müssen.

Die Maschinenanlagen liegen 200 m über dem Spiegel des Oberen Sees bzw. 483 m über Meeresspiegel. Der neu abgeteufte senkrechte Schacht in Red Jacket erreicht den Erzgang in 1006 m und hat eine saigere Tiefe von bisher 914 m und soll auf 1500 m nachgeteufelt werden. Für den Aufschluss von diesem Schacht aus werden große Querschläge mit Maschinenförderung angelegt. Die tonnlägigen Schächte haben bisher eine flache Tiefe von 1500 bis 1800 m.

Die alte Anlage mit tonnlägigen Förderschächten umfasst die Calumet-Schächte 1 bis 5 und die Hecla-Schächte 1 bis 12 in folgender Reihenfolge:

Calumet-Schächte: 5, 4, 3, 2, 1.

Hecla-Schächte: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Die Entfernung der Schächte von einander beträgt 237 m. Calumet 1 und 3 und Hecla 1, 4 und 5 sind teils ausgebrannt, teils außer Betrieb.

Alle Calumet-Schächte und Hecla-Schacht 2, welche früher mit getrennten alten Maschinenanlagen versehen waren, werden gegenwärtig durch ein Maschinenhaus »Superior« bedient. Von hier wird die gesamte Förderung und der Betrieb der Hilfsmaschinen (Luftkompressoren) besorgt. Für diesen dient außerdem noch das große Maschinenhaus »Frontenac« mit 4 großen Luftkompressoren und dazu gehörigen Betriebsmaschinen.

Die Hecla-Schächte 3 bis 6 haben ein gemeinsames Fördermaschinenhaus »Gratiot« mit 3 großen Fördermaschinen. Die südlich gelegenen Hecla-Schächte werden teils durch alte Einzelanlagen, teils durch die neue Maschinenanlage »Hancock« bedient.

Die neue große Förderanlage in Red Jacket mit den neuen Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit« und Reserve- bzw. Abteufmaschinen ist nahezu vollendet und wird künftig die Hauptförderung übernehmen.

Zu der Grubenanlage gehören noch mehrere große Wasserwerke in der Nähe der Calumet-Schächte und am See und zahlreiche Nebenbetriebe, außerdem die große Stampf- und Aufbereitungsanlage am Linden-See

nebst großem Wasserwerk. Die hüttenmännische Verarbeitung erfolgt in der Kupferschmelzhütte in der Nähe der Aufbereitung am Linden-See. Zur Unternehmung gehört ferner ein großes Schmelzwerk in Buffalo, welches wahrscheinlich künftig den ganzen, übrigens höchst einfachen Hüttenprozess des Einschmelzens des gediegenen, fast reinen Kupfers übernehmen wird. Der Erztransport nach Buffalo wird durch eigene Schiffe der Gesellschaft bewirkt, welche als Rückfracht Kohle nach Calumet bringen.

Die Förderung begann im Jahre 1867 und betrug im ersten Jahre 657 t Kupfer; 1874 erreichte die Förderung 10000 t. Zu dieser Zeit begann die Verbesserung der Maschinenanlagen. 1892 betrug die Ausbeute 30000 t. Die durchschnittliche monatliche Förderung beträgt gegenwärtig 100000 t Erz; daraus werden 3000 t reines Kupfer hergestellt. Agassiz ist der bedeutendste Teilhaber der Unternehmung, welche nominell nur mit 4 Millionen Dollar Kapital arbeitet und bisher fast 40 Millionen Dollar Ertragnis auszahlt.

Das Vorkommen ist ein Sandsteinkonglomerat, mit gediegenem, reinem Kupfer als Bindemittel und fein eingesprengt; letzterer Teil des Vorkommens macht die Aufbereitung notwendig. Der Kupfergehalt des gefördertsten Konglomerates beträgt durchschnittlich  $4\frac{1}{2}$  pCt. Die Aufbereitung erfolgt durch Dampfpoehwerke und kleine Setzmaschinen. Trotz des großen Unterschiedes im spezifischen Gewicht geht hierbei durch die feinblättrige Form vieler Kupferteile 0,7 bis 1 pCt Kupfer verloren, d. h. durchschnittlich mehr als in unseren Erzen überhaupt enthalten ist. Der Abbau erfolgte, wie überall hier, zuerst mit sehr einfachen Mitteln in Tagbauten, die im Laufe der Zeit zu tonnlägigen Schächten geworden sind. Erst seit etwa 15 Jahren wird mit großen maschinen- und bergtechnischen Vorkehrungen gearbeitet. Die zahlreich vorhandenen tonnlägigen Schächte konnten aber der Kosten wegen nicht sofort aufgegeben, sondern mussten weiter entwickelt werden. Die Vorrichtung des Kupferlagers erfolgt durch tonnlägige Schächte, von welchen in flacher Entfernung von je 30,5 m die einzelnen Horizontalstrecken getrieben werden; von letzteren aus erfolgt der Abbau durch Firsten-Strossenbau. Neben den Schächten bleiben 23 m mächtige Sicherheitspfeiler stehen. Die abgebauten Felder werden durch Stempel und Kappen in 1,65 m Entfernung und außerdem alle 23 m durch volle 4 m stark zusammen gebaute Holzpfeiler gestützt.

Der im Norden noch immer vorhandene ungeheure Holzreichtum gestattet, diese Zimmerung mit beispielloser Sorgfalt auszuführen. Die Hölzer sind sämtlich auf genaues Maß ( $12'' = 305$  mm Quadrat) geschnitten und erhalten für die Knotenverbindungen einheitliche, mit Maschine hergestellte Verzapfungen. Ein großes Sägewerk dient zur Bearbeitung der Hölzer. Als die Oertlichkeit kennzeichnend, mag auch noch erwähnt werden, dass in dem ganzen großen Betriebe überwiegend nur Kohle verbrannt wird; ungeheure Holzvorräte dienen nur zur Sicherung im Winter, wo der Seeverkehr (1893 wahrscheinlich noch im Juni) durch Eis geschlossen ist, und als Regulator gegen die Kohlenlieferanten. Für den Betrieb vermag das überall brach umher liegende Holz der Wälder nicht zu konkurrieren. Die nördlichen Eisenbahnlagen führen in der Nähe des Oberen Sees durch dichte, kaum benutzte Wälder und durch einige Indianer-Reservate, während einige hundert Meilen südlicher in der ganzen Union bis zur Ostküste kaum noch ein großer Wald zu finden ist. Die kaum 2 Jahrzehnte bestehenden großen Bergbauten des Eisenerzdistriktes Iron Mountains und die erwähnten Kupfergruben, noch mehr aber die fortschreitende Ansiedelung in der Nähe der Bergbaubezirke und der mächtig aufblühenden Städte am Ufer des Oberen Sees, sowie der gewaltige Verkehr, den der Ausbau der nördlichen Pacific- und der kanadischen Pacific-Eisenbahn geschaffen hat, werden auch hier mit dem noch bestehenden Holzreichtum, so wie überall, bald aufräumen.

Die tonnlägigen Schächte der Calumet-Gruben gestatteten einfache Abteufung und bequeme eintrümige Förderung aus vielen Horizonten. Der neue Maschinenbetrieb wurde zunächst ausschließlich den vorhandenen Einrichtungen ange-

passt. Dadurch erhielten die sonst sehr vollkommenen Maschinen ein sehr eigenartiges Aussehen, wie sich aus den nachfolgenden Skizzen ergibt.

Eine wichtige Rolle spielt der Maschinenbetrieb für Luftkompression, insbesondere für Gesteinsbohrarbeiten und den Betrieb unterirdischer Fördermaschinen und Pumpen. Die Wasserhaltungseinrichtungen sind an sich und im Verhältnis zu den übrigen Betriebsmitteln ganz unbedeutend. Trotz der großen Ausdehnung des Abbaues unter dem Seespiegel und der unmittelbaren Nähe des Oberen Sees ist der Zufluss sehr gering und wird durch eine größere Anzahl kleiner Pumpmaschinen leicht bewältigt.

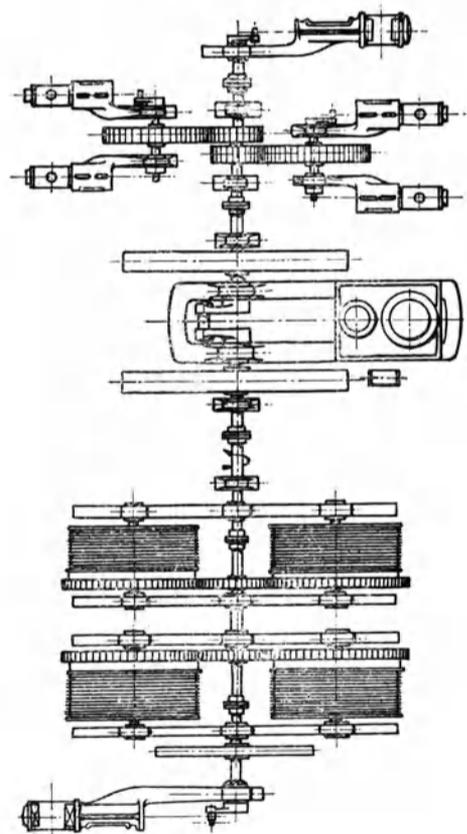
Die Maschineneinrichtungen dieser großen Unternehmung im wesentlichsten vom maschinentechnischen Standpunkt aus zu beschreiben und, soweit es der Raum der Zeitschrift gestattet, durch Skizzen, die ich aus der ungeheuren Zahl der mir durch die Liebenswürdigkeit des Hrn. Leavitt zur Verfügung stehenden Zeichnungen herausgreife, zu erläutern, ist die Aufgabe des nachfolgenden Berichtes.

#### Maschinenanlage »Superior« bei Calumet (Red Jacket).

Diese Anlage mit zusammen 7000 pferd. Maschinen dient für die Förderung aus den tonnlägigen Calumet-Schächten 2, 4 und 5 und dem Hecla-Schacht 2 und zugleich für den Betrieb der großen Luftkompressionsmaschinen für Bohrmaschinen und sonstigen unterirdischen Betrieb.

Fig. 235.

Maschinenhaus »Superior«  
Anordnung der Maschinen.



Die vor 7 Jahren aufgestellte »Superior«-Maschinenanlage hatte alte komplizierte Einzelanlagen auf den einzelnen Schächten zu ersetzen, deren Betrieb im Laufe der Zeit zu kostspielig wurde. Ursprünglich war jeder tonnlägige Schacht mit gewöhnlichen Eincylinder-Fördermaschinen versehen.

Zweck der Neuanlage »Superior« war, den gesamten Betrieb zu konzentrieren und eine vollkommene Antriebsmaschine mit möglichst geringem Dampfverbrauch zu schaffen, um die hohen Betriebskosten wenigstens hinsichtlich des eigentlichen Maschinenbetriebes möglichst herunterzusetzen, ohne an der einmal vorhandenen eintrümigen Förderung Wesentliches zu ändern. Eine Abänderung der Schächte und Abbauverhältnisse war damals außer Frage.

Die Anlage, welche in Fig. 235 und in den folgenden Einzelfiguren dargestellt ist, besteht aus der großen Betriebsmaschine »Superior«, einer stehenden Verbund-Balanziermaschine mit oben liegenden Cylindern, unten liegendem Balanzier, zum Betrieb von 4 Fördertrommeln und einer Gruppe

von Luftkompressoren, und aus den beiden Reservemaschinen »Rockland« und »Baraga«.

(In Amerika herrscht der nachahmenswerte Gebrauch, alle Maschinen von Bedeutung mit Namen zu belegen, und wenn diese auch aus der Geschichte der Indianer entnommen werden, so spricht sich doch von einer solchen Maschine besser als bei uns von einer »südwestlichen Eckmaschine«, der »provisorischen Ersatzmaschine No. IV« oder der »1888er Schimmelbusch-Maschine« u. dergl.)

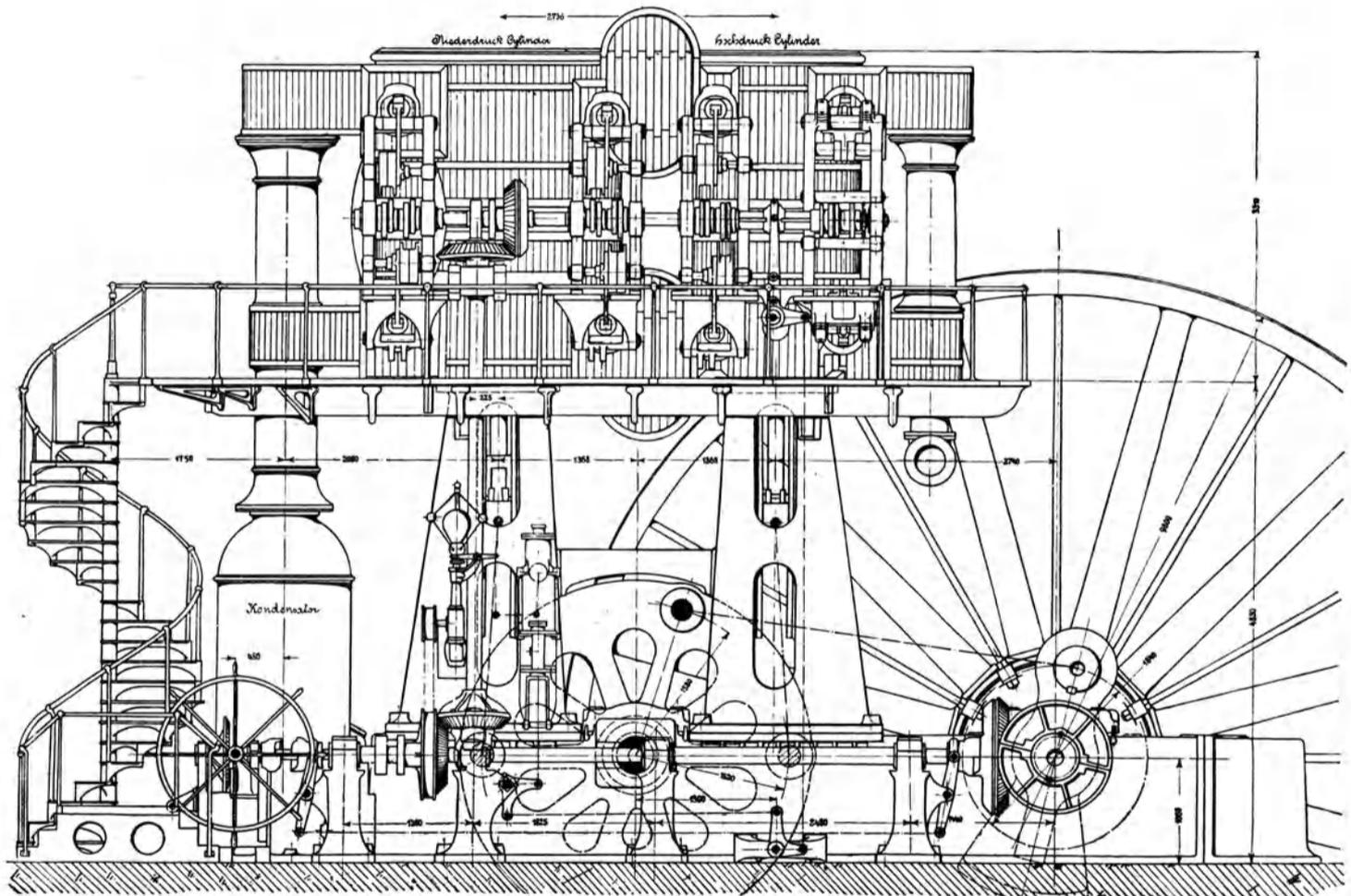
Die Anordnung dieser Maschinen ist in Fig. 235 im Grundriss dargestellt.

Auf der einen Seite der großen Betriebsmaschine »Superior« liegen die 4 Luftkompressionsmaschinen und am

Fig. 236.

5000 pferdige Betriebsmaschine »Superior«.

Maßstab 1:70.



äußersten Ende die Reserve-Corliiss-Maschine »Baraga«. Auf der entgegengesetzten Seite liegen 4 Fördertrommeln und die Reservemaschine »Rockland«. Im Falle der Betriebsunfähigkeit der »Superior«-Maschine treibt jede dieser Reservemaschinen die eine Hälfte der Maschinenanlage. Zwischen den einzelnen Antriebsmaschinen und den Kompressoren bzw. Fördertrommeln sind lösbare Klauenkupplungen eingeschaltet.

»Rockland« und »Baraga« sind liegende Dampfmaschinen mit Kondensation. Die »Baraga« ist nach Leavitt's Plänen entworfen, hat 40" = 1016 mm Dmr., 60" = 1524 mm Hub, und läuft mit 52 Min.-Umdr. Die »Rockland« ist eine Corliiss-Maschine von 30" = 762 mm Dmr. und 48" = 1219 mm Hub.

Für den Betrieb aller Maschinen der Calumet und Hecla-Grube dienen große Lokomotivkessel, die größten

derselben mit 45 t Gewicht. Zeichnungen der Kessel sowie der Kesselhäuser werde ich später nachtragen. Für das »Superior«-Haus dienen 6 solcher Kessel, 2 davon mit 84" = 2,134 m Dmr. und 4 mit 80" = 2,032 m Dmr., ausreichend für einen Betrieb von 4000 PS.

Betriebsmaschine »Superior«. In Fig. 236 ist die von E. D. Leavitt entworfene, von der Morris Co. in Philadelphia gebaute Maschine, wahrscheinlich die größte bestehende Betriebsdampfmaschine mit ununterbrochenem Gang, dargestellt. Auf einer ungewöhnlich kräftigen Fundamentplatte, welche die Lager für die Kurbelkröpfung und für die Schwinge trägt, sind die senkrechten Ständer der Maschine, auf denen die Dampfzylinder ruhen, aufgebaut. Die Kolbenstangen der Dampfmaschine sind an die beiden Enden der Schwinge angelenkt. Vom obersten Punkte der



bracht. Diese wird beim Anlassen der Maschine oder bei Vornahme von Reparaturen oder beim Vorwärmen der Maschine ausgerückt, und gleichzeitig wird eine Kupplung an der vorderen Seite, dort wo ein Handrad angebracht ist, eingerückt, sodass der Maschinist nach Bedarf Dampf auf die Kolben geben kann, um die Maschine beliebig anzuheben. Die Kupplungen sind gewöhnliche Klauenkupplungen mit abgerundeten Kanten und werden nach erfolgter Einstellung durch die Handhebel festgehalten. Aehnliche Einrichtungen für den gleichen Zweck, insbesondere auslösbare Exzenterstangen im Steuerungsantrieb, sind bei amerikanischen Maschinen fast immer vorhanden und werden für notwendig gehalten, um bequemes Anlassen zu sichern.

Die in der Zeichnung dargestellte Anordnung der Steuerung mit quer in der Mitte der Dampfzylinder liegender Steuerwelle ist die ältere Anordnung der Leavitt-Steuerung und wesentlich komplizierter als die neuere. Die Einzelheiten der Steuerung sind im übrigen dieselben wie bei der Maschine in Boston: Gitterschieber mit kleinem Hub und Antrieb durch Daumen und selbstthätige Veränderung der Expansion durch Verdrehung des Einlassdaemens.

Die Regulierung erfolgt selbstthätig durch einen Regulator mit hydraulischem Vorspann, und zwar sind 2 Regulatoren hinter einander wirkend angebracht; einer reguliert den Dampf-einlass, der zweite, stärker belastete, dient als Sicherheitsvorrichtung gegen Ueberschreitung der höchsten zulässigen Umdrehungszahl und wirkt auf eine Drosselklappe, und zwar erst dann, wenn die normale Geschwindigkeit um 10 Umdrehungen überschritten ist.

Die übrige Anordnung ist aus der Zeichnung genügend ersichtlich.

Fördermaschinen. Die »Superior«-Maschine treibt, wie vorher angegeben, nach der einen (westlichen) Seite 4 Fördertrommeln, deren Konstruktion in Fig. 237: Seitenansicht, Fig. 238: Grundriss, dargestellt ist. Die zwischen den beiden Trommeln für 1220 m Seil von  $1\frac{1}{4}'' = 32$  mm Stärke hindurchlaufende, durch Flanschkupplungen verbundene Welle ist die Fortsetzung der Kurbelwelle. Die Wellen sind auf mächtigen Fundamenten und Sohlplatten gelagert. Die Lager der Trommelwellen sind nach 4 Seiten durch Schrauben und Keile einstellbar und unter einander durch Querträger versteift. Die Anordnung ist aus der Zeichnung ersichtlich. Das kleinere Rad ist mit Holzzähnen versehen.

Die Trommeln sind aus Gusseisen zusammengebaut und bestehen aus einer Mittelnahe, flach aufgesetzten gusseisernen Armen und gusseisernen Förder- und Bremskränzen. Ueber den Lagern ist eine durchlaufende Plattform angebracht, auf welcher die Maschinisten die Kupplungen und Bremsen bedienen.

Eigenartig ist die Anordnung der Bremsen und Kupplungen. Beides sind Bandbremsen und werden durch eigene Hilfszylinder mit hydraulischem Druck angetrieben, der Bremszylinder befindet sich an der Aufsenseite und ist in der Höhe der Plattform gelagert. Die Uebertragung des hydraulischen Druckes erfolgt durch die in der Zeichnung dargestellte Hebelübersetzung. Die Hilfszylinder für das Anziehen der Kupplungsbremse sind im Innern der Trommel an einem der Arme angebracht. Die Zuleitung des Druckwassers erfolgt vermittels Kupferröhren durch die hohle Welle hindurch. Der für den Betrieb der Bremsen und Kupplungen erforderliche Wasserdruck wird durch eine eigene Hilfspumpe mit Akkumulator geliefert, die zugleich den Wasserdruck für den hydraulischen Hilfsregulator liefert.

Bei den hydraulischen Bremsvorrichtungen ist ein Differentialkolben angebracht, dessen kleiner Kolben unter konstantem Wasserdruck steht; der konstante Wasserdruck auf den großen Cylinder bewirkt das Anziehen der Bremse. Beim Lösen bewirkt der konstante Wasserdruck auf den kleinen Cylinder das Abheben der Bremsbänder, welche außerdem durch am ganzen Umfang eingesetzte Spiralfedern vom Bremskranze gelüftet werden.

Diese Bandbremsen haben in der ersten Betriebszeit zu mehrfachen Störungen Anlass gegeben; insbesondere sind die Bremsbänder an den Befestigungsstellen in den Augen, dort, wo sie durch Vernietung geschwächt werden, häufig gerissen. Durch Abänderung der Verbindungs-konstruktion, derart, dass diese Schwächung nicht mehr stattfindet, sind die Mängel beseitigt worden, und es werden diese hydraulischen Bandbremsen gegenwärtig für die größten Fördermaschinen in gleicher Weise verwendet.

Diese Trommeln dienen für die eintrümige Förderung in den alten tonnlägigen Schächten, die unter Einkupplung der Reibungsbremsen erfolgt; durch die hydraulischen Bremsen wird die Last festgehalten und gesenkt. Von den 4 Fördertrommeln führen die Förderseile über eine Anzahl von Führungsrollen zu den einzelnen Schächten. Die Führungsrollen sind primitiv in Holz gelagert, und es ist nur unmittelbar vor den Fördertrommeln eine selbstthätige Verschieb- und Leitvorrichtung für das Seil, sonst aber sind nur ganz einfache Holzführungen angebracht. Die Seilführung im Schacht war früher mangelhaft, und es wird angenommen, dass die Reibung auf den Rollen einen Schachtbrand veranlasst hat.

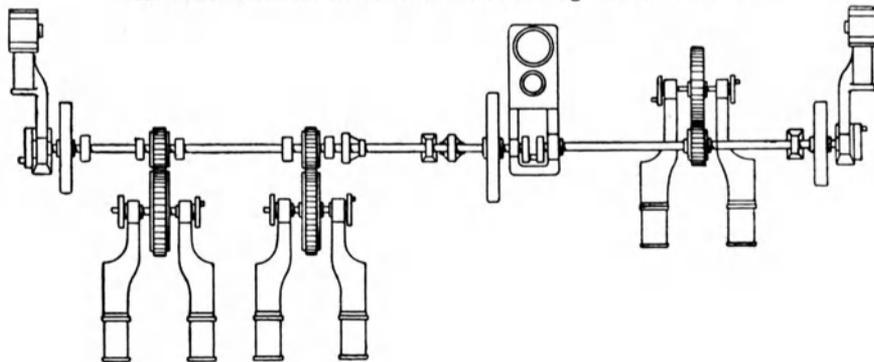
Luftkompressionsanlage. Die Kurbelwelle der »Superior«-Maschine treibt im östlichen Teile, bei direkter Verlängerung dieser Welle und einfacher Räderübersetzung 13 : 18, eine Gruppe von 4 großen Luftkompressionsmaschinen, und zwar ein Paar von je  $36'' = 614$  mm Dmr. und  $60'' = 1524$  mm Hub und ein Paar von  $32'' = 813$  mm Dmr. und  $48'' = 1219$  mm Hub mit 23 bis 24 Min.-Umdr. Diese Kompressoren, 1882 von der Rand Drill Co. gebaut, sind mit Kühlmantel für Deckel- und Kolbenkühlung versehen; die letztere ist aber nicht mehr in Betrieb. In den Deckel sind je 18 Saug- und 12 Druckventile von  $3'' = 76$  mm Dmr. eingebaut, welche Metall auf Metall dichten und mit Federn belastet sind. Die Temperatur der Druckluft ist  $140^{\circ}$  C bei einer Luftpressung von  $4,4$  kg/qcm, die Kühlung daher eine sehr schlechte. Die Kompressoren sind liegender Bauart, und es wird von jeder Kurbelwelle je ein doppelwirkender Kompressor durch Zahnradübersetzung angetrieben. Die Konstruktion der Kompressoren bietet nichts Besonderes; es ist die gewöhnliche Anordnung mit Wassereinspritzung in den Cylindern und mit verhältnismäßig kleinen Ventilen in den Cylinderdeckeln. In jedem Deckel sind 6 Saug- und 3 Druckventile vorhanden. Wegen der Wassereinspritzung in den Cylindern und wegen der starken Drosselung der Luft in den zu kleinen Ventilen bei starker Erhitzung der Luft haben diese Kompressoren zu vielen Anständen Anlass gegeben, auch zu Brüchen in den Fundamentrahmen, welche durchgängig zu schwach ausgeführt sind.

#### Maschinenhaus »Hecla«.

Für den wachsenden Luftbedarf im unterirdischen Betrieb wurde vor 3 Jahren südlich ein neues Zentralmaschinenhaus »Hecla«, s. Grundriss Fig. 239, mit Betriebsmaschinen

Fig. 239.

Maschinenhaus »Hecla«. Anordnung der Maschinen.



»Frontenac«, »La Salle« und »Perrot« von zusammen 3700 PS und einer Luftkompressionsanlage angelegt. Die große 2200 pferd. Betriebsmaschine »Frontenac« ist von derselben

Fig. 240 bis 242. Leavitt-Kompressoren.

Fig. 240.

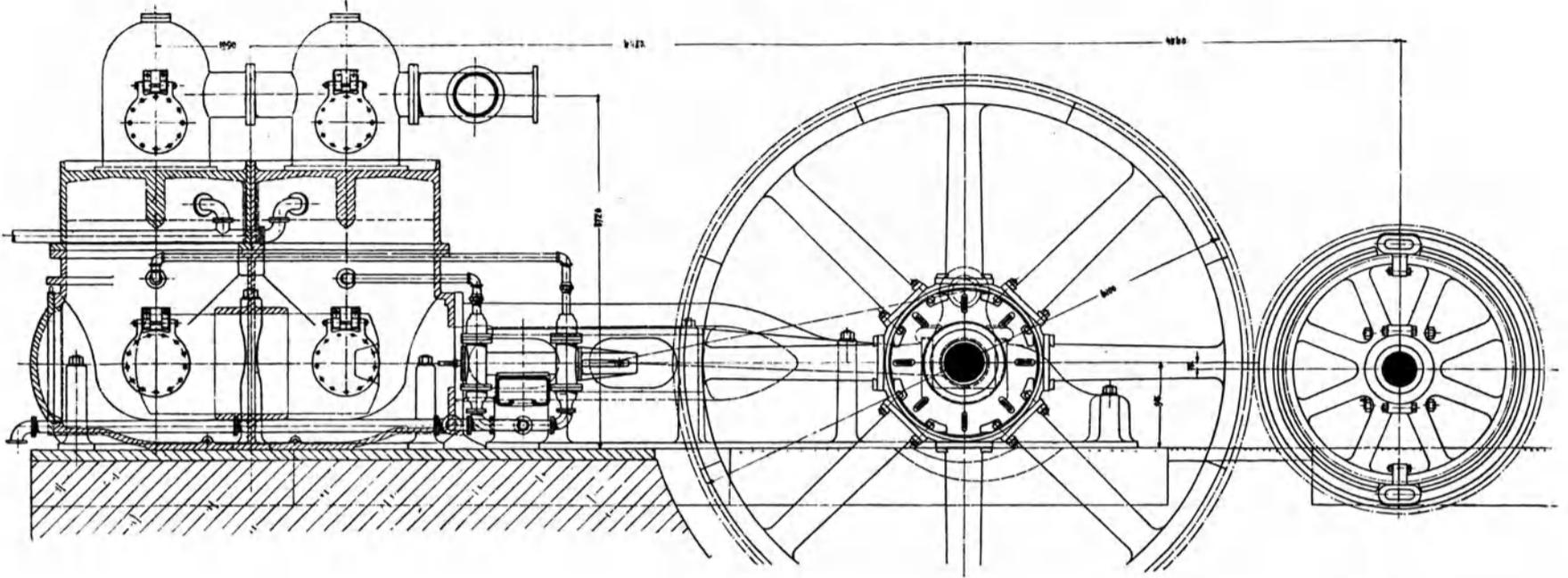
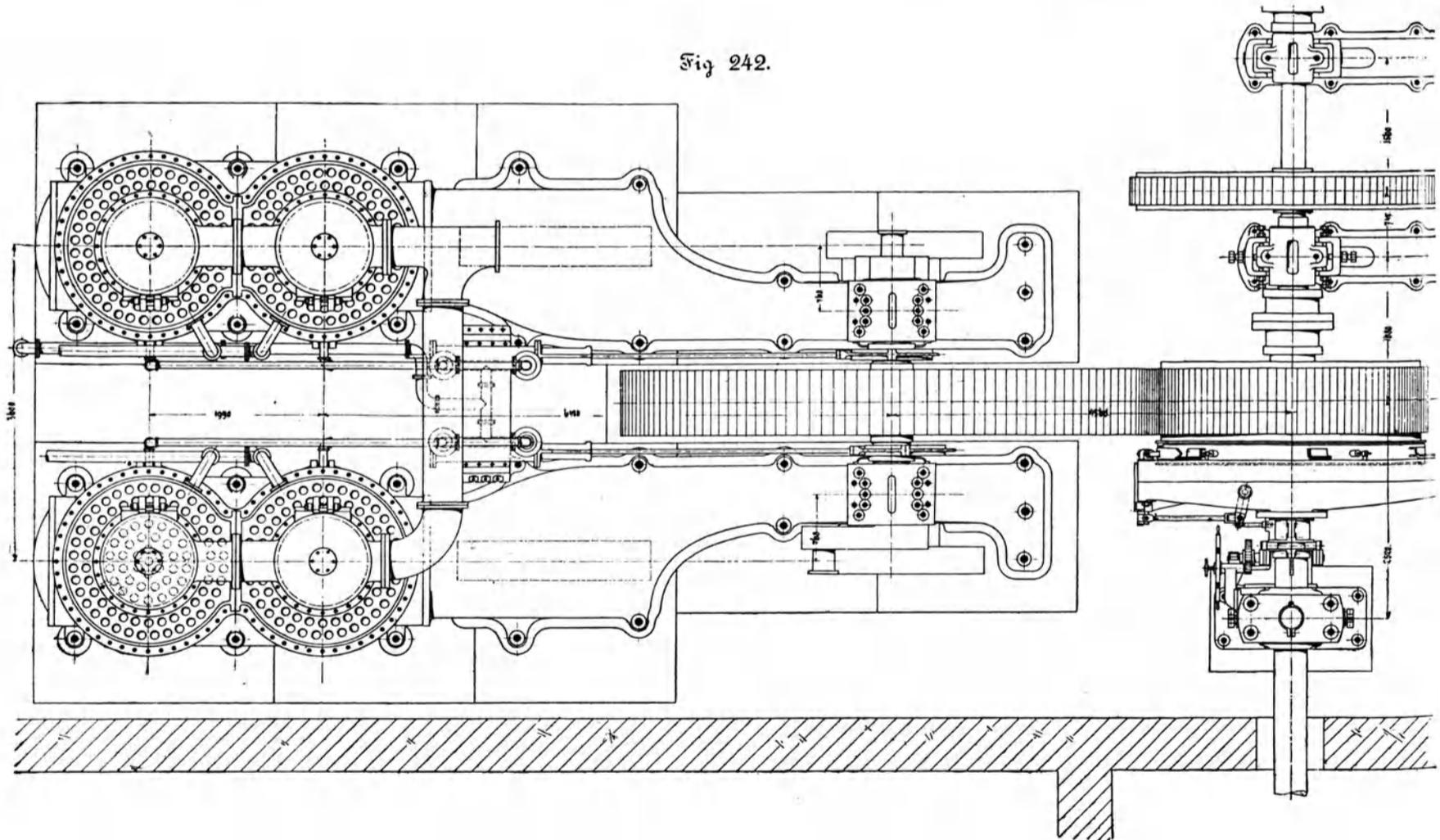


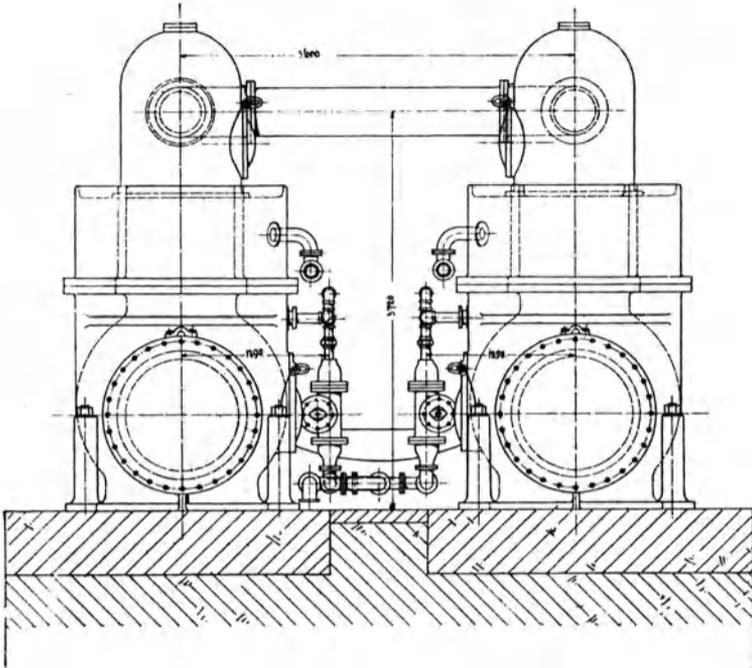
Fig. 242.



Bauart, wie die »Superior«, jedoch von kleineren Abmessungen:  $27\frac{3}{4}'' = 705$  mm Hochdruck-,  $48'' = 1219$  mm Niederdruckzylinder,  $6'2\frac{1}{2}'' = 1892$  mm Hub, 135 Pfd. =  $9,5$  kg/qcm Betriebsdampfdruck, mit Kondensation und 60 Min.-Umdr. arbeitend. Auch diese Maschine war ursprünglich dazu bestimmt, die Fördertrommeln von 4 Hecla-Schächten zu be-

dienen, jede Trommel von  $7,62$  m Dmr., ausreichend für die Aufwicklung von  $900$  m Seil von  $1\frac{1}{4}'' = 32$  mm Stärke. Diese Trommeln wurden vor 2 Jahren abgelegt und an ihrer Stelle Leavitt-Kompressoren mit Wassersäulen und innerer Kühlung, s. Fig. 240 bis 242, welche durch Räderübersetzungen von der verlängerten Kurbelwelle angetrieben werden, auf-

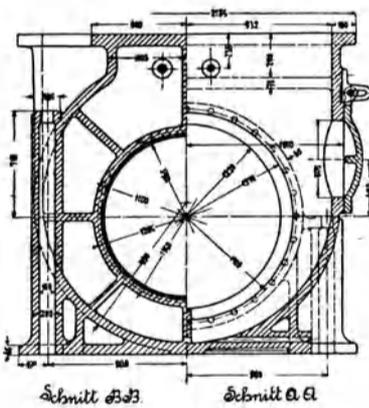
Fig. 241.



gestellt. Außerdem treibt die »Frontenac« gegenwärtig ein Paar alte Rand-Kompressoren von 28" = 711 mm Dmr. und 48" = 1219 mm Hub, 36 Min.-Umdr., mit 16 Saug- und 6 Druckventilen, Mantel-, Deckel- und Kolbenkühlung, letztere gleichfalls außer Betrieb.

Fig. 243.

Querschnitt durch den Kompressorzylinder.  
Mafsstab 1:50.



den Querschnitt durch den Kompressorzylinder, Fig. 244 und 245 Längsschnitt und Grundriss, aus welchen die Konstruktion des Pumpenkörpers, sowie die Versteifungen, Zugangsdeckel usw. ersichtlich sind.

Fig. 246 zeigt die Einzelheiten der Ventilkasten. Da die richtige Wirkung dieser Wassersäulen-Kompressoren im wesentlichen bekanntlich darauf beruht, dass der Wasserkolben mit geringer Geschwindigkeit auf- und abbewegt wird, um den schädlichen Raum möglichst auszufüllen, muss die Stirnfläche als große ebene Fläche ausgeführt werden. Die Anordnung dieser sowie der Versteifungen ist aus der Zeichnung ersichtlich.

Fig. 247 zeigt die Bauart des Kompressorplungers nebst zugehöriger innenliegender Führung, welche vermittels Wassernuten die Dichtung des Kolbens bewirkt.

Fig. 248 zeigt die Anordnung der Ventile, und zwar die Befestigung der Ventilsitze, die Konstruktion der Saug- und Druckventile. Die Dichtung erfolgt durch Leder.

Die Maschinen »La Salle« und »Perrot« sind Reservemaschinen, beides Corliss-Maschinen, erstere von 30" = 762 mm Dmr., 72" = 1829 mm Hub, letztere von 30" = 762 mm Dmr., 48" = 1219 mm Hub. Beide arbeiten mit Kondensation.

Der Dampf für diese Maschinenanlage wird durch 5 Lokomotivkessel, teils von 84" = 2134 mm, teils von 90" = 2286 mm Dmr., geliefert, ausreichend für einen Betrieb von 3000 PS.

Die 4 Leavitt-Kompressoren, Textfig. 6 bis 8, haben 42" = 1067 mm Dmr., 60" = 1524 mm Hub und arbeiten bei höchstens 30 Min.-Umdr. mit 65 bis 80 Pfd. = 4,57 bis 5,62 kg/qcm. Luftdruck.

Aus den Fig. 240 bis 242 ist ersichtlich, dass die Antriebswelle mit dem Antriebsrad auf die Kompressorkurbelwelle durch eine hydraulische Bremse gekuppelt werden kann; letztere ist von ähnlicher Bauart wie die vorhin beschriebenen für die Fördertrommeln.

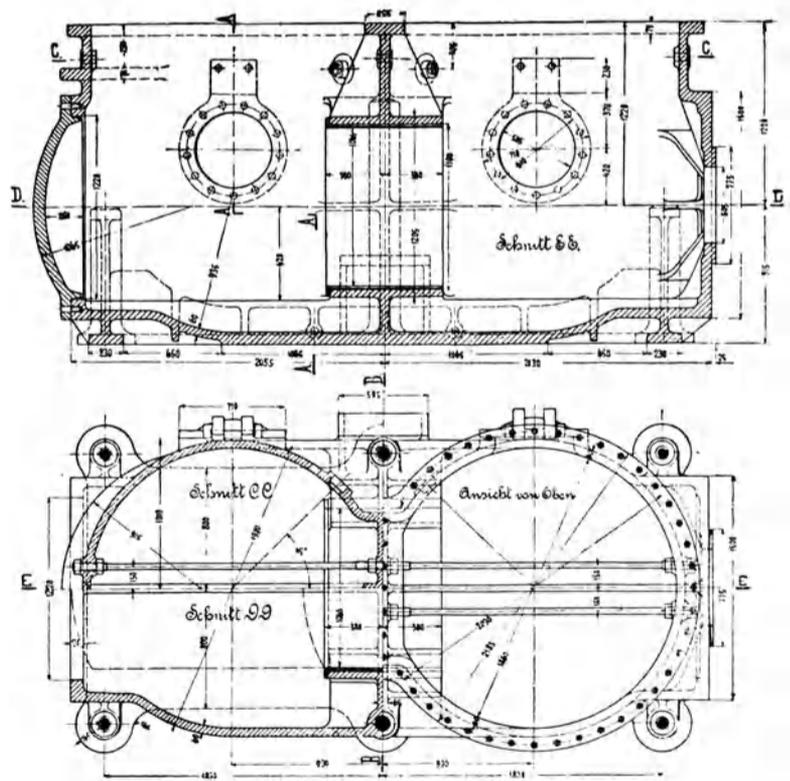
Das Druckwasser wird dem hydraulischen Bremszylinder durch die hohle Kurbelwelle zugeführt.

Durch den erwähnten Rädertrieb (kleines Rad mit Holzzähnen) wird eine kurze Kurbelwelle mit um 90° versetzten Stirnkurbeln und durch letztere je ein Doppelpunger-Kompressor angetrieben.

Aufriss, Fig. 240, und Grundriss, Fig. 242 zeigen die allgemeine Anordnung der Kompressoren. Die doppeltwirkenden Plunger sind mit innen liegender Führung versehen, ohne eigentliche Dichtung in letzterer gleitend. Das obere Ende der vertikalen Wassercylinder enthält die Saug- und Druckventile. Wirkungsweise und Anordnung sind bekannt. Die vom Normalen abweichenden Einzelheiten sind aus den Zeichnungen ersichtlich. Die Einspritzwasserpumpen werden von Exzentern angetrieben und drücken das Kühlwasser während der Druckperiode in den Kompressionsraum. Fig. 243 zeigt

Fig. 244 und 245.

Längsschnitt und Grundriss des Kompressionszylinders.  
Mafsstab 1:50.



Die Druckluft geht zum teil unmittelbar in die Grube, zum teil zur Aufspeicherung in 4 Luftbehälter von 1,37 m Dmr. und 7,9 m Länge.

Diese Kompressionsanlage ist eine für Bergbauzwecke

sehr bedeutende. Sie dient für den gleichzeitigen Betrieb von etwa 150 Bohrmaschinen und etwa 30 unterirdischen Wasserhaltungs- und Hilfsmaschinen; sie hat auch, bei guter,

Fig. 246.

Einzelheiten des Ventilkastens. Maßstab 1:40.

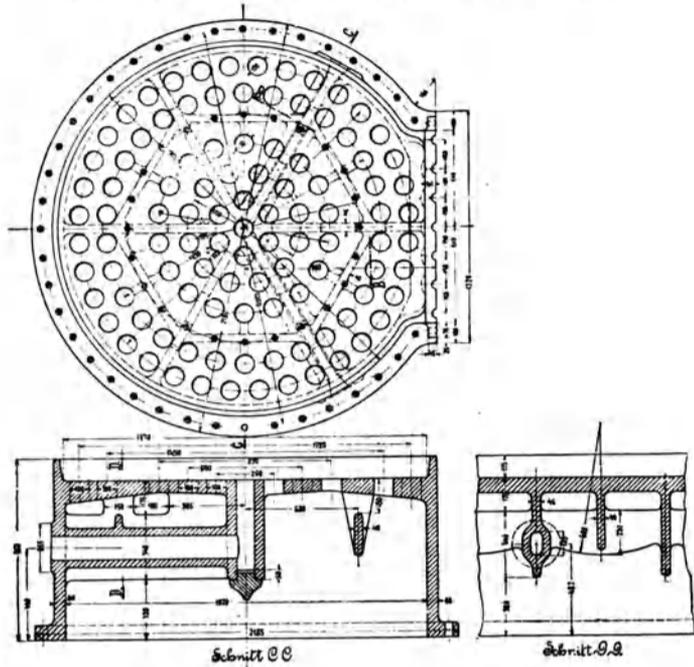
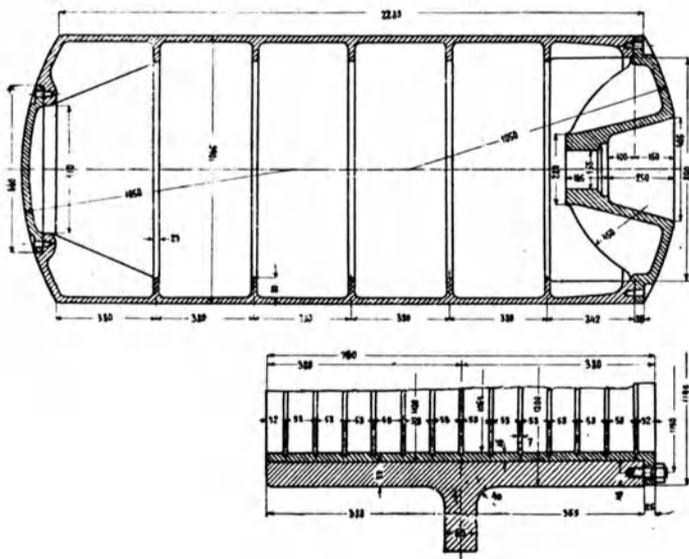


Fig. 247.

Bauart des Kompressorplungers. Maßstab 1:10.



Maßstab 1:15.

Betrieb nicht vollständig ausgenutzt ist. Die sehr beschränkten Raumverhältnisse zwingen aber zu einer Zwischenübersetzung. Es werden, wie erwähnt, 2 Fördertrommeln im »Superior«-Maschinenhaus beseitigt, da sie in ziemlich abgebauten Schächten entbehrlich sind, und an ihrer Stelle kommt auf die Kurbelwelle eine große Seilscheibe mit folgenden Abmessungen: 7,62 m Dmr., 3,83 m Breite, 60 Seilnuten für  $1\frac{3}{4}'' = 44,4$  mm starke Hanfseile, Gesamtgewicht der Trommel 60 t. Ueber Einzelheiten folgt Bericht später. Diese Seilscheibe überträgt für den jetzt auszuführenden Neubau vermittle 24 Seile auf 40 m Entfernung 1500 PS auf eine ebenso große Seilscheibe, von welcher aus die Kurbelwellen der Luftkompressionsmaschinen angetrieben werden. Dieser Seil-

sehr solider Bauart der Kompressoren und guter Wasserkühlung, trotz der sonstigen Unvollkommenheiten des Systems, sehr gute Resultate ergeben. Es wurde im laufenden Betriebe der unterirdischen Pumpen und Fördermaschinen ein Wirkungsgrad von 66 pCt erzielt, gemessen vom Dampfkolben bis zum gehobenen Wasser, also einschließlich aller Verluste.

In die unterirdischen Luftmaschinen wird im Betriebe gewöhnliches Grubenwasser eingespritzt.

Für den Betrieb der an sich unbedeutenden, aber zahlreichen, zerstreut angeordneten unterirdischen Wasserhaltungsmaschinen wurde später elektrische Uebertragung mit obertägigen Generatoren eingeführt und 5 unterirdische Wasserhaltungsmaschinen von je 80 PS durch Elektromotoren bei doppelter Räderübersetzung angetrieben. Die dreifach gekröpfte Pumpenwelle soll mit 60 Min.-Umdr. laufen.

Diese Anlage hat im Betriebe jedoch viele Schwierigkeiten verursacht, und nach vielen Abänderungen wurde ein Wirkungsgrad von nur 64 pCt erzielt, und zwar nur gemessen vom Motor bis zur Pumpe. Sowohl der elektrische Teil der Anlage, als auch die Pumpe sind mit Fehlern behaftet. Die Stromleitungen haben sogar zu Grubenbränden Anlass gegeben; und die Pumpen werden nur mit verminderter Geschwindigkeit — 35 Min.-Umdr. — betrieben.

Eine große Neuanlage für den unterirdischen Maschinenbetrieb von 2000 PS wird mit Luftübertragung ausgeführt; elektrische Projekte für diese Anlage waren zu teuer, und außerdem war die Handhabung für das vorhandene Personal zu schwierig. Insbesondere kann der Luftbetrieb vor Ort, welcher die größte Wichtigkeit besitzt, durch Elektrizität mangels entsprechender Arbeitsmaschinen, nicht ersetzt werden.

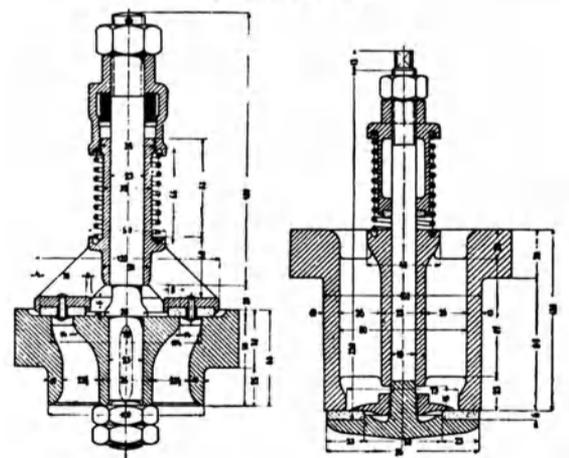
Diese neue Luftanlage wird auch von der »Superior«-Maschine angetrieben, deren Leistung durch den jetzigen

Fig. 248.

Anordnung der Ventile. Maßstab 1:10.



Maßstab 1:5.

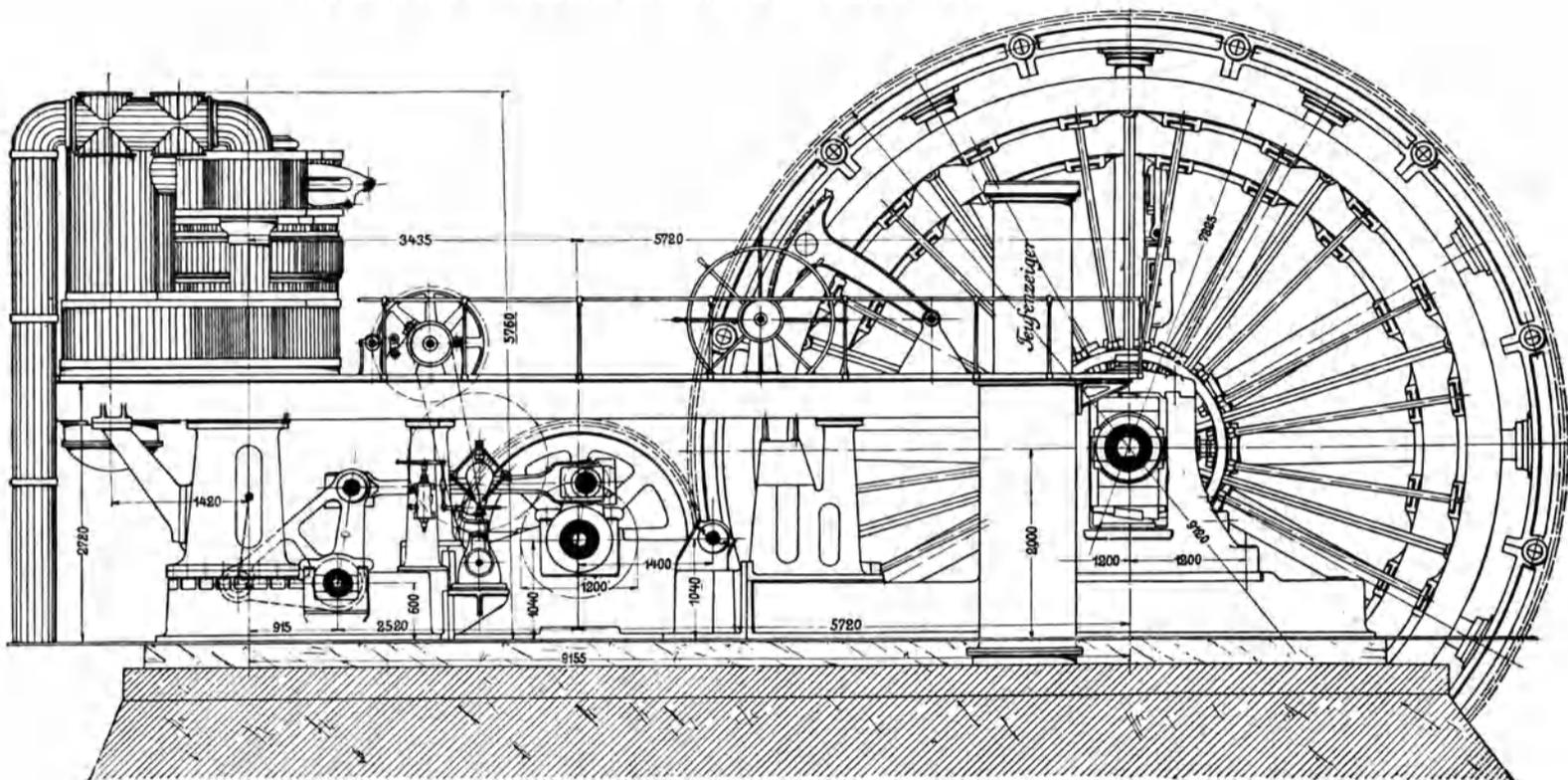


trieb ist nur der Raumverhältnisse wegen angeordnet worden. Die Antriebswelle der Kompressoren läuft gleichfalls mit 60 Min.-Umdr.; es konnte aber die Unterbringung der Kompressoren im Maschinenhaus in anderer Weise nicht ermöglicht werden.



Fig. 250.

Maschinenhaus »Hancock«. Dreifach-Verbund-Fördermaschine. Maßstab 1:80.



müssen für 2590 m Seillänge ausreichen, wobei aber das Seil über einander gewickelt wird. Die Seilnuten sind eingedreht und genau bearbeitet, wodurch bei einfacher Seilwicklung größere Seildauer erzielt wird.

Die Fördertrommel ist als geschlossener gusseiserner Kranz ausgeführt und trägt auf der einen Seite, mit der Fördertrommel aus einem Stück gegossen, die Bremse, auf der anderen Seite die Kupplung, beide mit hydraulischem Antrieb versehen.

Der hydraulische Antriebsscyylinder für die Bremse ist auf einem Arm des Kranzes befestigt. Die Fördertrommel hat keine Gusseisenarme, sondern nur schmiedeiserne Tragstangen mit Diagonalversteifungen. Nur das Zahnrad ist mit gusseisernen Armen versehen. In den Zahnkranz sind Holzzähne eingesetzt. Die Reibungskupplung und Bremse sind mit Holz gefüttert. Die Einzelheiten sind aus Fig. 251 ersichtlich.

Außer der hydraulischen Bremse ist, wie aus Fig. 250 ersichtlich, noch eine Handbremse angebracht, welche durch ein Spillenrad mit Hemmung bedient wird; beim Auslösen vermittels Fußtrittes fällt das Zahnsegment, welches die Handbremse anzieht, durch das eigene Gewicht herunter. Der Regulator wirkt nur bei Ueberschreitung der höchsten zulässigen Umdrehungszahl von 92 i. d. Min., wobei die Füllung aller 3 Cylinder verändert wird. In die Dampfleitung sind 2 Drosselventile eingeschaltet, eines von Hand aus gut einzustellen, das zweite vom Sicherheitsregulator bedient.

Neben dem Maschinenhaus »Hancock« ist auch eine neue Zentralkesselanlage für die Schächte 7 bis 12 aufgestellt, über welche ich später berichten werde.

#### No. 9 und 10. »Süd-Hecla«-Maschinenhaus.

In der Nähe der Hecla-Schächte No. 9 und 10 ist ein vorläufiges Maschinenhaus aufgestellt, welches ein paar horizontale Tandem-Corliss-Maschinen von 18" = 457 mm Hochdruck-, 32" = 813 mm Niederdruckcylinder bei 48" = 1219 mm Hub für den Betrieb von 2 Fördertrommeln enthält, die früher von der »Superior«-Maschine betrieben wurden. Ueber

diesem Maschinenhause sind 3 der horizontalen Fördermaschinen vorhanden, welche bis 1876 auf den alten Gruben in Verwendung waren.

#### Neue Maschinenanlage »Red Jacket«.

Diese neue Maschinenanlage von etwa 9000 PS ist die bedeutendste Förderanlage der Calumet und Hecla-Grube und hat den neu abgeteufte senkrechten Red Jacket-Schacht zu bedienen. Für die Aufnahme der 2 Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit« dient ein großes Maschinenhaus von 67 m Länge, 21 m Breite und 10,7 m Höhe.

Das Kesselhaus enthält 9 Lokomotivkessel mit Belpaire-Feuerbüchsen. Die Länge der Kessel beträgt 10,46 m, die Breite 3,17 m, die Höhe der Feuerkiste 2,95 m, die Länge 3 m, der innere Durchmesser des Cylinders 2,29 m. Die Kesselplatten sind aus Martinstahl von 20 mm Dicke hergestellt. Jeder Kessel enthält 201 Röhren von 76 mm Dmr., 4,88 mm Länge. Die gesamte Heizfläche ist 270 qm.

Der durch diese Fördermaschinen zu bedienende Red Jacket-Schacht hat 6 Abteilungen von je 1,91 und 2,13 m und, wenn fertig abgeteuft, 1524 m Tiefe. Für die Schacht-abteufung sind zwei vorläufige Fördermaschinen »Delaware« und »Iroquois«, Fig. 252, in Verwendung, und zwar horizontale Tandem-Corliss-Maschinen mit Cylindern von 16" = 406 mm und 32" = 813 mm Dmr. bei 48" = 1219 mm Hub. Diese haben ebenso wie die Maschinen »Minong« und »Siscowit« Reibungstrommeln nach System Whiting zu betreiben, jede Trommel von 2,1 m Dmr., für die Bedienung eines endlosen Seiles von 1 1/4" = 32 mm Dmr. Die Grundlage und Wirkung dieser Reibungstrommeln ist dieselbe wie die der alten Friktionswinden.

Zur Benutzung eines endlosen Seiles für die Schachtförderung ist auch eine Spannvorrichtung erforderlich, bestehend aus einem Laufwagen mit Schraubenspannvorrichtung, welche nach der jeweiligen Einstellung der Förderung an die Spannrolle gekuppelt werden kann. Für die Abteufmaschinen und Förderung aus wechselnder Tiefe ist die halbe Seillänge in der Spannvorrichtung unterzubringen.







Fig. 255 bis 257. Neue Maschinenanlage »Red Jacket«,  
Fördermaschine »Minong« und »Siscowit«.  
Maßstab 1:80.

Fig. 255.  
Seitenansicht.

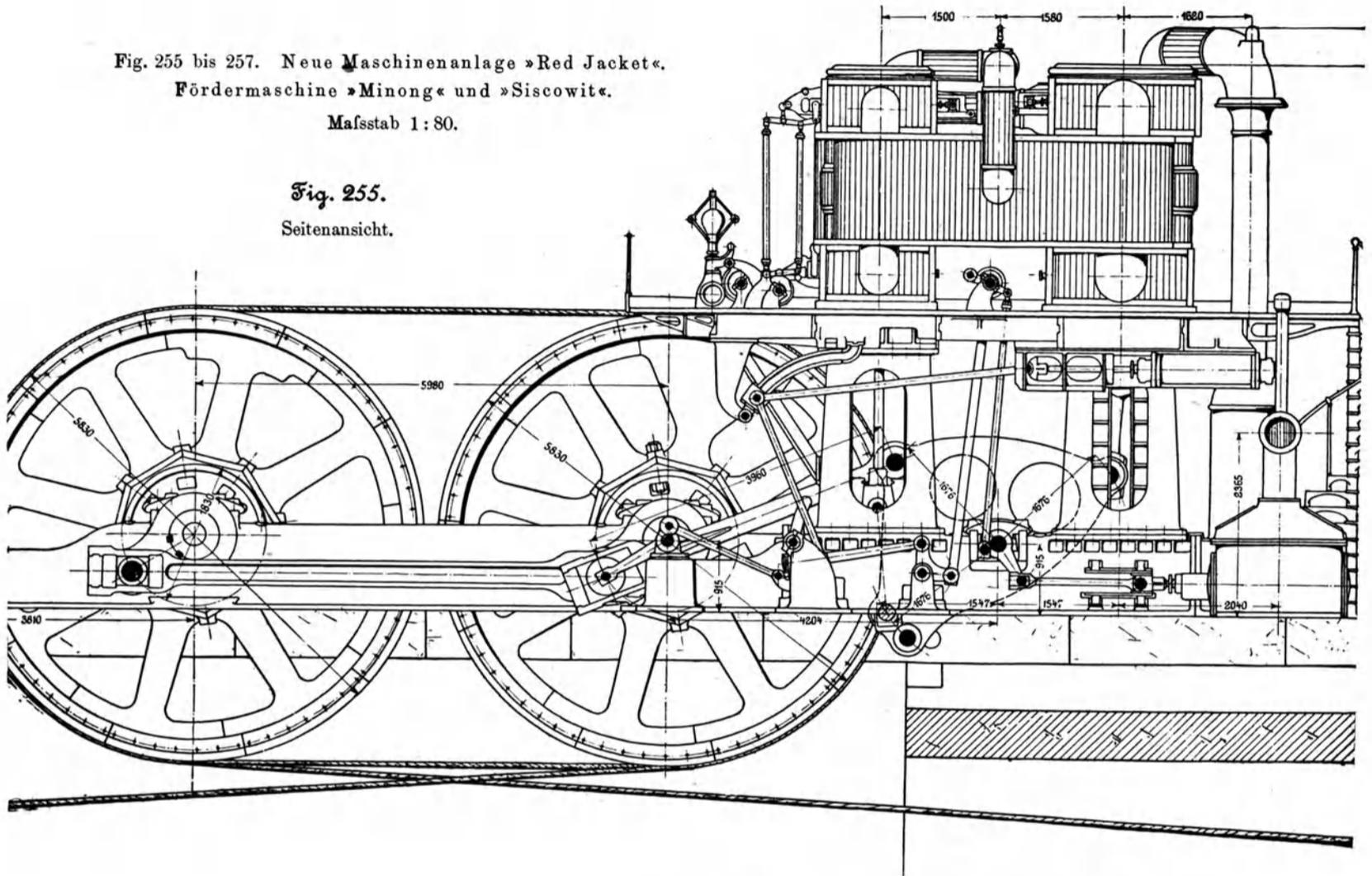
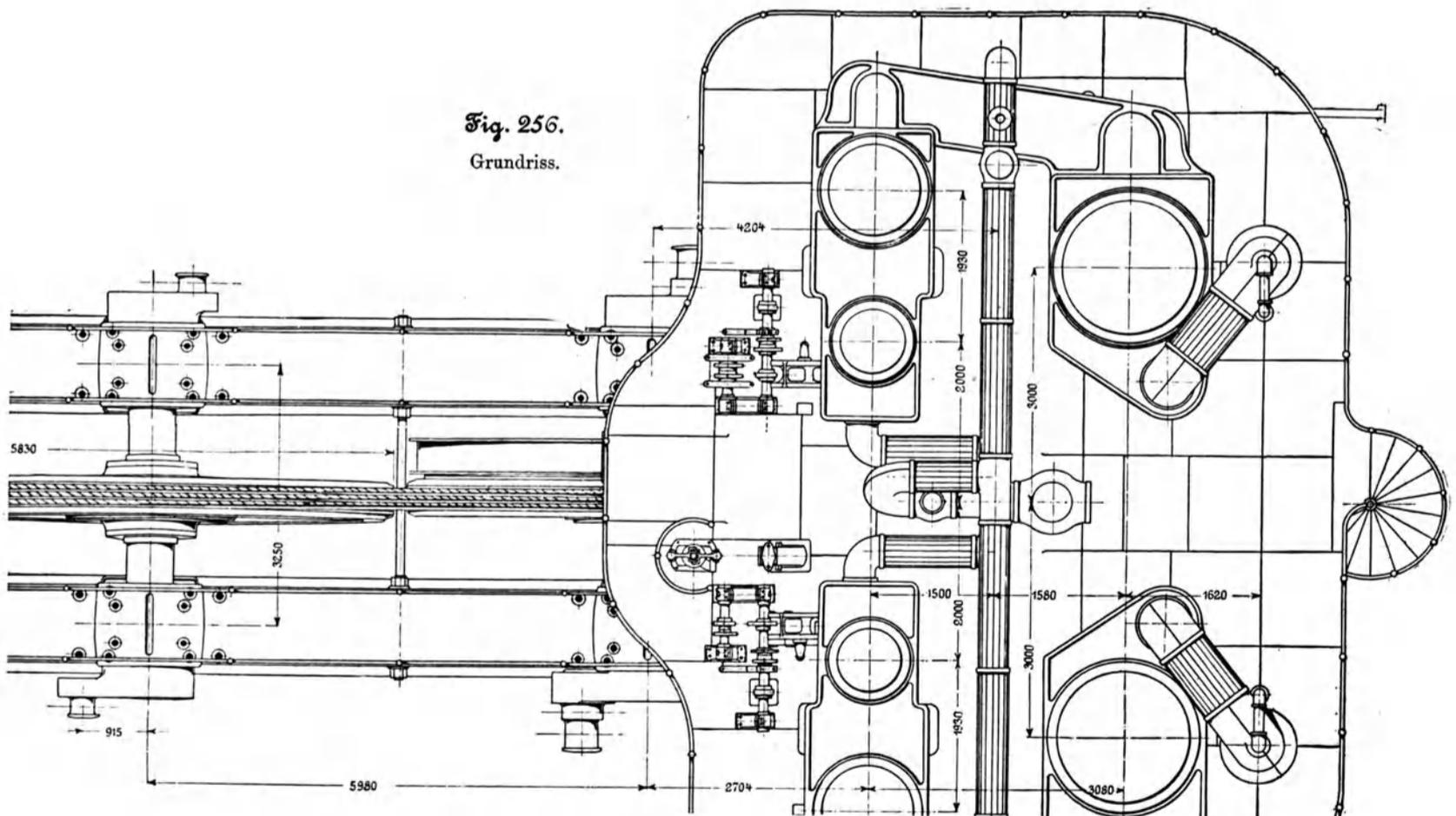


Fig. 256.  
Grundriss.





»Huron« hingegen ist eine horizontale Maschine mit Räderantrieb.

Außerdem wurde vor 2 Jahren eine neue große Pumpmaschine »Michigan« angelegt, eine stehende Dreifach-Verbundmaschine von 450 PS, 19 Min.-Umdr., Hoch- und Mitteldruckcylinder an einem Balancier, der Niederdruckcylinder am zweiten angreifend, und eine ebensolche Maschine »Winnipeg« wird als Reservemaschine noch hinzukommen. Die Maschinen haben eine Leistungsfähigkeit von je 38 Mill. Gallonen. Die Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 18" = 457 mm, Mitteldruckcylinder 27<sup>3</sup>/<sub>4</sub>" = 705 mm, Niederdruckcylinder 48" = 1219 mm, Hub 90" = 2286 mm, die größte Umdrehungszahl ist 30 i. d. Min., entsprechend einer Kolbengeschwindigkeit von 137 mm.

Die Stampfmühle enthält außer Maschinen und Kesseln 4 Sandräder von 40' = 12,2 Dmr. und von je 18 bis 30 Mill. Gallonen Leistungsfähigkeit, um Sand und Wasser hochzuheben und durch Gerinne in den See fließen zu lassen.

Die allgemeine Anordnung und die Einzelheiten dieser Sandräder sind in Fig. 253, 254 und 258 dargestellt.

Fig. 253 ist ein senkrechter Schnitt durch das Maschinenhaus und zeigt den Antrieb vermittelt dreier vorgelegter Wellen von einer gemeinsamen Betriebsmaschine aus oder von dem Nachbargebäude aus vermittels Drahtseiltriebes.

Fig. 254 zeigt den Grundriss des Maschinenhauses mit einem Sandrade von 12,2 m Dmr. und dem neuen von 15,2 m Dmr. nebst Anordnung des Triebwerkes.

Fig. 258 zeigt die Einzelheiten des Sandrades von 15,2 m und die Anordnung des Wasserzulaufes und Ausgusses.

Die tägliche Lieferung der Sandräder von 15,2 m Dmr. beträgt 30 Millionen Gallonen Wasser und 3000 t Sand bei 3 m Geschwindigkeit in der Mittelrinne der Zellen. Letztere sind mit Holz verkleidet, um die Eisenteile gegen den Einfluss des scharfen Sandes zu sichern. Die zerstörende Wirkung dieses Sandes war die Veranlassung zum Bau dieser ungeheuren Räder gewesen. Alle anderen Einrichtungen, wie Schnecken, Pumpen usw., sind in zu kurzer Zeit zerstört worden. Transportbänder u. dergl. sind bei den großen Entfernungen zu unbequem. Die mechanische Ableitung des Sandes aus den Aufbereitungen ist aber unbedingt notwendig, da ungeheure Massen zu bewegen sind. Eine Vorstellung dieser Massenbewegung mag die Thatsache geben, dass gegenwärtig durch die Sandräder täglich eine Fläche von 4000 qm 0,4 m hoch mit Sand bedeckt wird und jetzt schon ein großer Teil des Linden-Sees zugeschüttet ist. Diese große Schüttfläche ist wieder die Veranlassung, dass die Räder mit so großem Durchmesser und die neuen mit immer größerem Durchmesser gebaut werden müssen. Das Gewicht eines Rades von 15,2 m Dmr. mit Wassergehalt ist 180 000 kg.

Zum Betrieb dieser Sandräder und der Waschmaschinen dient die Betriebsmaschine »Wabeck« (Dampfzylinder von 18" = 457 mm und 36' = 914 mm bei 60" = 1524 mm Hub, 700 PS). Diese Maschine war früher auf der Hecla-Grube in Verwendung und hatte eine Fördertrommel und Luftkompressionsmaschine zu betreiben.

Außerdem sind 2 Reservemaschinen vorhanden. Auch sie waren ehemals Fördermaschinen (Cylinder 24" = 610 mm, Hub 48" = 1219 mm).

#### Pumpwerke »Michigan« und »Winnipeg«.

Der eigenartige Aufbau dieser Maschinen ergibt sich aus Fig. 259 bis 261. Oertliche Verhältnisse bestimmen die Höhenlage der Pumpen. Diese sind Differentialpumpen mit innenliegendem großem Plunger, der in eine Führung ohne Dichtung eingepasst ist. Die Höhe der Pumpe ist durch den Gegenplunger mit Stopfbüchse bestimmt. Infolgedessen wird solcher Aufbau der Maschine notwendig, dass durch den Maschinenständer der ganze Pumpenbrunnen über-

spannt wird, und erst auf diesem Träger baut sich die normale Leavittsche Dampfmaschine auf, mit Balancier zwischen den beiden Dampfzylindern und senkrechten Ständern zur Unterstützung der Dampfzylinder und zur Aufnahme der Führungen. Die Schubstange ist wagrecht nach seitwärts geführt und treibt dort die Kurbelwelle und das Schwungrad.

Beide Pumpwerke: »Michigan« und »Winnipeg«, sind neben einander aufgestellt, wie Seitenansicht und Grundriss zeigen; die Maschinen sind jedoch unter einander nicht kuppelbar.

Die Anordnung der Dampfzylinder, der Antrieb der Steuerung, die Luftpumpen usw. sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

Für die Wasserversorgung des Ortes Calumet ist am Ufer des Oberen Sees eine Pumpstation angebracht, in der eine Worthington-Maschine aufgestellt ist. Die Druckleitung hat 305 mm Dmr. und 7200 m Länge, bei einer geodätischen Förderhöhe von 213 m.

Außerdem sind 3 größere Pumpmaschinen am Calumet-Teich für die Versorgung der nördlichen Maschinenanlagen »Superior« und »Hecla« vorhanden, davon 2 Worthington-Verbundmaschinen mit zusammen 14 Millionen Gallonen täglicher Leistungsfähigkeit und 1 Balanciermaschine mit oben liegendem Cylinder, unten liegendem Schwinghebel, seitlich angreifender Schubstange mit Schwungrad; tägliche Leistung 5 Millionen Gallonen.

Von dieser Pumpstation wird das Wasser durch eine Druckleitung unter Druckausgleichung durch Standrohr nach den Calumet und Hecla-Schächten geliefert und von hier aus nach den verschiedenen Maschinen- und Kesselhäusern für Dampferzeugung und Kondensation verteilt. Für sonstige Verwendungen ist die Wasserleitung, welche das Wasser aus dem Calumet-Teich entnimmt, ungeeignet.

#### Fördermaschinen.

Fig. 262 bis 264 zeigen in Aufriss, Grundriss und Rückansicht die allgemeine Anordnung und die Einzelheiten der Abteuf-Fördermaschinen Delaware und Iroquois mit Friktionsseilscheiben.

Die Antriebmaschine ist eine Tandem-Verbund-Corliss-Maschine. Hochdruck- und Niederdruckzylinder sind durch einen gusseisernen Versteifungsrahmen verbunden. Der Aufbau dieser Maschine ist typisch für die in letzter Zeit fabrikmäßig gebauten Corliss-Maschinen. Es liegt das Bestreben vor, ein einheitliches Cylindermodell zu verwenden und jeden Zusammenbau der Cylinder durch einfache Zwischenstücke zu ermöglichen; diese sind mit dem Niederdruckzylinder verflanscht, fassen den Hochdruckzylinder jedoch nur an den beiden Seitenflächen an und sollen dadurch Ausdehnung der Cylinder zulassen.

Außerordentlich schwerfällig gestalten sich die Rohrverbindungen zwischen den Cylindern. Nicht nur, dass die Einstromungsleitungen oberhalb der Cylinder in einer sehr weitläufigen und hässlichen Weise sich entwickeln und auch das Ueberströmungsrohr schräg nach aufwärts geführt werden muss; es sind außerdem auch die Auspuffleitungen unterhalb jedes Auslasschiebers als flache viereckige Kanäle ausgeführt, die auf großem Umwege mit vielen Richtungsänderungen die einzelnen Dampfüberströmungen schaffen. Eine so verwickelte und zweckwidrige Anordnung ist nur durch den Umstand zu erklären, dass diese Rohrleitungen in der Regel nicht im Lieferpreis der Maschine inbegriffen sind, daher die Dampfmaschine zu gunsten eines billigen Verkaufspreises ohne die sonst üblichen angegossenen Kanäle geliefert wird.

Die Corliss-Steuerung selbst bietet nichts Besonderes; es ist die in den letzten 5 Jahren allgemein bekannt gewordene neuere Corliss-Steuerung mit den großen kreuzförmig gebogenen Steuerhebeln. Die Verbindung der Corliss-Steuerung mit der Stephenson'schen Kulissensteuerung, die Anordnung

Fig. 259 bis 261.

Pumpwerke »Michigan« und »Winnipeg«.

Mafsstab 1:75.

Fig. 259.

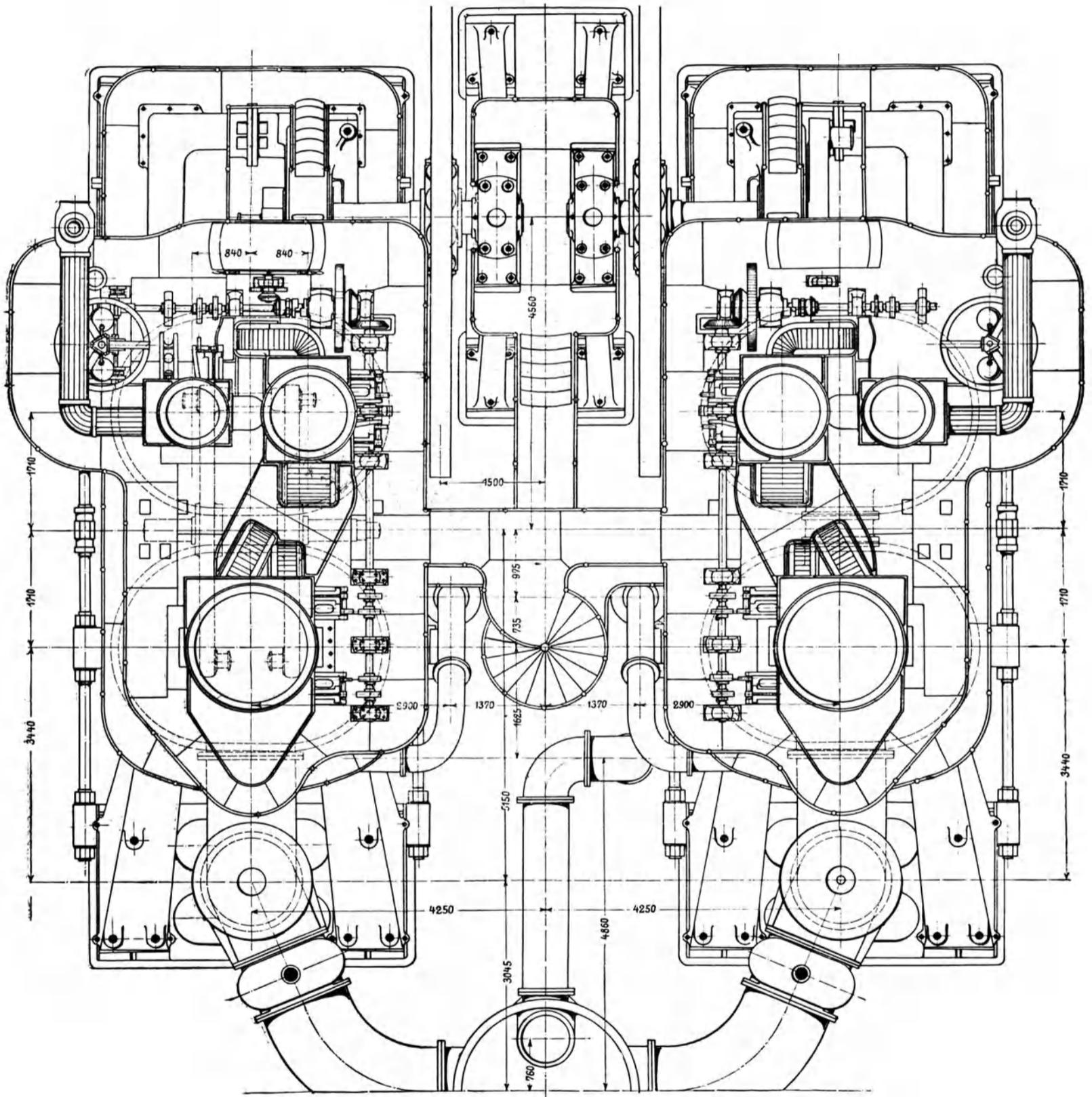
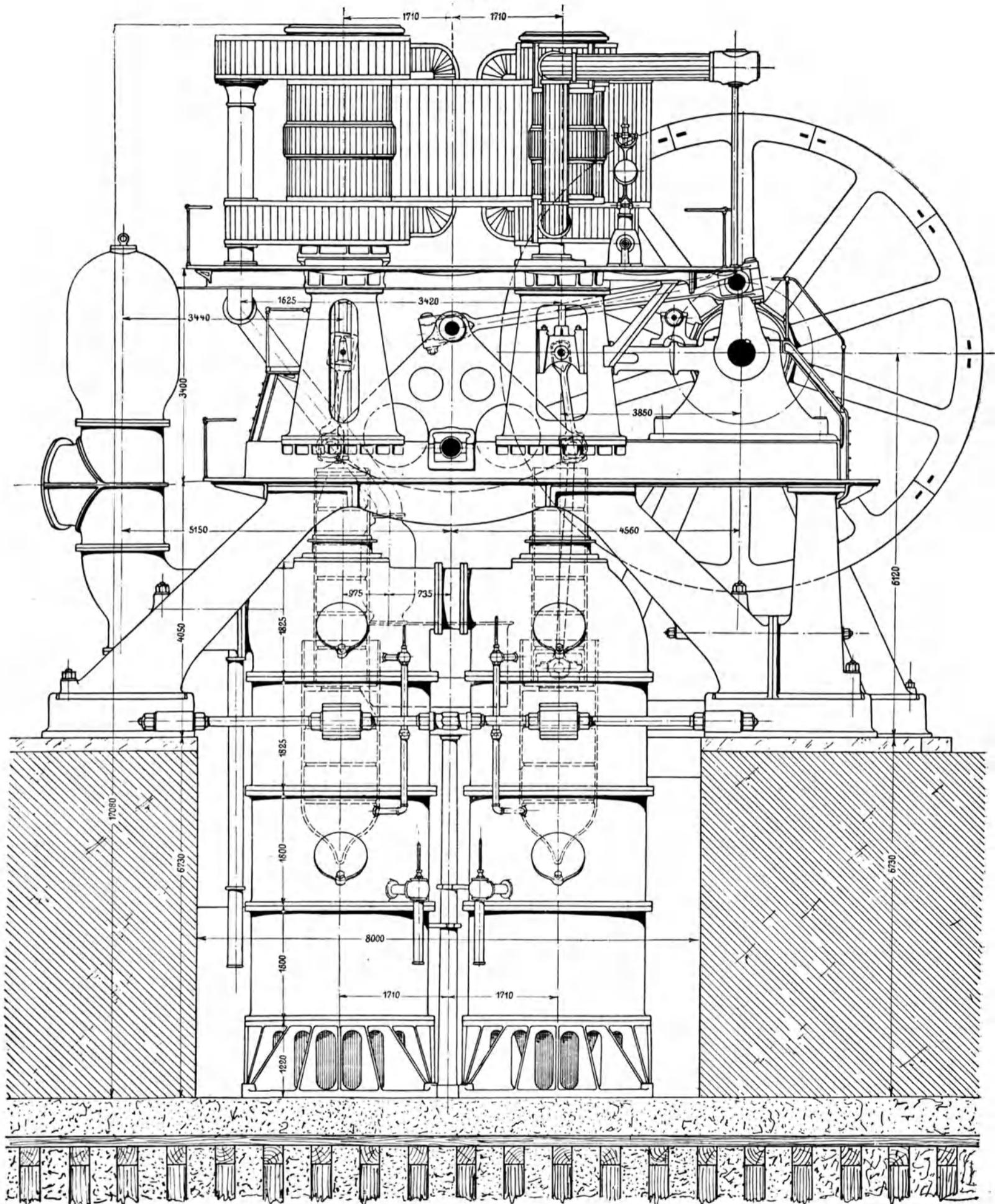


Fig. 260.



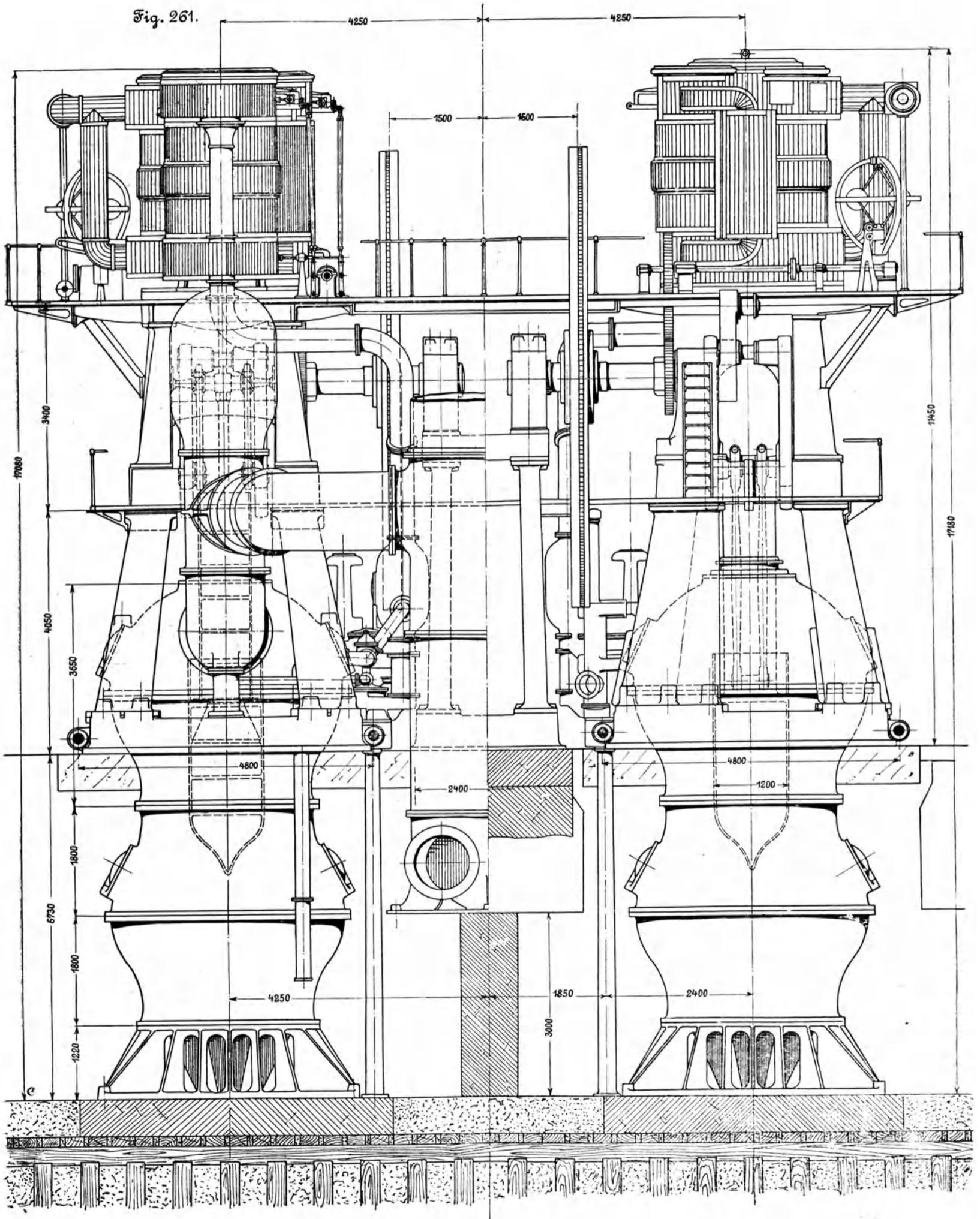


Fig. 262.

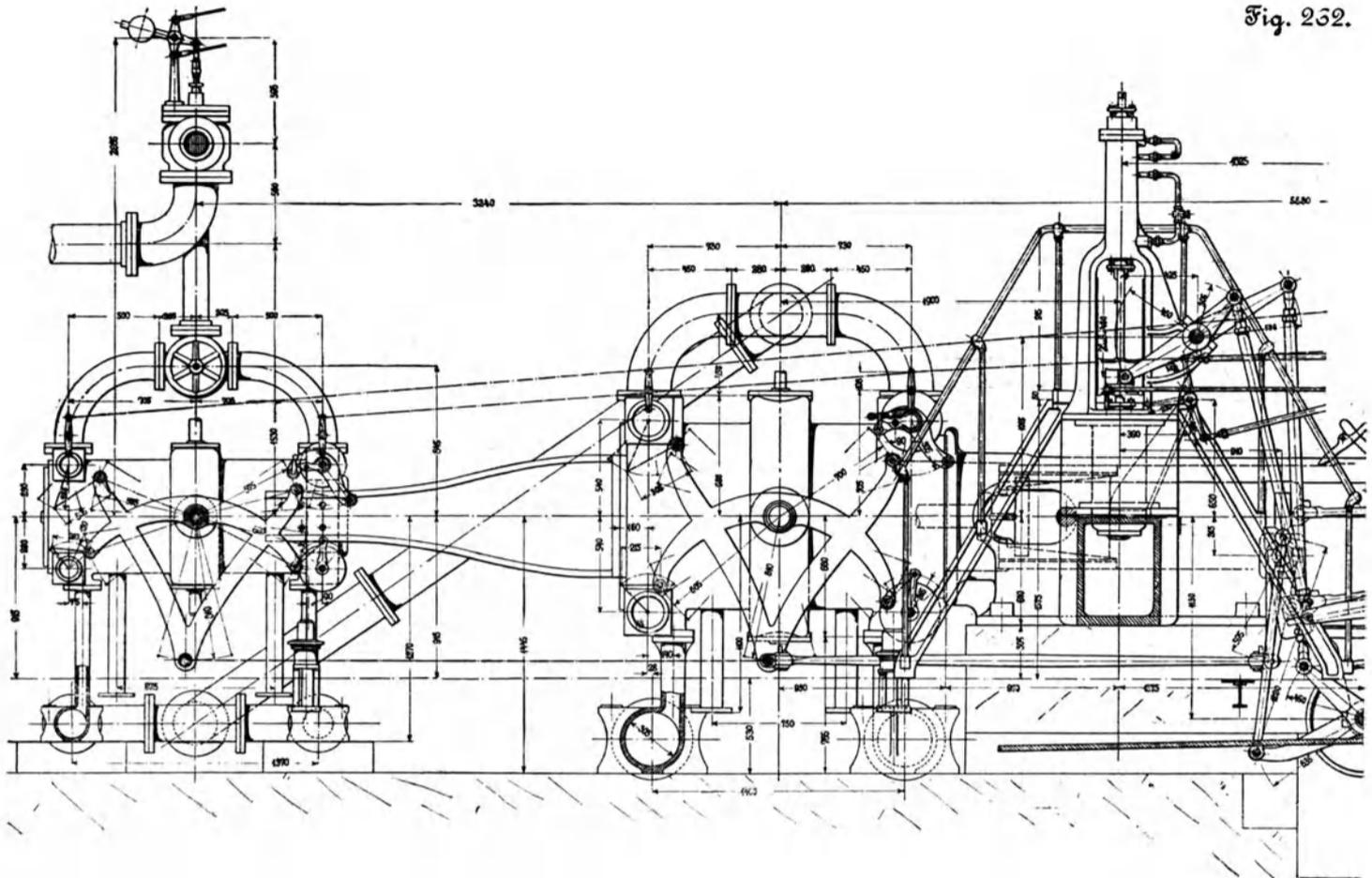
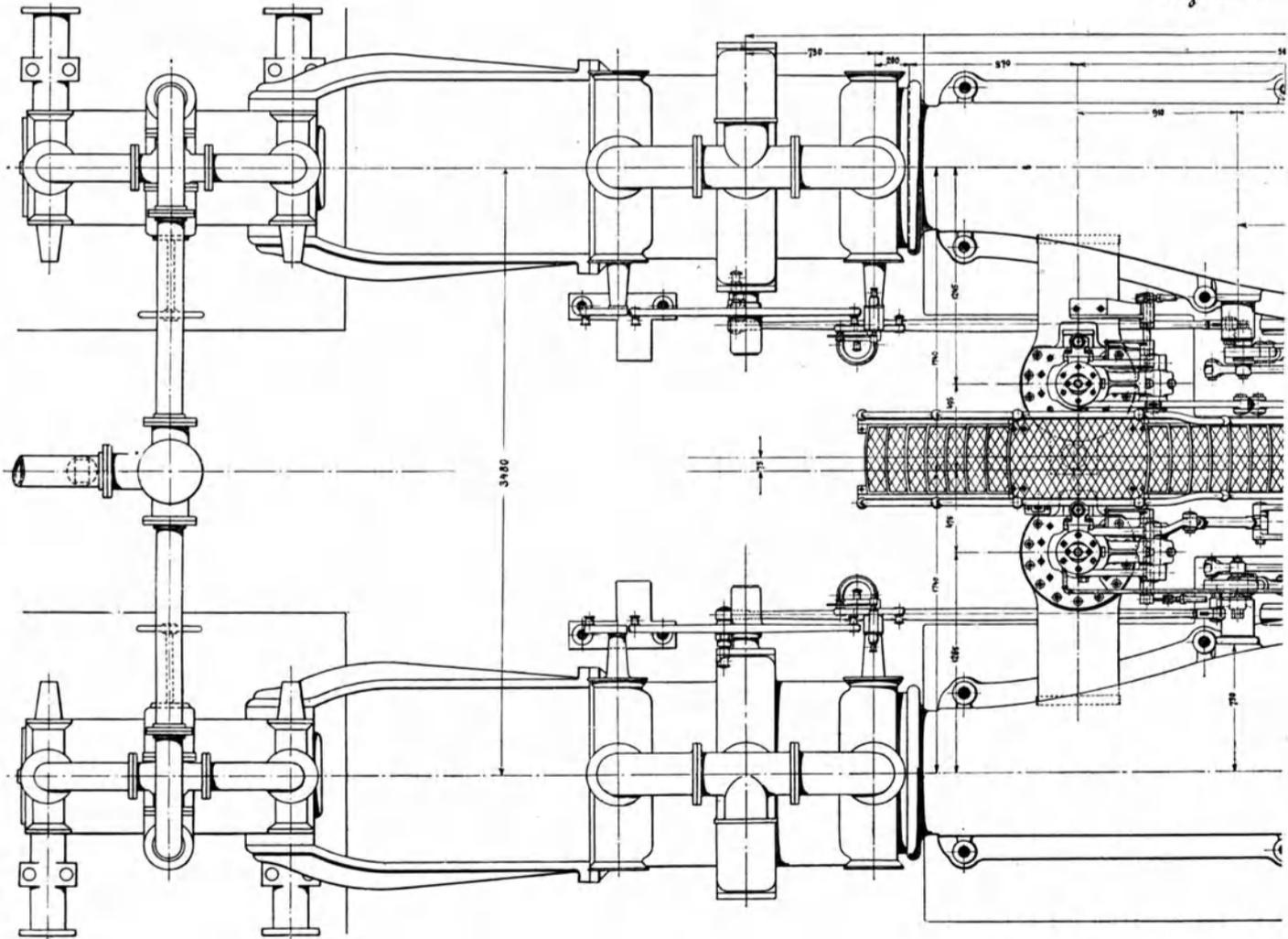


Fig. 263.





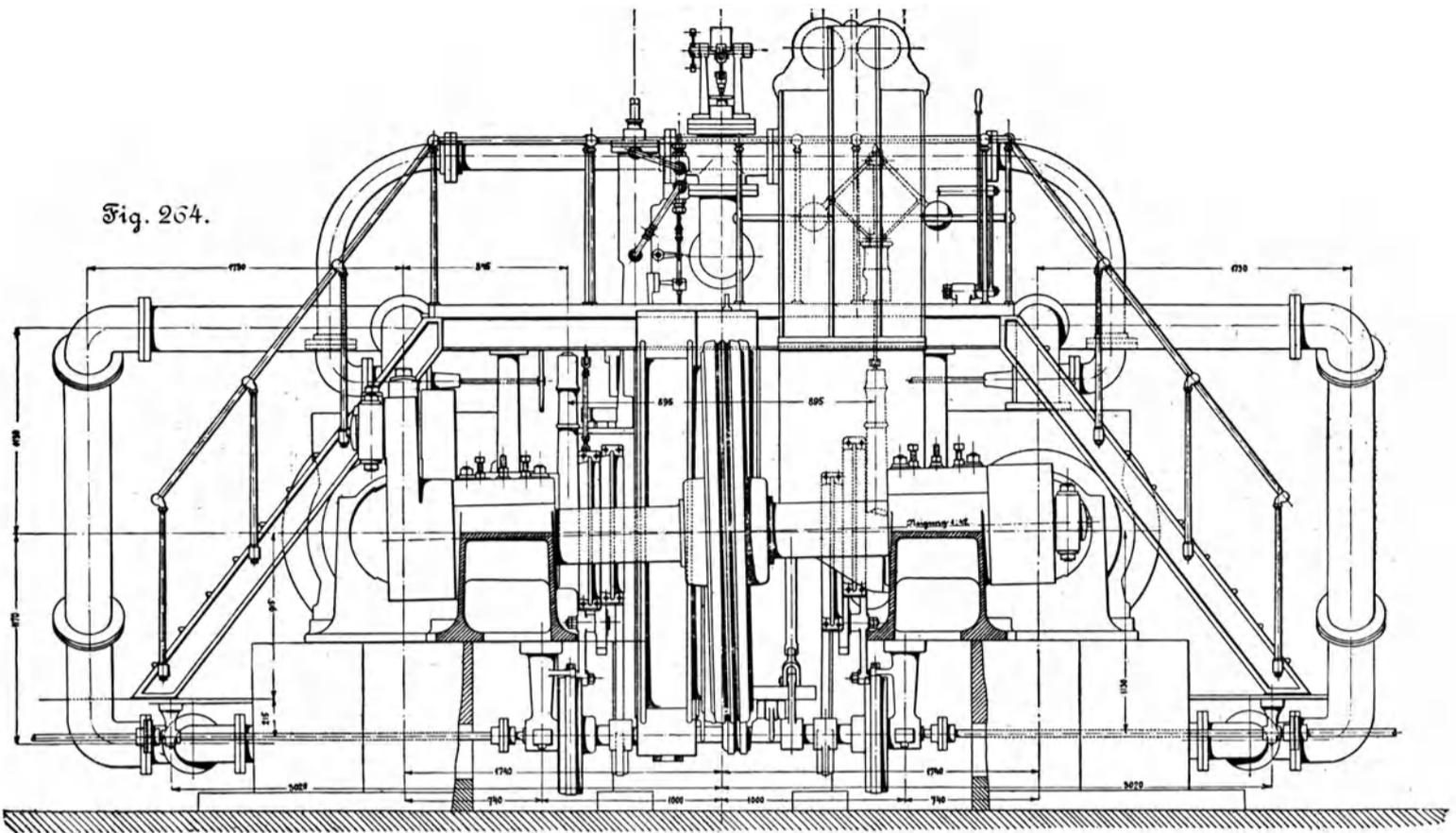


Fig. 265 bis 267. Kesselhaus der Calumet und Hecla-Grube. Maßstab 1:250.

Fig. 265.

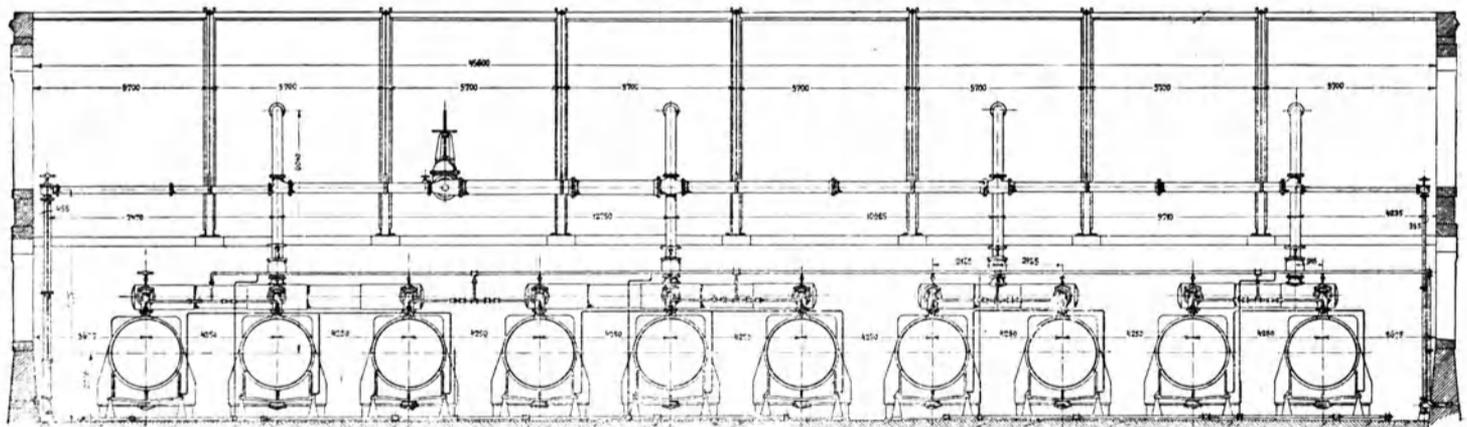
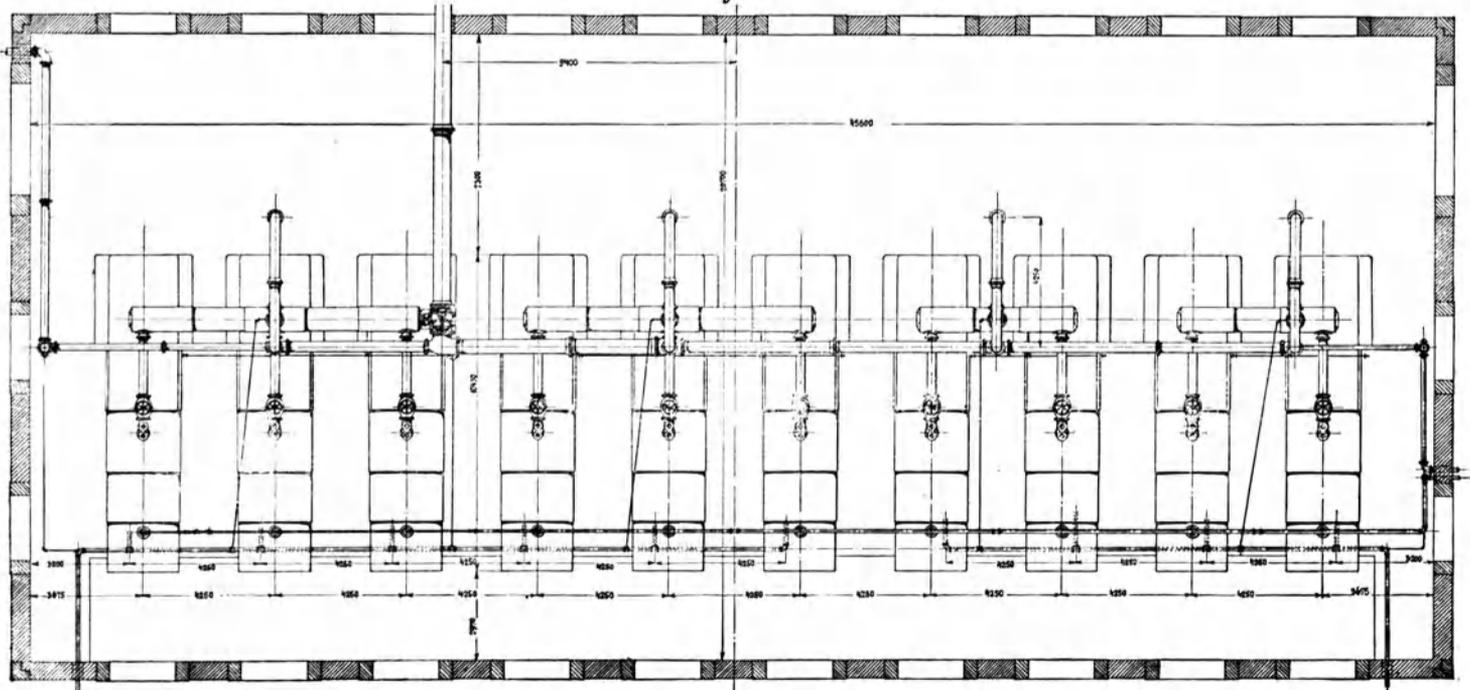


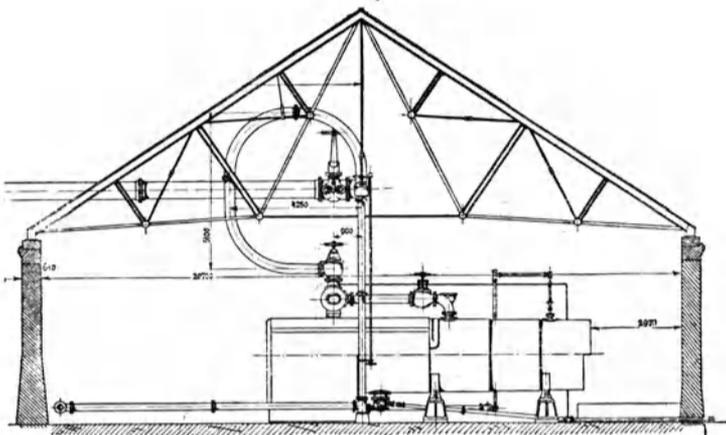
Fig. 267.



der letzteren nebst Stellzeug, hydraulischer Umsteuerung, selbstthätigem Regulator für die Ausklinkung im Zusammenhang mit der Steuerbühne ist aus den Figuren ersichtlich, ebenso die Anordnung der Reibungstrommeln. Die äußere Reibungstrommel ist im Verhältnis 1:42 geneigt aufgestellt, um das richtige Auflaufen der Seile in die Nuten zu sichern.

Fig. 265 und 266 zeigen im Querschnitt und Längsschnitt, Fig. 267 im Grundriss die normale Anordnung der neueren Kesselhäuser für den Betrieb der großen Maschinenanlagen der Calumet und Hecla-Grube. Die Kessel, als Lokomotivkessel mit innerer Feuerung ausgeführt, sind in Gruppen aufgestellt und zu je 2 bis 3 durch gemeinsame Dampfsammler

Fig. 266.



verbunden. Von diesen wird der Dampf dem hochliegenden Hauptdampfrohr durch weit ausgebogene Kupferrohre zugeführt, um die Ausdehnungsfähigkeit zu sichern. Die Anordnung ist aus den Zeichnungen ersichtlich.

#### Pumpwerke.

In den Fig. 268 bis 272 sind die Bauart und allgemeine Anordnung der älteren Pumpwerke für die Wasserversorgung der Calumet und Hecla-Grube dargestellt. Fig. 268 zeigt die Anordnung der Pumpmaschine No. III am Calumet-Teich für die Wasserversorgung des Maschinenhauses Superior. Die Verbundmaschine ist stehend aufgebaut und treibt durch die zwischengeschaltete doppelarmige Schwinge, an welche eine von der Schwungradwelle seitlich abgelenkte Schubstange angreift, 2 einfachwirkende Plungerpumpen. Die Steuerung der Dampfmaschine erfolgt durch die bekannten Leavittschen Gitterschieber. Die Aufnehmer sind quer zwischen den beiden Dampfzylinder eingebaut und mit eingesetzten Heizröhren versehen. Die Pumpenzylinder sind starr mit dem Maschinenrahmen verbunden und der untere Teil auf einer besonderen Lagerplatte mittels Stellschrauben einstellbar.

Fig. 269 bis 272 zeigen die Anordnung des Pumpwerkes »Ontario« für die ursprüngliche Wasserversorgung der Pochwerke am Lindensee. Die Bauart ist ähnlich der vorerwähnten Pumpe, jedoch ist der Hochdruckzylinder geneigt aufgestellt, und das Schwungrad näher an die Maschinenmitte gebracht. Auch hier sind 2 einfachwirkende Pumpen, die eine direkt vom Niederdruckzylinder, die zweite von der Schwinge aus angetrieben.

Die Anordnung der Steuerung und sonstige Einzelheiten sind aus den Zeichnungen ersichtlich.

Fig. 273 zeigt die Heusinger-Steuerung der Fördermaschinen »Minong« und »Siscowit« der Calumet und

Fig. 268.

Pumpwerk No. III am Calumet-Teich. Maßstab 1:80.

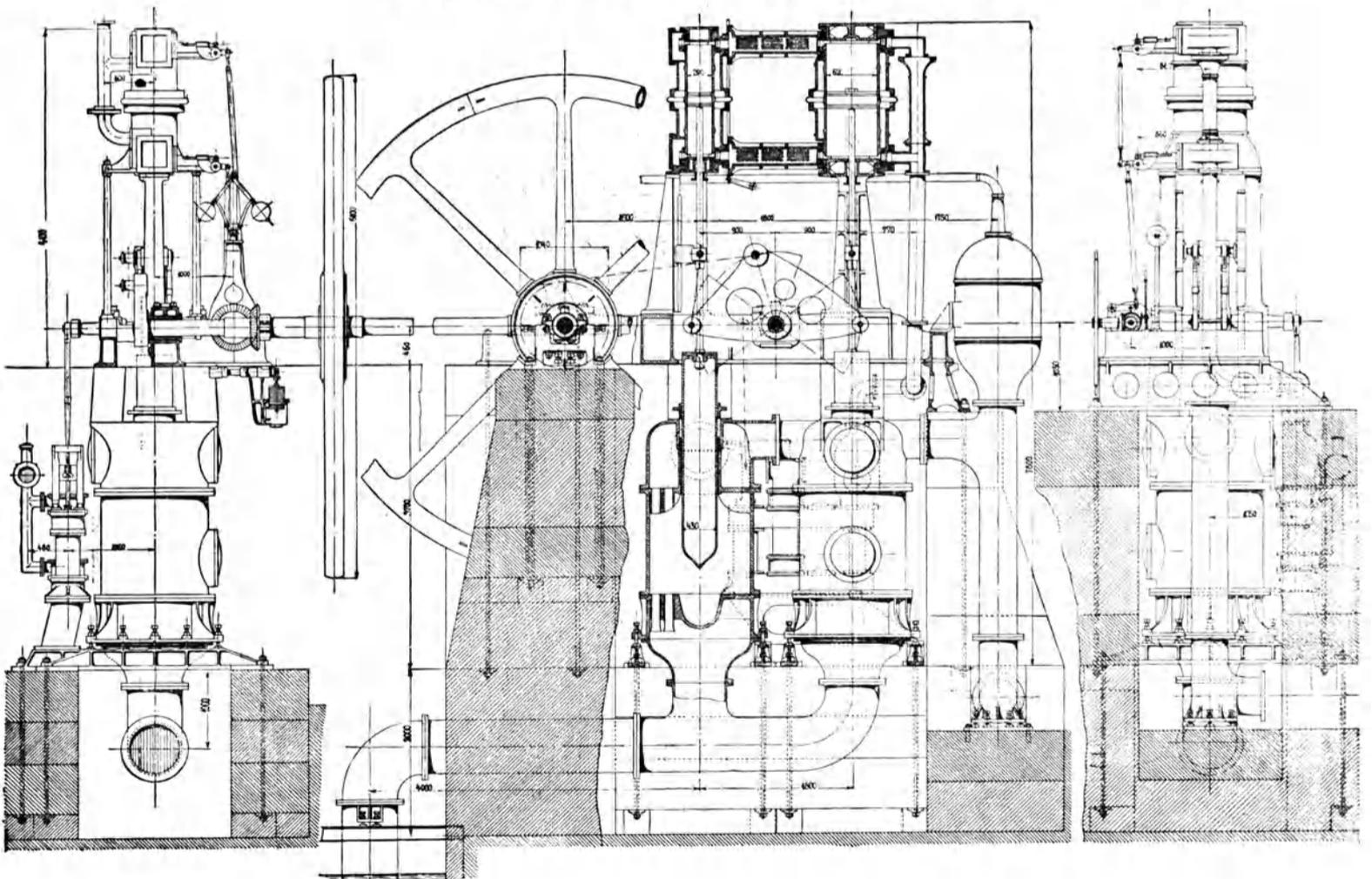


Fig. 269.

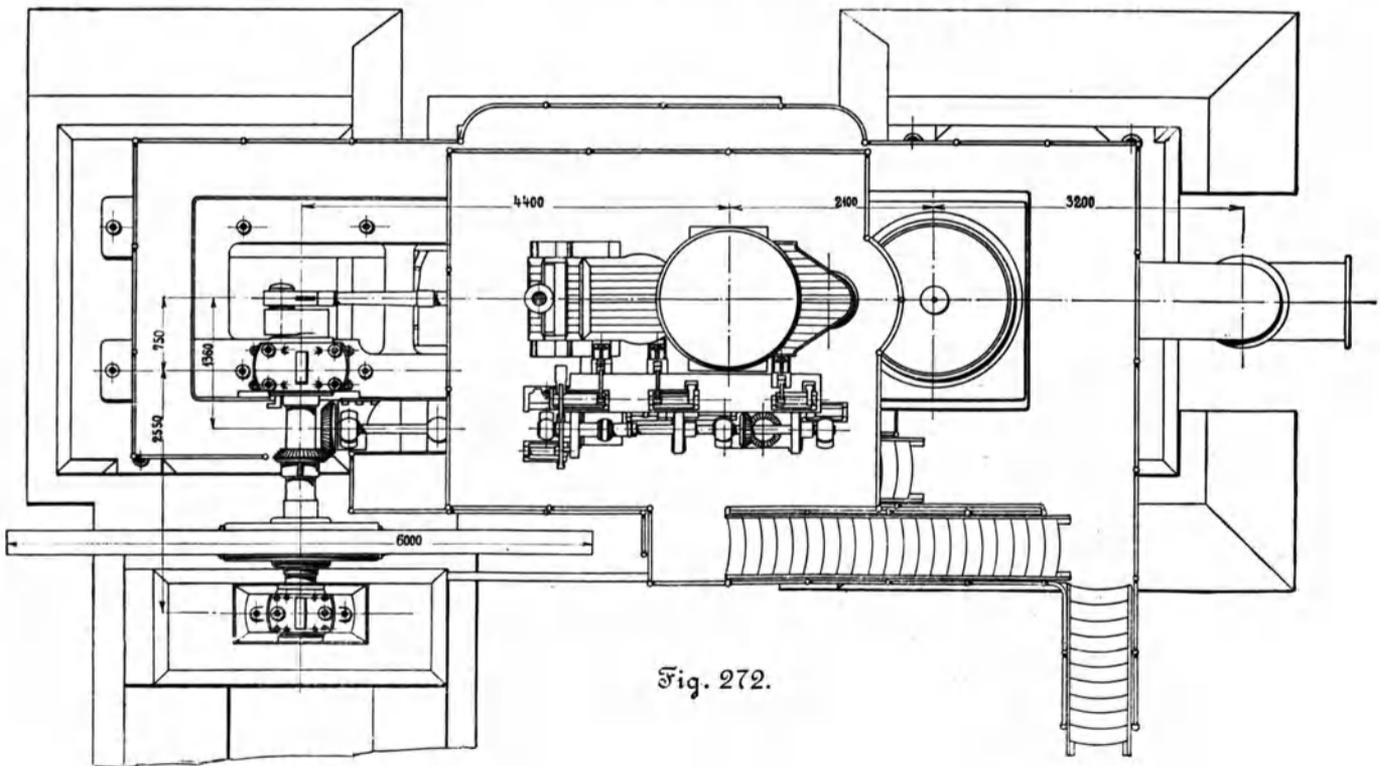
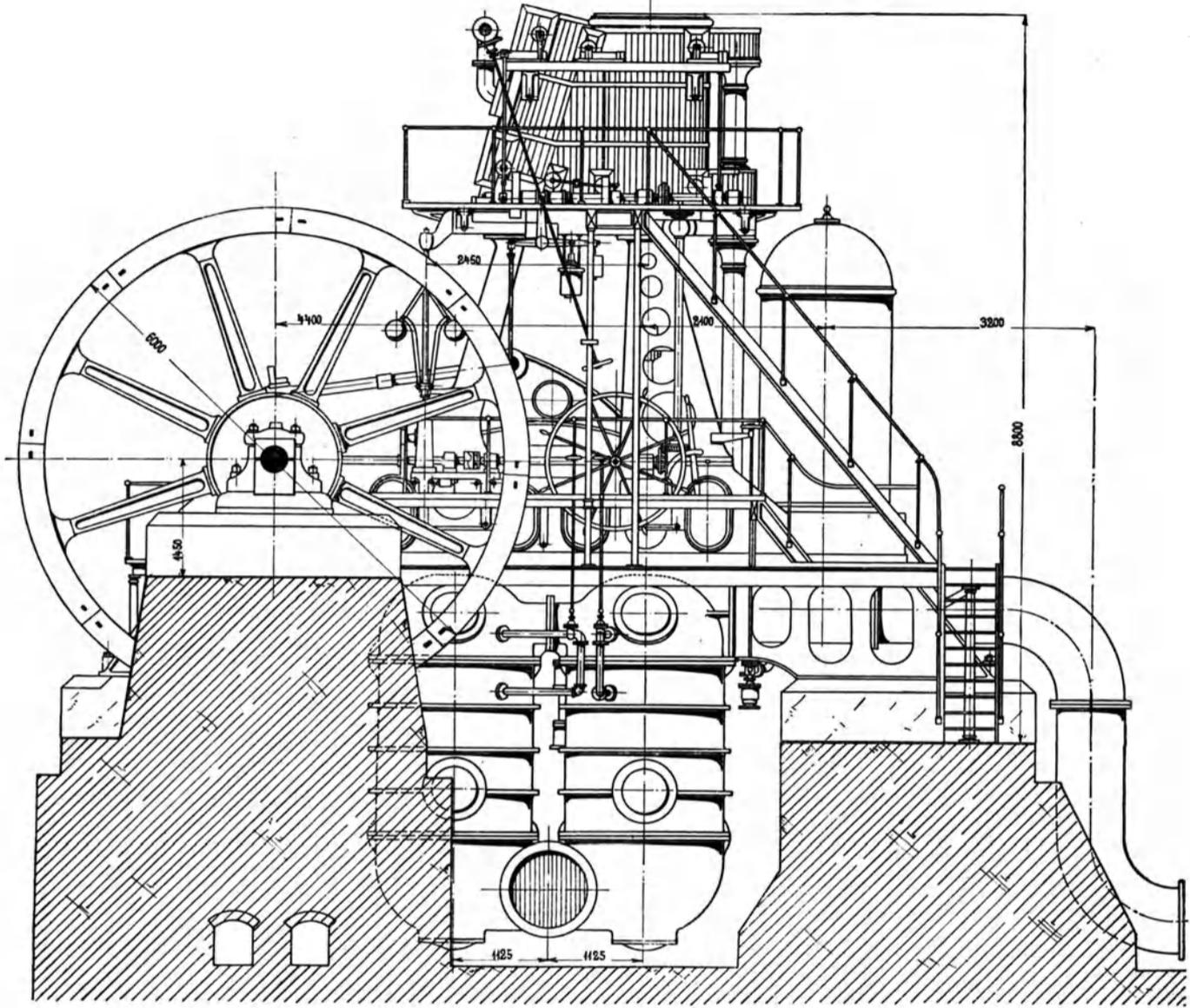


Fig. 272.









werden sie zwangsläufig durch ein gemeinsames hin- und hergehendes Gestänge geschlossen; das Gestänge wird unmittelbar von den hin- und hergehenden Kolbenstangen der Antriebsmaschine angetrieben. Diese Anordnung wurde zuerst für kleine Kompressoren ausgeführt, welche bei den Schacht-

abteufungen der Niagara-Kraftanlage verwandt wurden; sie haben aber dort ihrem Zweck schlecht entsprochen und selbst bei mäßiger Geschwindigkeit von 40 Umdrehungen sehr lärmenden Gang ergeben; die Lieferanten selbst haben den Kompressor als Versuchsobjekt bezeichnet.

Fig. 282.

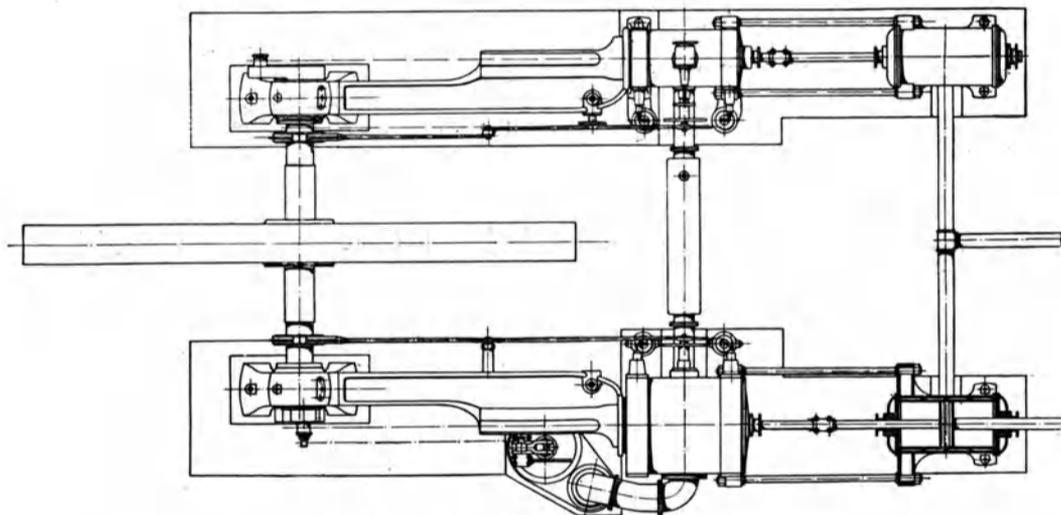
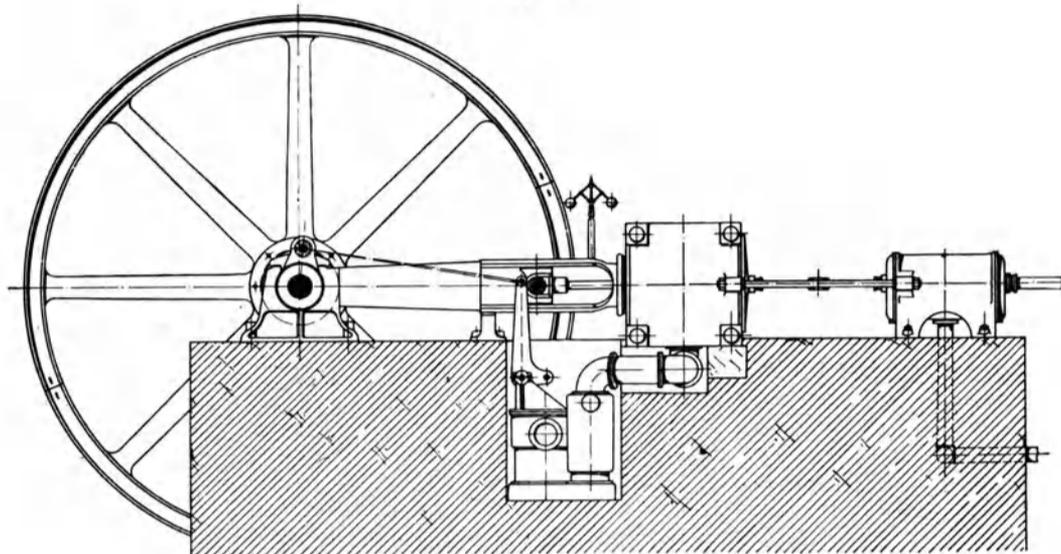
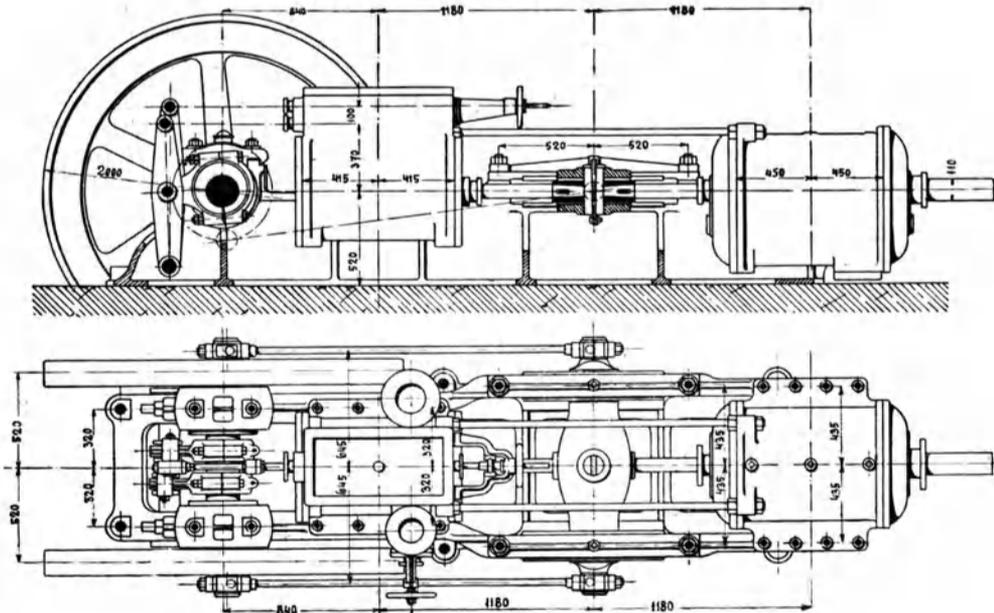


Fig. 283. Maßstab 1:40.



Die Anordnung und die Einzelheiten dieser auch in der Maschinenhalle in Chicago ausgestellten neuen Rand-Kompressoren zeigen die Fig. 279 bis 281, und zwar Fig. 279 die Seiten- und die Rückansicht eines unmittelbar durch eine Corliss-Maschine angetriebenen Verbundkompressors. Die Anordnung der Ueberströmung zwischen Hoch- und Niederdruckzylinder ist aus der Rückansicht ersichtlich.

Nur der Niederdruckzylinder besitzt gesteuerte Ventile; die Steuerung erfolgt durch 4 Steuerstangen, zu 2 auf jeder Zylinderseite angebracht. Angetrieben wird von der Kolbenstange aus zwischen Dampf- und Kompressorzylinder mit Zwischenhebelübersetzung und Uebertragung durch Zahnsegment auf ein Getriebe, von welchem aus die 4 Steuerstangen hin- und herbewegt werden. Fig. 280 zeigt ähnliche Anordnung nebst Einzelheiten für einen anderen Kompressor, wobei jedoch auf jeder Zylinderseite nur eine Steuerstange vorhanden ist, welche durch eine Traverse die Kompressorventile steuert. Durch die innere Steuerung wird die Federbelastung von den Ventilen abgehoben, wenn sie sich öffnen, und freigegeben, wenn sie sich schließen sollen.

Die Bauart ist daher nichts als eine unvollkommene, nachträglich angebrachte ziemlich schwerfällige Steuerung unter Benutzung der ursprünglichen Kompressormodelle mit zahlreichen Ventilen, welche aber im Zusammenhang mit der Steuerung keine Berechtigung haben.

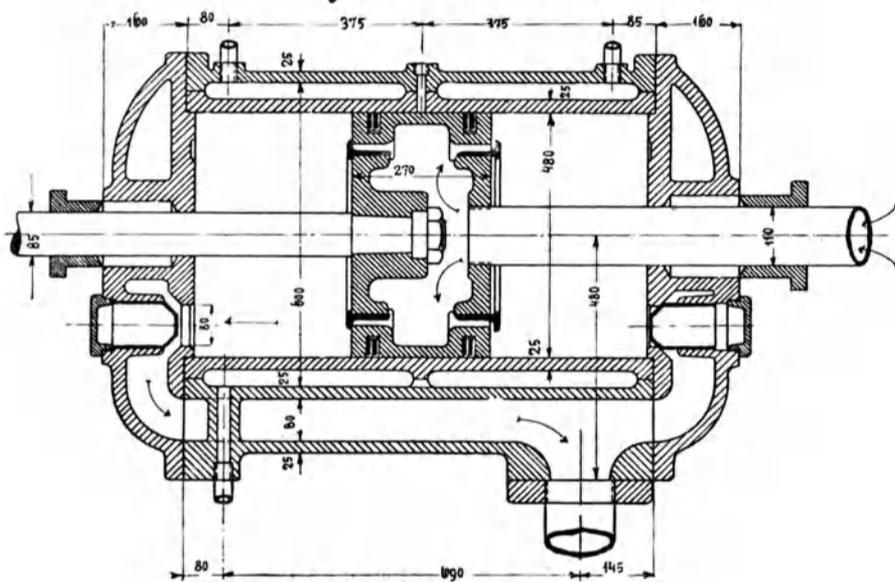
In Fig. 281 sind die Einzelheiten des Kompressorzylinders dargestellt.

Eine andere Bauart in Amerika oft benutzter Kompressoren zeigen die von Ingersoll. Die Anordnung der in Chicago ausgestellten Kompressoren ist in Fig. 282 bis 284 dargestellt. Fig. 282 zeigt die allgemeine Anordnung des großen ausgestellten Kompressors, mit Antrieb durch Corliss-Verbunddampfmaschine, und unmittelbar gekuppeltem Zwillingkompressor. Fig. 283 ist Seitenansicht und Grundriss eines in der Bergbauabteilung ausgestellten kleinen Kompressors mit einzylindriger Antriebsmaschine und Kurbeltrieb mit Traverse und Umführungstangen.

Die Bauart der Ingersoll-Kompressoren war früher ähnlich der der Rand-Kompressoren, mit allen Ventilen im Cylinderdeckel. Mit Rücksicht auf Patent- und sonstige Verhältnisse ist die Konstruktion seither geändert, so wie in Fig. 284 dargestellt. Die Druckventile liegen in den Cylinderdeckeln an deren unteren Enden so wie in der ursprünglichen Konstruktion, die Saugventile hingegen sind, wahrscheinlich der Patente wegen, innerhalb des Kolbens angebracht, sodass die Zuströmung der Saugluft durch die Kolbenstange und den Kolben hindurch stattfindet, Fig. 284. Das rückwärtige Ende der Kolbenstange ist hohl, aber selbstverständlich für das Ansaugen bei raschem Gange unzureichend. Die Bauart ist eben neu und hat neuen Namen.

Die Ingersoll Co. baut auch Hochdruckkompressoren, insbesondere für Gaskompression, und baut diese für zwei-stufige Kompression, jedoch jeden Cylinder einfachwirkend. Der Hochdruckcylinder ist hierbei freischwebend auf dem Niederdruckcylinder aufgebaut. Die sonstige Anordnung ist dieselbe, wie in Fig. 283 dargestellt.

Fig. 284. Maßstab 1:15.



Die Norwalk Co. in Süd-Norwalk, Conn., baut seit 3 Jahren Verbundkompressoren mit gesteuerten Rundschiebern. Fig. 285 und 286 zeigen in den beiden Seitenansichten die Norwalk-Kompressoren der Chicagoer Ausstellung.

Die einzylindrige Dampfmaschine treibt die Verbundkompressoren unter Einschaltung eines Kurbeltriebes mit Traversen und Umführungstangen. Die Geradführung liegt zwischen den beiden Kompressionscylindern. Die Ueberströmung liegt über den Kompressionscylindern und enthält ein System von Kühlröhren. Die Ventile des Hochdruckkompressors sind ungesteuert, die des Niederdruckcylinders erhalten die in Fig. 285 und 286 angedeutete Steuerung, und zwar zwangsläufige Bewegung für den Saugschieber und Kurvenübersetzung für den Druckschieber. Der Antrieb erfolgt durch eine Gegenkurbel. Die Druckschieber, gleichfalls als Rundschieber ausgebildet, erhalten eine Zwischenübersetzung durch Kurven, sodass rasche Eröffnung bei Beginn der Druckperiode und rascher Schluss beim Hubwechsel erfolgen. Die Steuerung ist aber für veränderlichen Druck nicht regulierbar, nur eine eingeschaltete schwache Spiralfeder in der Verbindungstange giebt eine Art selbstthätiger Ausgleichung; infolge dessen strömt entweder Luft aus dem Druckraum zurück oder es entsteht überschüssiger Ueberdruck; beides verursacht an den Ausstellungsmaschinen, schon bei geringer Umlaufgeschwindigkeit etwa 40 Min.-Umdr., großen Lärm. Die Anordnung der Steuerung ist sehr kompliziert, die Wirkung der Kühlung jedoch und überhaupt die Anordnung der Verbundcylinder vollständig entsprechend.

Die Norwalk-Kompressoren haben alle Stufen der Entwicklung durchgemacht, so wie Mode und Anschauungen wechselten. Zuerst ein gewöhnlicher doppelwirkender Kompressor mit Ventilen in den Deckeln und den üblichen Wasserkühlvorrichtungen; dann wurde ein Corliss-Saug-schieber hinzugefügt und innen angetrieben; dann wurde der Corliss-Schieber durch eine Kurbel angetrieben, dann ein Corliss-Druckschieber hinzugefügt mit ganz zwangsläufigem Antrieb, ähnlich dem nachfolgend beschriebenen Reynolds-Kompressor, obschon die veränderliche Luftpressung veränderliche Eröff-

Fig. 285.

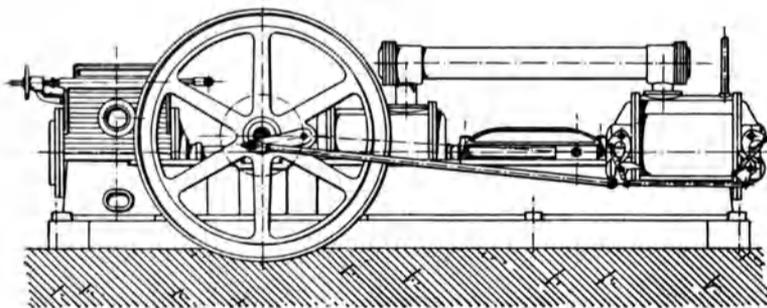
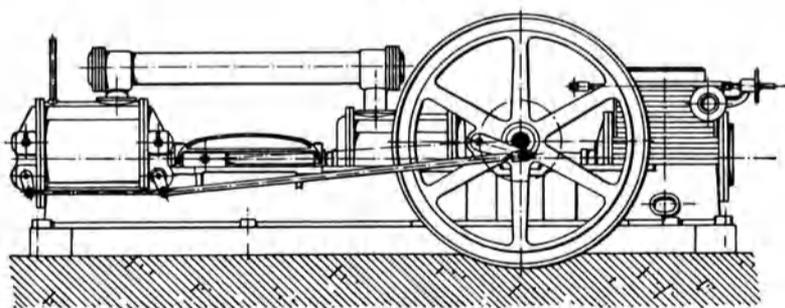


Fig. 286.



nung dieses Schiebers erfordert; dann wurde selbstthätige Regulirung hinzugefügt, und in der neuesten Zeit ist die in Fig. 285 und 286 dargestellte Anordnung hinzugekommen.

Die Allis Co. in Milwaukee hat mehrere Kompressoren des Systems Reynolds gebaut, wovon einige in den Kupfergruben des nördlichen Reviers, am Oberen See, in Verwendung stehen. Bei diesen werden für Luftverteilung ebenfalls Rundschieber verwendet, deren Antrieb zwangsläufig genau wie bei Corliss-Maschinen erfolgt, jedoch mit umgekehrter Wirkung; die Saugschieber werden ganz zwangsläufig von der Schwingscheibe bewegt, die Druckschieber mit Ausklinkung,

und letztere wird durch den Luftdruck genau so regulirt, wie die Ausklinkung bei Dampfmaschinen durch den Regulator. Nach erfolgter Ausklinkung bewirkt ein Fallgewicht mit Buffer die rasche Eröffnung des Druckschiebers, und beim nächsten Hubwechsel wird der Schieber zwangsläufig geschlossen. Die konstruktive Idee ist naheliegend und auch früher schon versucht, die Anordnung ist aber umständlich und kostspielig. Die Eröffnung des Druckschiebers wird nie rechtzeitig, nie geräuschlos erfolgen.

Fig. 287 bis 289 zeigen die Bauart eines raschlaufenden Kompressors von Fraser & Chalmers in Chicago, für die



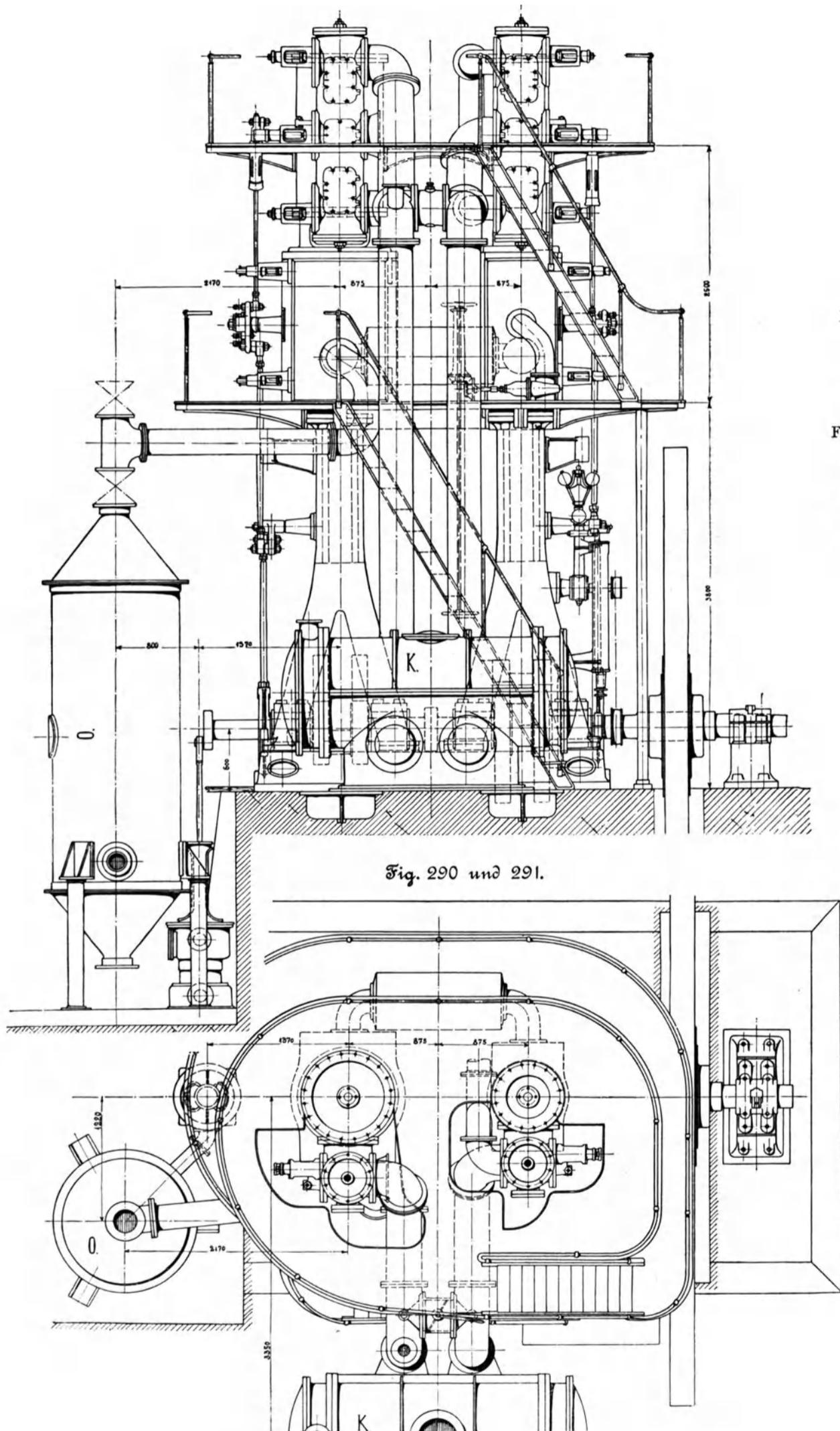


Fig. 290 bis 293.

Kompressor  
von  
Fraser & Chalmers  
in Chicago.

Mafsstab 1:50.

Fig. 290 und 291.

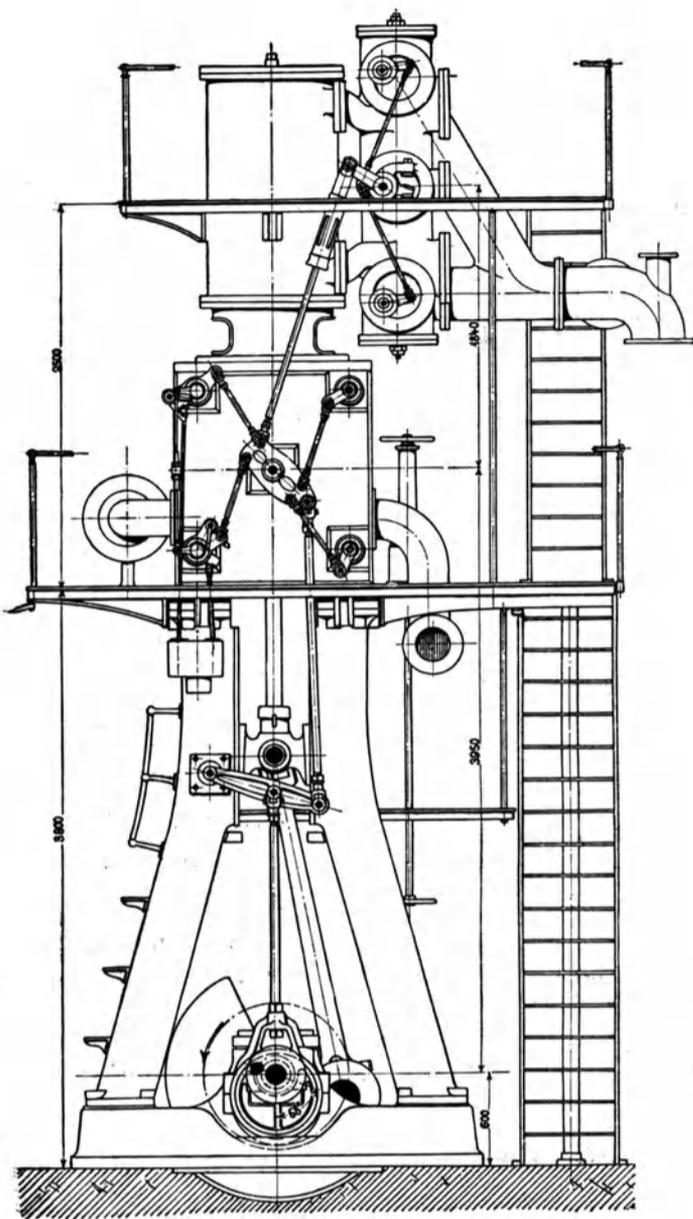


Fig. 292.

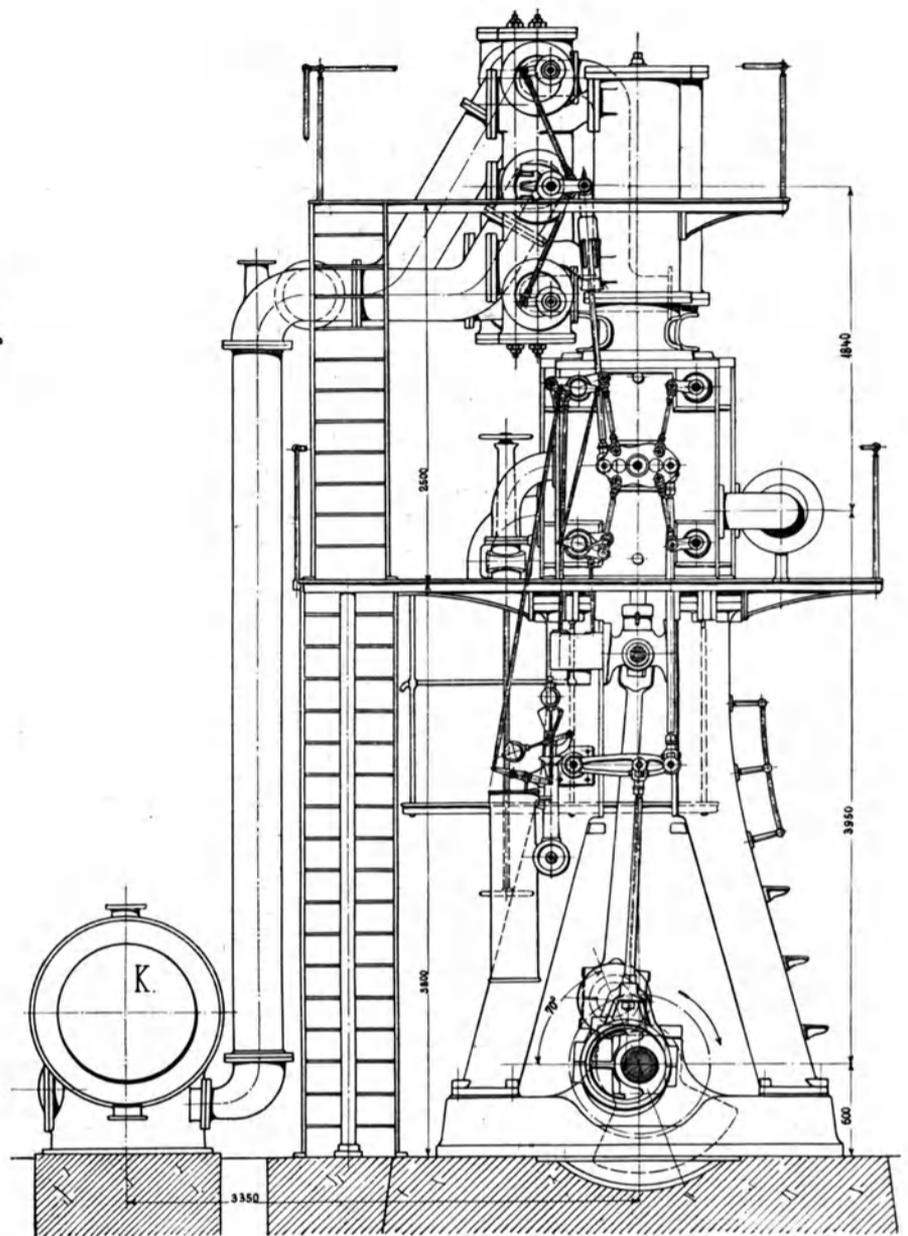


Fig. 293.

treibt durch eine Verbindungsstange die Kompressorsteuerung. Fig. 288 zeigt die Seitenansicht und die Bewegungsübertragung für die Steuerung. Die Kompressorventile werden zwangsläufig geschlossen und nach erfolgtem Ventilschluss wird der Rest der Exzenterbewegung, entsprechend dem Voreilungswinkel, durch eingeschaltete Federn aufgenommen. Fig. 289 zeigt Hoch- und Niederdruckkompressor und die Ueberströmung zwischen beiden. Beachtenswert ist die Ausbildung des Maschineirahmens für die Zwecke der Ueberströmung, sodass sich eine sehr einfache Rohrleitung zwischen den beiden Kompressorcyllindern und dem Zwischenkühler ergibt. Mitteilungen über Einzelheiten und über Betriebserfahrungen behalte ich mir vor.

Die Fig. 290 bis 293 zeigen einen stehenden Verbundkompressor mit stehender Verbundmaschine, gleichfalls von Fraser & Chalmers für die City and Suburban-Goldgrube in Johannesburg, Südafrika, gebaut. Die Dampfmaschine arbeitet mit 120 Pfd. = 8,4 kg/qcm Dampfspannung, zweistufiger Expansion und stehendem Oberflächenkondensator. Mit den nach aufwärts verlängerten Kolbenstangen wird der Verbundkompressor angetrieben. Die Dampfmaschine ist mit unwesentlichen Veränderungen das vorhandene Modell einer

Dreifach-Verbundmaschine, nach welchem dieselbe Firma für die De Beers-Diamantgrube in Kimberley 4 Betriebsmaschinen lieferte. Für den Kompressor hingegen ist der über dem Mitteldruckcyllinder angebrachte Hochdruckcyllinder weggeblieben und an dessen Stelle der Hochdruckkompressor gesetzt worden.

Die allgemeine Anordnung ist aus den Fig. 290 bis 293 ersichtlich. Die Antriebmaschine ist eine stehende Corliss-Verbundmaschine mit 2 Kurbeln unter 90°, mittels 4 senkrechter Ständer auf einer verhältnismäßig schmalen Grundplatte aufgebaut. Ueber den Dampfcyllindern sind, durch kurze Zwischenstücke mit ihnen verbunden, die Luftcyllinder aufgestellt. Seitlich von ihnen befinden sich die Ventilkasten. Der Aufnehmer zwischen beiden Cyllindern ist liegend auf der ersten Gallerie angebracht, der Oberflächenkondensator stehend neben der Maschine; die Luftpumpe gleichfalls stehend, von der verlängerten Kurbelwelle durch einen Stirnzapfen angetrieben. Der Kühler für Ueberströmung der Luft aus dem Niederdruckcyllinder in den Hochdruckcyllinder ist liegend vor der Maschine angeordnet.

Die Anordnung der Rohrleitungen ist aus den Figuren ersichtlich. Fig. 292 ist die Seitenansicht der Niederdruck-

Fig. 294 und 295.

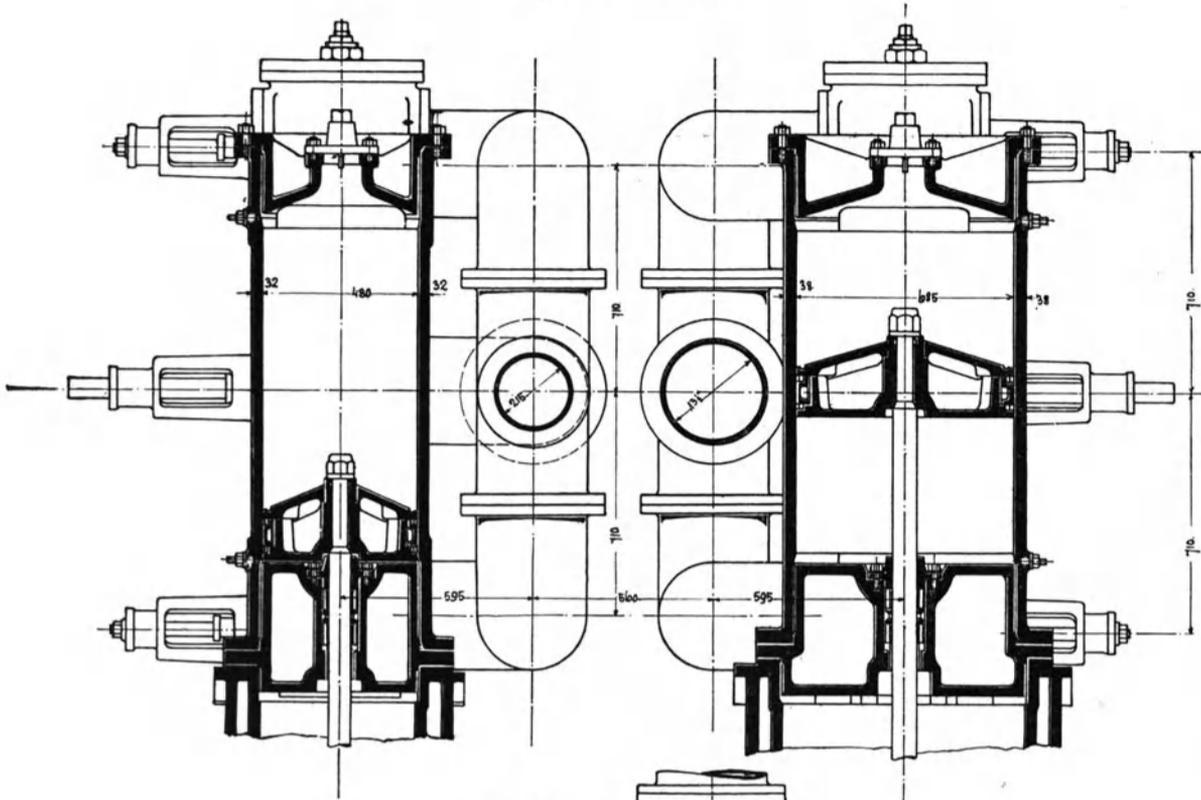


Fig. 294 bis 296.

Kompressor  
von  
Fraser & Chalmers  
in Chicago.

Mafsstab 1 : 24.

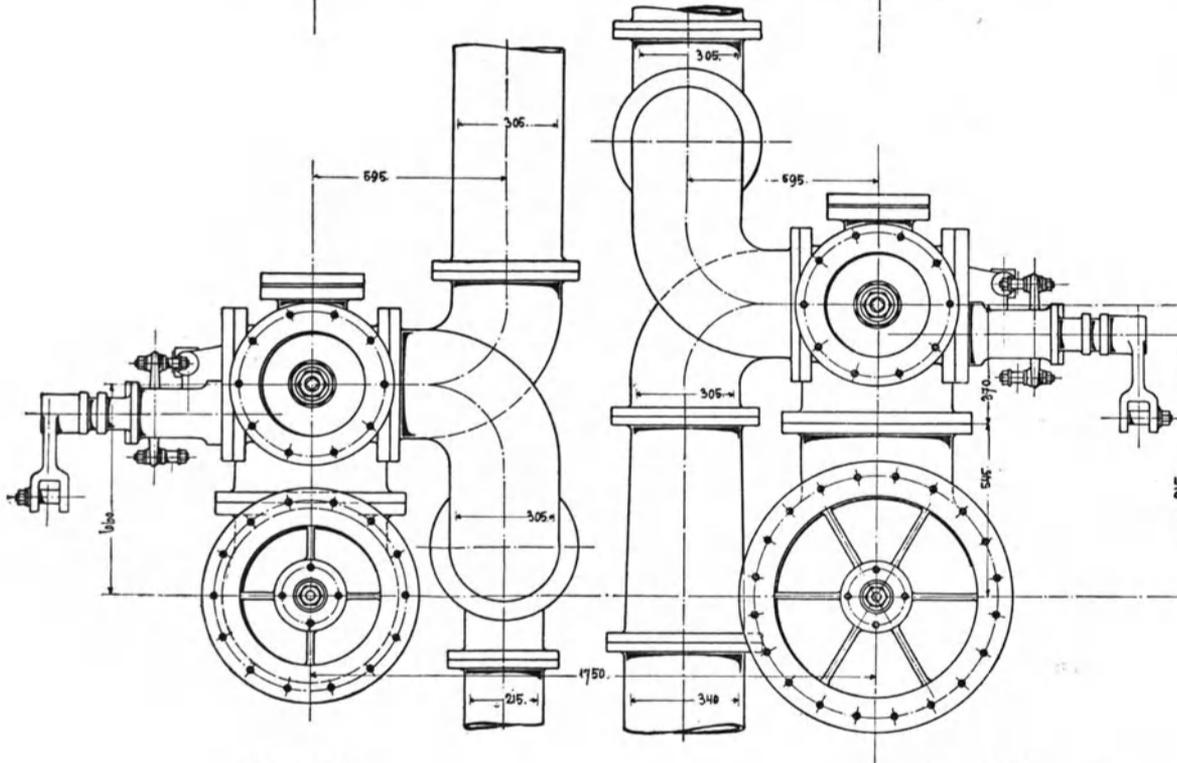
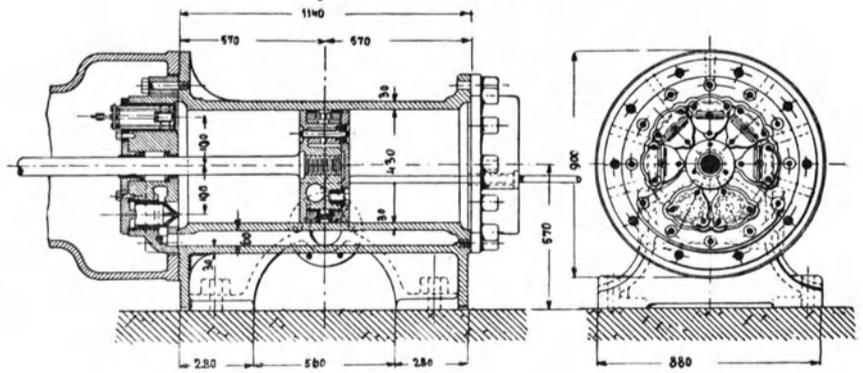
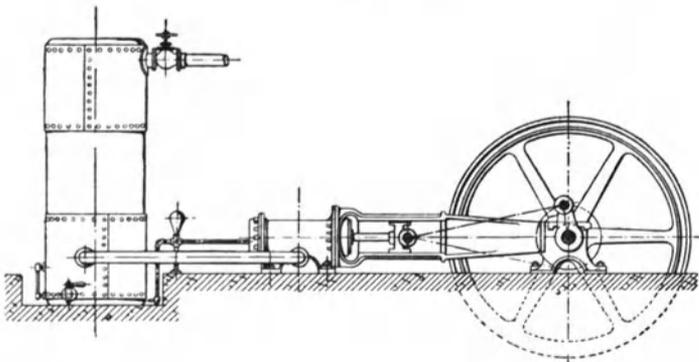


Fig. 302.

Fig. 303. Mafsstab 1 : 30.







In Fig. 299 bis 301 ist die gesamte Anordnung des Kompressors dargestellt, mit dem Oberflächenkondensator und darüber liegendem Luftkühler und den Rohrleitungen. Der Luftkühler ist ganz so wie der Oberflächenkondensator als Röhrenkühler ausgeführt.

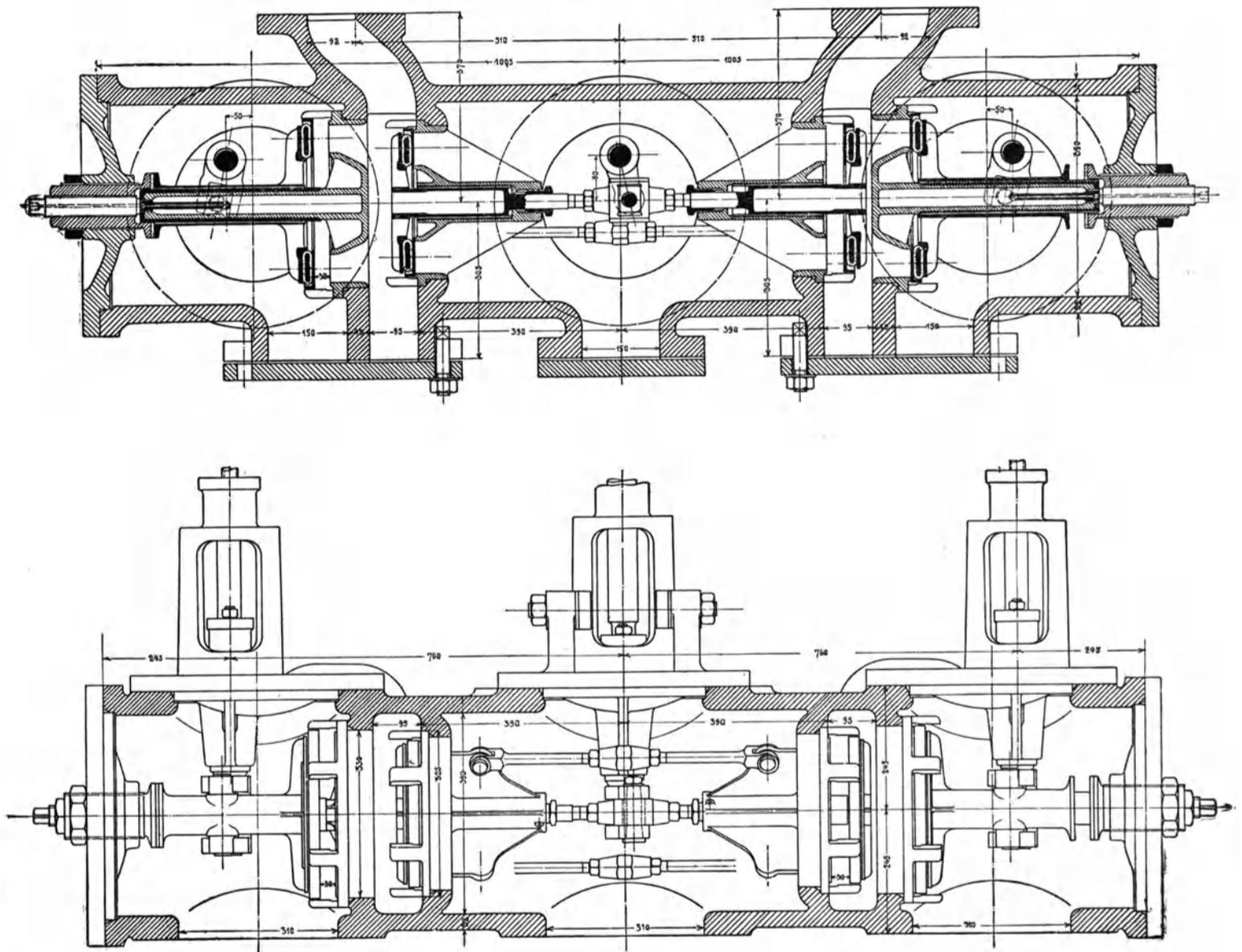
Ueber diese und ähnliche teils ausgeführte, teils noch in der Ausführung begriffene große Kompressoranlagen behalte ich mir weitere Mitteilung bis dahin vor, wo genauere und ausgedehntere Betriebsergebnisse vorliegen.

Im Anschlusse an die vorgehend beschriebenen Luftkompressionsmaschinen, die im Osten gebaut werden, möchte ich nach den Erfahrungen einer Studienreise einiges über ältere Luftkompressionsmaschinen hinzufügen, welche in den westlichen Bergbaubezirken Verwendung finden. Dort ist Vieles viel unvollkommener, roh und nur nach dem augenblicklichen Bedürfnis zugeschnitten. Nur einzelne Konstruktionen, insbesondere diejenigen, welche vom Ingenieur Eckart in San Francisco herrühren, bilden eine Ausnahme. Es

Fig. 297 und 298.

Kompressor von Fraser &amp; Chalmers in Chicago.

Maßstab 1:8.



sind wohlgedachte, für bestimmte Zwecke richtig und sogar vollkommen durchgeführte Konstruktionen. Das wesentliche der Eckartschen Konstruktionen ist dargestellt in den Fig. 302 und 303 auf S. 128, 304 auf S. 129, 305 und 306 auf S. 130 und Fig. 307 auf S. 132.

Fig. 302 zeigt die Seitenansicht, Fig. 303 Schnitt und Endansicht des Kompressorcyinders. Die Saugventile befinden sich im oberen Teile der Cylinderdeckel, die Druckventile

im unteren. Die Wassereinspritzung erfolgt durch den entsprechend ausgehöhlten Kolben hindurch. Das Einspritzwasser wird von rückwärts durch ein Rohr zugeführt, dessen Einzelheiten in Fig. 304 dargestellt sind. Die Anordnung ist so getroffen, dass das vom Kolben hin- und herbewegte, den Cylinderdeckel durchdringende Rohr keine Pumpwirkung in der Zuleitung hervorrufen kann, sondern die Einspritzung ununterbrochen erfolgt.

In Fig. 305 ist der Kompressorkolben dargestellt; zu-



Mafsstabe durchgeführte Konstruktion eines Verbundkompressors anzusehen ist. Die Verbundwirkung wird, wie aus dem Querschnitt ersichtlich, durch Differentialkolben erreicht, welche beide feststehen, während der dazu gehörige Doppel-differentialcylinder durch das Triebwerk der Maschine angetrieben wird. Die Luft wird in solcher Weise in zwei Stufen komprimirt und durch den oberen Kolben in den Windkessel gedrückt, welcher zugleich das Maschinengestell bildet.

Kompressoren dieser Art, von den Risdon Iron Works in San Francisco gebaut, sind in den Silbergruben in Nevada und Utah schon vor 20 Jahren verwandt worden, insbesondere auch als Luftfüllpumpen für die Akkumulatoren unterirdischer hydraulischer Maschinen.

A. Riedler.

## Bergbau-Anlagen im Westen.

Der Abschied von Chicago fällt nach längerem Aufenthalte nicht schwer und lässt etwas wie eine Art Erlösung fühlen; selbst jetzt, wo die Weltausstellung viel Interessantes bietet, wiegen die Schattenseiten die Vorteile auf. In der Ausstellung wirken die großartige Architektur und der ungeheure Maßstab mächtig, ebenso manches Ausgestellte, der stärkere und bleibende Eindruck ist aber der der Ermüdung. Die Nüchternheit der Ausstellung im Innern und die zu durchmessenden Entfernungen aufsen sind zu groß; letztere werden durch eine unzweckmäßig angelegte elektrische Hochbahn nicht abgekürzt, und das Lückenhafte und vielfach auch das Jahrmarktmäßige der Ausstellung lässt volle Befriedigung nicht aufkommen; das Studium ist schwere Arbeit und zu wenig Genuss, letzterer in edlem Sinne gemeint. Für gewöhnliche Zerstreuung ist zwar auch gesorgt; die Vorbilder von Paris finden sich in reichlichen Nachahmungen wieder; der »Betrieb« ist aber höchst nüchtern, und alles wird so geschäfts- und dollarmäßig behandelt wie Excelsior-Hosenträger oder Patent-Stiefelsohlen. Die Sehnsucht nach Ortsveränderung wächst in Chicago sehr rasch.

Außerhalb der Ausstellung ist noch weniger gehobene Stimmung möglich. Wer nicht besondere technische Studien betreibt, hat alles Wesentliche bald gesehen. Was man in Chicago nachher anfängt, weiß ich nicht. Ich habe es bei häufigem Besuch noch nie so weit kommen lassen, sondern nach beendigem Studium rasch den Wanderstab, hier »Pullman« genannt, ergriffen. Selbst der sprichwörtlich gewordene, ohnegleichen dastehende Aufschwung der Stadt kann uneingeschränkt nicht gelten; es ist nur der Aufschwung der letzten Jahrzehnte zu erkennen, der ebenso überraschend in allen amerikanischen Städten und auch in Europa zu finden ist. Das Wachstum von London, Berlin und insbesondere von kleineren europäischen Städten ist kein geringeres. Der Unterschied liegt nur darin, dass in Chicago vor 50 Jahren noch niemand da war, und dass die Stadt nach dem Brande so rasch wieder erstand.

Die Entwicklung der Stadt hat aber mit ihrem Wachstum nicht Schritt gehalten. Die Straßen Chicagos sind heute noch in demselben trostlosen Zustande, wie vor 17 Jahren, kurz nach dem Brande, und dieselben Holzbuden stehen heute noch in vielen Hauptstraßen. Nur im Geschäftsmittelpunkt sind die 15- bis 20stöckigen »Himmelkratzer« und in der äußeren Stadt die prächtigen Villenviertel der Bemittelten entstanden, und in letzteren sind die Hauptstraßen die einzigen gut gehaltenen Straßen der demokratischen Stadt.

Es ist daher überwiegend Ausbreitung und nicht Entwicklung zu verzeichnen. Letztere ist nur im eigentlichen

Geschäftsteil und im Geschäft selbst eine ungeheure, und die vorangegangenen Berichte dürften ein Bild dieser Seite der Entwicklung gegeben haben.

Eine Reise nach dem fernen Westen schafft grundverschiedene Eindrücke gegenüber dem Osten. Wer den letzteren kennzeichnen will, muss von den Verkehrseinrichtungen, dem Geschäft und seinen Hilfsmitteln berichten. Da ist alles großartig, wenn auch einförmig. Im Westen ist dies ganz anders. Das Land zwischen dem Missouri und dem Stillen Ozean zwingt vor allem, die großartige Natur, Naturwunder, Feld- und Bergbau zu studieren. Letzterer bietet dem Ingenieur besonderes Interesse. Auch der Bergbau des fernsten Westen ist gekennzeichnet durch die weitausgedehnte Verwendung der Maschinen, veranlasst durch die ungeheuren, in einzelnen Bergrevieren geradezu fabelhaften Arbeitslöhne, die zeitweilig das 10- bis 20fache der unsrigen betragen. Dadurch wird auch auf diesem Gebiete, welches sich bis in die fernsten von Menschen überhaupt bewohnten Gegenden erstreckt, die Maschinenteknik zur Hauptsache. Die Charakteristik ist gegeben durch das Bestreben, Menschenarbeit zu ersparen, und durch die geforderte äußerste Einfachheit der maschinentechnischen Einrichtungen.

Der großartige Maßstab der geschäftlichen Einrichtungen des Ostens fehlt hier. Trotzdem ist vieles, insbesondere auf dem Gebiete des Bergbaues, großartig und echt amerikanisch, und dies zusammen mit vielen Naturschönheiten und Eigentümlichkeiten gestaltet den Westen selbst interessanter als den Osten.

Der Genuss einer Fahrt nach dem Westen beginnt erst im Gebirge. Die Schrecken der Prärie bestehen gegenwärtig nur mehr in der langen Fahrt und Trostlosigkeit der Ebene. Während solcher 4- bis 5tägigen Eisenbahnfahrt quer durch den Kontinent mag man an vergangene Zeiten, an die Einwanderung nach Kalifornien, Ende der 40er Jahre, denken, welche zum größten Teile quer über Land erfolgte. Wie viele hierbei in den ausgedehnten Wüsten, durch welche heute selbst der »over land flyer« tagelang fährt, verunglückten, ist unbekannt geblieben, nur das tragische Schicksal einzelner solcher Expeditionen ist der Nachwelt überliefert; heute noch nennen sich die damals in Kalifornien Eingewanderten »Pioniere«, und mit einigem Recht. Die damalige Einwanderung lässt sich heute, wo 5 Pacific-Bahnen den Kontinent durchqueren, nicht mehr in allen Schwierigkeiten würdigen.

Der größte Teil des westlichen Kontinents ist Hochfläche, die, schon im Missourithale ihren Anfang nehmend, gegen

das Felsengebirge ansteigt. Die Gebirgszüge selbst sind nur weitere Erhebungen aus der Hochfläche heraus. Die Rio Grande- und die Central Pacific-, sowie die südliche Pacific-Bahn erklimmen gewaltige Höhen. Trotzdem hat keine der Pacific-Bahnen den Charakter unserer Gebirgsbahnen, mit Ausnahme einiger Pässe, wo die Sierra Nevada überschritten wird. Die Steigungen entwickeln sich zu allmählich.

In Colorado jedoch, wo die Verbindung zwischen Denver und dem Bergbaudistrikt von Leadville allein durch 3 Eisenbahnlinien hergestellt wird, sind Eisenbahnen zu bewundern, die zu den verwegenen gehören. Es ist ein eigentümlicher Gegensatz, nach Durchfahren der Präriestrecken, in welchen stunden-, ja tagelang nichts zu sehen ist, keine Ansiedlung, kaum eine Tierwelt, die ihr Gepräge durch die wüste Ebene und durch die neben der Bahnstrecke liegenden Konservenbüchsen und Gerippe verendeter Tiere erhalten, aus dieser Einöde herauskommend die aufblühende Großstadt Denver zu passieren und dann die großartigen Gebirgskämme zu erklimmen.

Geschaffen wurden diese Gebirgsbahnen ausschließlich durch den ausgedehnten Bergbau in Leadville und Umgegend. Leadville ist durch den Bergbau zu einer Stadt von 30000 Einwohnern herangewachsen. Die Stadt liegt 3000 m über dem Meer und ist mit Ausnahme einiger mexikanischer Orte die höchstgelegene Stadt der Welt. Neuestens wird auch die hohe Naturschönheit dieser Bergbaustadt in überschwänglicher Weise geschätzt und der Besuch dieser »Wolkenstadt«, »Schneebrant« usw. als das großartigste gepriesen.

Von Denver nach Leadville und von dort über die Gebirgskämme nach Salt Lake City führen drei Eisenbahnen, eine schmalspurige Fortsetzung der Union Pacific-, die Colorado Midland- und die Rio Grande-Eisenbahn. Es ist schwer zu sagen, welche dieser drei Linien, die die Hochfläche von Leadville erklimmen und dann weiter noch über 3000 bis 3600 m hohe Pässe wieder ins Thal hinab gleiten, die großartigste ist.

1880 bestand Leadville nur aus Hütten. Heute ist es eine moderne amerikanische Stadt mit über 500 Erzgruben in Stadt und Umgegend. Selbstverständlich haben die Eisenbahnen zu dieser raschen Entwicklung am meisten beigetragen.

Die Colorado Midland-Eisenbahn führt durch die Schlucht von Arkansas, über den Südpark, eine ausgedehnte Hochfläche von etwa 30 km Länge und 10 km Breite, den Ute-Pass nach Leadville und dann über den 3500 m hohen Heagermann-Pass in das Thal des Grand River hinab. Die zweite Normalspurbahn, die Rio Grande-Bahn, führt über Salida, Buena Vista nach Leadville und hinab in das Eagle-Thal. Andere Zufahrtlinien mussten, um Leadville zu erreichen, mehrere Pässe hinter einander überschreiten, so steigt z. B. die Union Pacific-Bahn im Thale des Platte River aufwärts, überschreitet den Südpark bis Como, dann den 3400 m hohen Alpine-Pass, geht von diesem wieder thalabwärts und überschreitet ein zweites Thal und einen zweiten Pass, um nach Leadville zu gelangen.

Im Zusammenhange mit den Gebirgsbahnen mag auch an dieser Stelle noch die Zahnradbahn erwähnt sein, welche von Colorado Springs unmittelbar auf die Spitze des 4372 m hohen Pike's Peak führt<sup>1)</sup>.

Leadville in Colorado und Butte City in Montana sind die charakteristischen Orte für den modernen amerikanischen Erzbergbau, der sich aus äußerst zahlreichen, aber meist kleinen Betrieben zusammensetzt. Der erste Bergbau in Leadville bis vor etwa 10 Jahren bestand in Goldwäscherei, Silber wurde nicht verwertet. Erst anfangs der 80er Jahre wurden Tiefbauten, heute mitten in der Stadt befindlich, angelegt, und mit diesen wurde der Abbau auf Silber und Kupfer ausgedehnt.

Das Erzvorkommen ist ein wechselndes, sodass mit verhältnismäßig einfachen Mitteln gearbeitet werden muss. Es dürfte nirgends in der Welt, ausgenommen Butte City, eine solche Unzahl von einzelnen Abbaustellen mit verhältnismäßig primitiven Einrichtungen neben einander zu finden sein. Der Bergbau erfolgt überwiegend durch Gesellschaften,

welche die verschiedenen Berechtigungen aufkaufen. Die Herstellung der Schächte und zeitweilig auch der Abbau werden jedoch wieder an einzelne vergeben, die an die Gesellschaft Abgaben zu entrichten haben.

Die Maschineneinrichtungen sind sehr einfach und für wechselnde Betriebstellen sehr verschieden. Es sind alle Fördereinrichtungen, vom einfachsten Förderhaspel bis zur vollkommenen Dampfmaschine, zu finden. Die Regel bildet die einfache Dampfwinde, Zwillingdampfmaschinen mit Zahn- oder Reibungsräderübersetzung auf eine Trommel. Letztere kommt am häufigsten vor. Gefördert wird fast überwiegend eintrümig. Für die Wasserhaltung ist in der Regel nichts vorzusehen, da noch kein nennenswerter Wasserzufluss besteht. Nur ausnahmsweise haben sich Schächte mit einfachen unterirdischen Dampfmaschinen, gewöhnlichen Stofspumpen, zu behelfen. Ueberall wird mit den einfachsten Mitteln angefangen. Bei besseren und größeren Abbauverhältnissen werden die Betriebsmittel durch größere und vollkommene ersetzt. Für den ausgedehnten Kleinbetrieb ist bezeichnend, dass kleine Förderhaspel, Dampfmaschinen u. dergl. in jeder Neu- oder Alteisenhandlung der Stadt vorrätig sind.

Die durchschnittliche Schachttiefe in Leadville beträgt 90 bis 120 m, die durchschnittliche Maschinenleistung für solche Schächte 20 bis 80 PS.

Die Dampferzeugung in den Dampfkesseln erfolgt überwiegend durch Oelfeuerung. Eine Tonne Kohle kostet etwa 6 \$, Oel auf gleiche Einheit reduziert nur 5 \$. Sowohl Oel wie Kohle kommen in unmittelbarer Nähe in Canon City vor. Die Zufahrt erfolgt bis Leadville durch die Eisenbahn, und von dort zu den einzelnen Gruben in sehr primitiver Weise durch Fuhrwerk. Eine die einzelnen Gruben verbindende Eisenbahn besteht wegen der Steilheit des Geländes und der unglaublichen Planlosigkeit der Schachtanlagen nicht.

Trotz der ungeheuren Ausdehnung des Bergbaues hat die gesamte im Revier verwandte Maschinenkraft nur etwa 3000 PS. Dies charakterisiert den Mafsstab der Maschineneinrichtungen im Vergleich zu den riesigen Betriebsmitteln der Calumet-Kupfergruben. Trotzdem ist die Ausbeute bedeutend. Sie betrug im letzten Jahre etwa 8000000 \$ und seit 13 Jahren über 150000000 \$.

Bezeichnend ist, dass der Erzgehalt nicht chemisch, sondern nach Dollar angegeben wird. 30 \$ Erz, d. h. 30 \$ Silberwert f. d. Tonne, ist bei den gegenwärtigen Preisverhältnissen sehr schlecht, wird aber trotzdem abgebaut. Ueber die Einzelheiten der Maschineneinrichtungen sowie über die Eigentümlichkeiten des amerikanischen Erzbergbaues giebt der später folgende Bericht über Virginia City Aufschluss, sodass hier nähere Angaben unterbleiben können.

Die Schmelzwerke befinden sich teils in Leadville, teils in Denver und sind vorzüglich eingerichtet.

Noch primitiver sind die Maschineneinrichtungen und Abbauverhältnisse in den benachbarten Bergbaudistrikten, in Aspen, Curray, Silverton usw. Der Bergbau zieht sich in allen Thälern westlich und südlich von Leadville fort und ist besonders im Thale des Eagle-Flusses äußerst malerisch; dort sind die Schachtanlagen an den Felswänden angebracht, was dem Flussthale ein ungewöhnlich malerisches Aussehen verleiht, aber Vorkommen und Betrieb sind ungünstiger als in Leadville.

Ueber viele tausend Quadratkilometer erstreckt sich ein ausgedehnter Kleinbetrieb, verbunden mit zahlreichen Schürfunken, die aber noch zu keinem Grofsbetriebe, ähnlich wie in Virginia City oder Calumet, geführt haben.

Durch die westlich gelegenen Bergbaudistrikte führt die Rio Grande-Eisenbahn weiter nach Salt Lake City, der berühmten historischen Mormonenstadt, in Wirklichkeit einer ganz modernen echt amerikanischen Stadt, in prächtiger Gebirgsgegend, heute nicht mehr am Salzsee, sondern ungefähr 15 km davon entfernt liegend. Alles Merkwürdige der Mormonenstadt gehört der Vergangenheit, alles Bedeutende der Gegenwart an. Die berüchtigte Vielweiberei ist gesetzlich nicht mehr gestattet, und von der ganzen Mormonensekte bleibt nichts als eine heute noch starke Organisation ohne andere wesentliche Bedeutung. Die Mormonenstadt ist heute so wie alle anderen echt amerikanisch einheitlich, und selbst die einzige sichtbare Ueberlieferung, das alte Mormonentabernakel mit

<sup>1)</sup> Z. 1890 S. 1244.

seinem riesigen Käseglockendach, muss dem neuen modernen Tabernakel mit kostspieliger Architektur weichen.

Das Innere des neuen Tempels war nicht zugänglich; alle Versuche haben sich als vergeblich erwiesen. Der neue Tempel ist höchst modern, mit vollkommenen technischen Hilfsmitteln eingerichtet. Die Maschinenstation konnte nach einigen Schwierigkeiten unter Führung des »Bruder« Maschinisten eingehend besichtigt werden. Sie dient der elektrischen Beleuchtung, Lüftung und Wasserversorgung des Neubaus. Es sind 4 Armington & Sims-Maschinen von je 75 PS und 2 Hilfsmaschinen von je 25 PS vorhanden. Die Dampfspannung beträgt 5,6 kg/qcm. Die Lichtmaschinen sind Edison-Dynamos. Im ganzen sind 2600 Glühlampen (16 Kerz.) angeschlossen. 2 Dampfpumpen von Blake dienen zum Betrieb von 2 hydraulischen Otis-Aufzügen. Der Wasserbehälter liegt 37 m hoch im Turm des Tempels. Der Auspuffdampf wird zur Erwärmung des Gebrauchswassers und des Kesselspeisewassers benutzt. Das Maschinenhaus liegt versenkt und ist in der Umwallung des Tempels kaum sichtbar, das Kesselhaus 150 m davon entfernt; es sind darin 4 Rauchrohrkessel aufgestellt, davon 2 für die Wasserheizung des Tempels, 2 für die Dampferzeugung.

Das Warmwasser verlässt die Kessel mit 75° C, wird in einen Behälter im Turm geleitet, geht von da in die Heizkörper und kommt mit 60° C wieder zurück. Die Feuerung der Kessel ist mit Schüttelrost und selbstthätiger Kohlezuführung versehen. Alles ist modern eingerichtet, so wie in allen anderen größeren Gebäuden der modernen Salzseestadt. Das einzige Besondere liegt in der architektonischen Ausschmückung des Kesselhauses und in dem als Minaret ausgebildeten grofsartigen Schornstein.

In der Stadt sind die Hauptstraßen ausschliesslich mit modernen grofsen amerikanischen Geschäftshäusern bebaut, welche ähnliche Maschineneinrichtungen für Aufzugs- und Heizbetrieb besitzen wie im Osten. Für den Stadtbahnbetrieb dient eine elektrische Zentrale mit 2 liegenden Verbundmaschinen von Fraser & Chalmers in Chicago, jede zu 250 PS. Die Maschinen arbeiten auf eine gemeinschaftliche Welle mittels Seiltriebes, und jede Maschine ist durch eine Klauenkupplung ausschaltbar. 4 Riemen auf der Transmissionswelle dienen zum Antrieb von Edison-Dynamos. Reserven sind nicht vorhanden, auch keine Umschaltungen. Die Betriebsmaschinen werden zeitweilig bis zu 700 PS angestrengt.

Beachtens- und nachahmenswert ist die Eigentümlichkeit der Salzseestadt, dass alle neuen Straßen außerordentlich breit angelegt sind. An beiden Seiten befinden sich breite Alleen, dazwischen eine Doppelfahrstraße, welche durch die in der Mitte stehenden Telegraphensäulen geteilt wird. Die Säulen tragen die Telegraphen- und Telephonleitungen sowie die Drahtleitungen für die Straßenbahnen. Hierdurch ist die ganze Aufhängung der Leitungsdrähte nicht an das hässliche Gespinnst von Drähten gebunden, welches sonst in amerikanischen Straßen üblich ist. Aehnliche Straßenanlagen, die von vornherein für bequeme Unterbringung von vielen Drahtleitungen vorgesehen sind, sind auch in anderen jüngeren westlichen Städten, z. B. in Ogden, zu finden.

Die weitere Fahrt nach dem Westen führt um den grofsen Salzsee herum und bietet Gelegenheit, die Schönheit desselben und des Gebirges zu bewundern.

Hinter dem Salzsee beginnt die grofse amerikanische Wüste in ausgedehnter Hochfläche, deren tiefste Einsenkung bei Humboldt noch immer 1160 m über dem Meere liegt. Eine Eigentümlichkeit ist, dass die Flüsse ganzer Staaten, von denen jeder gröfser ist als das Deutsche Reich, in diesen bleiben und keinen Abfluss finden.

Eigenartig ist auch das Studium der in diesen Staaten meist durch den Bergbau entstandenen Städte, insbesondere in Nevada, dessen gesamte Einwohnerzahl nur einige 60000 erreicht. Seine Hauptstadt Carson City besitzt prächtige Regierungsgebäude und daneben die einfachsten Bretterhütten, wie sie eben nur das geringe Alter der Stadt zulässt. Alles ist im Werden begriffen. Die kleine Stadt besitzt selbstverständlich auch ihre elektrische Beleuchtung mit einer Zentralstation in einer Sägemühle, der sie als Anhängsel des Bundgatters hinzugefügt ist. Dabei ist das Aufblühen der kleinen

Stadt, soweit nicht der Bergbau den Hintergrund bildet, auf sehr mühsame, jedoch gut angelegte Bewässerungsanlagen gegründet. In neuerer Zeit sind in grofsem Mafsstabe Thalsperren in den Flusstälern in Ausführung oder geplant, insbesondere dort, wo Bergbauinteressen nicht mehr im Spiele sind.

Einiges ist, vom üblichen amerikanischen Einheitsstil abweichend, mit Resten mexikanischer Eigentümlichkeiten behaftet: berittene, mit breitkrämpigen Hüten, auch wohl mit Revolver versehene Gemüse- und Milchburschen usw. In diesem einheitlichen Lande sind solche geringe Abweichungen von der Schablone auch schon auffällig, nicht zu sprechen von Schulkindern, die hoch zu Ross, oft zu dreien, das kleinste in der Mitte, dem fern gelegenen Schulhaus zureiten. Jede Schule ist auch, entsprechend dem Bedürfnis, mit Stallungen für die Unterbringung der Pferde versehen. Diese wenigen Einzelheiten sowie einige jämmerlich aussehende Ueberbleibsel der Indianer und einige harmlose, bisher fruchtlose Versuche zur Erziehung der Indianerkinder bilden die geringen Abweichungen im grofsen Einheitsstaate.

Das größte Interesse nimmt die bekannte Bergstadt Virginia City mit den berühmten Comstock-Silbergruben in Anspruch. Die Fahrt nach der hochgelegenen Bergstadt bietet in keiner Weise die grofsartige Naturschönheit von Colorado und Leadville. Die Berge Nevadas sind zu kahl und wenigstens in unmittelbarer Nähe von Virginia City nicht so abwechslungsreich wie das Felsengebirge und entwickeln sich erst in gröfserer Entfernung am Tahoe-See und nahe der Sierra zu grofsartiger Schönheit.

Die Fahrt, von Reno ansteigend über Carson City und mit der Gebirgsbahn nach Virginia City, bietet erst bei der Bergbaustadt Gold Hill Interesse. Dort wird ebenso wie in Leadville in einer Unzahl kleiner Schachtanlagen mit verhältnismäfsig kleinen Mitteln der Boden zerwühlt. Hinter dem nächsten Hügelzug liegt Virginia City, 1860 m über dem Meere, eine moderne, verhältnismäfsig hoch entwickelte Stadt mit breiten Straßen, grofsen Schulpalästen, Hotels und mit den grofsartigsten Schachtanlagen, welche nicht nur in Amerika, sondern überhaupt für Erzbergbau vorhanden sind.

Die Geschichte der Entwicklung des Bergbaues in Virginia City ist sehr einfach und für amerikanische Verhältnisse sehr bezeichnend, sie ist zugleich die Geschichte vieler anderer Bergbaueinrichtungen, nur ist bei anderen nicht der gleiche Erfolg und bisher nicht das gleiche Ende zu verzeichnen.

Die ersten Goldlager sollen durch auswandernde Mormonen entdeckt worden sein, die nach Kalifornien zogen, das Gebirge aber im Winter nicht überschreiten konnten und aus Zeitvertreib den Goldkörnern nachgingen.

Viele haben ihre Apostel verlassen, sind zurückgeblieben und haben durch Goldwäscherei bei 5 bis 8 \$ täglichem Verdienst ausreichendes Auskommen gefunden. Darauf folgten andere mit kleinen Tagbauten. Tiefbauten waren mit kleinen Mitteln unmöglich; die Entfernung von Kulturstätten und von der Eisenbahn war damals, in den 50er Jahren, viel zu grofs. Was nicht mit den einfachsten Hilfsmitteln geschaffen werden konnte, musste unterbleiben. Erst später, als gröfsere Erzlager aufgeschlossen wurden, wandte man sich der Silbergewinnung zu, und der Silberbergbau hat in Virginia City den gröfsten je erreichten Mafsstab, die größte Schachttiefe und die größte Ausbeute erlangt. Er ist mit grofsen Mitteln betrieben worden, und die maschinentechnischen Einrichtungen verdienen Fachgenossen gegenüber in Einzelheiten erwähnt zu werden.

Ende der 50er Jahre wurden die ersten gröfseren Lager von Silbererzen in Virginia City entdeckt. Die Geschichte der Entdeckung wiederholt sich mit Variationen in den einzelnen bedeutenden Bergbaubezirken, und als Charakteristik ist sie wert, erzählt zu werden.

Zwei Goldgräber, O'X. und Mc'Y., hatten im Gebirge geschürft und nur Minderwertiges gefunden. Sie waren im Begriff, das Suchen aufzugeben, als sie an der Stelle, wo heute die Ophir-Grube liegt, eine Erzader öffneten. Sie fanden dort Gold und außerdem sehr reiches Schwefelsilber, welchen »schweren schwarzen Stoff« sie als wertlos beiseite schafften. Als der Ruf von der Entdeckung des Erzganges

sich verbreitete, kam ein Mr. Comstock und bewies mit seinem Revolver, dass er ältere Rechte besitze, liefs sich aber herbei, als Teilhaber der Unternehmung einzutreten. Er besorgte das Geschrei, die beiden anderen die Arbeit, und schliesslich wurde von dem neuen Fund so viel gesprochen, dass er den Namen »Comstock-Lode« behielt und als solcher weltberühmt wurde. Der »schwarze schwere Stoff« wurde nach Kalifornien zur Untersuchung gesandt und rief dort ungeheures Erstaunen hervor; mit der Analyse, welche den grossen Silberreichtum feststellte, kamen tausende von Arbeitern und Abenteurern ins Land gezogen, welches bis dahin nur von wenigen Mormonen dünn bevölkert war, und am Fusse des 2370 m hohen Davidson-Bergs wurde eine neue Bergstadt aus Zelten und Hütten errichtet. Die amerikanische »Sage« erzählt, dass Comstock seinen Anteil an der Grube verkaufte und in Montana sein Leben endete, dass der andere Gründer ein Hotel errichtete und irrsinnig wurde, während der dritte als Hotelbesitzer ehrlich verstarb.

Aus dieser Entdeckung unwissender Goldgräber erwuchs der Reichtum der Comstock-Grube, der Reichtum der Mackays, Fairs, Johns und Woods usw., und die Berühmtheit dieser ersten amerikanischen Silbergrube ist in alle Welt gedrungen.

Der erste Abbau im Grossen stiess auf grosse Schwierigkeiten, da geübte Leute nicht zu haben waren. Die tausende von Goldgräbern, die ins Land zogen, konnten als Grubenarbeiter nicht zählen. Die einzigen »Sachverständigen« waren die Mexikaner, unwissend zwar, aber im Handwerk erfahren, und was die Mexikaner angaben, war für den Bergbau Gesetz. Erst 10 Jahre später wurden durch amerikanische Ingenieure Pochwerke angelegt. Die Ausbildung des eigentlichen Bergbaues ist fast ausschliesslich durch deutsche Bergleute, ehemalige Freiburger, erfolgt. Durch diese wurden auch das Amalgamationsverfahren, die Erzröstung, der Schachtausbau und der grösste Teil der Grubenarbeit eingeführt.

Als der Tiefbau fortschritt, wurden die grösseren Wasserzuflüsse mit Ursache, dass der Erfindungsgeist im Bau grosser Maschinen stark in Anspruch genommen wurde, und kalifornische Ingenieure hatten an dieser Richtung der Entwicklung den grössten Anteil. Als der Bergbau grosse Ausdehnung, die Schächte eine bisher nicht erreichte Tiefe erhielten, wurden auch die Maschineneinrichtungen für die damalige Zeit sehr bedeutend.

Mit dem Bergbau entwickelte sich die Stadt. Bei der Höhenlage im kahlen Gebirge war die erste und notwendigste Einrichtung die Wasserleitung, da der Bergbau anfangs nahezu kein Wasser lieferte, sondern viel benötigte. Zuerst wurden Brunnen angelegt, die für den Bedarf bald unzureichend wurden, als die Aufbereitungsmühlen ihren Betrieb eröffneten. Eine Wassergesellschaft stellte Stollen her, die aber hauptsächlich Betriebswasser für den Bergbau liefern und nebenbei Wasser an die Stadt abgeben sollten. Der Zufluss war für den wachsenden Betrieb und schliesslich selbst für die Stadt allein unzureichend. Es wurde beschlossen, ausreichendes und gutes Wasser von den hochgelegenen Seen der gegenüberliegenden Sierra zu holen. Hierbei musste aber das etwa 600 m tiefe Washoe-Thal überschritten werden. Die Projektirung und Ausführung wurde dem Ingenieur Schüssler in S. Francisco übertragen und 1873 vollendet. Es wurden 11 km Röhren von 0,3 m Dmr. verlegt, ausreichend für 7500 cbm tägliche Wasserversorgung, und das Thal wurde durch einen Syphon überschritten, mit einer Wasserpressung von 525 m Höhe im unteren Scheitel. Die Einströmungsstelle in das Versorgungsrohr lag 142 m höher als das Ausgussgerinne. Die ganze Rohrleitung wurde mit genieteten Blechröhren von 8 mm Wandstärke unten, 1,6 mm Wandstärke oben hergestellt.

1859 bestand die erste Ansiedlung nur aus Erdhöhlen und Zelten, 1860 war Krieg mit benachbarten Indianern zu führen, 1863 war die Goldgräber-Kolonie eine richtige amerikanische Stadt. Ein alter beliebter Einwohner, Virginia genannt, hat die Stadt mit einer »whiskey-bottle« getauft. Sie war nach amerikanischen Begriffen »fire proof« hergestellt, nachdem zahlreiche Feuer viele Verwüstungen in den ersten Ansiedlungen angerichtet hatten.

Mit dem Reichtum kamen die Abenteurer und das Gensindel ins Land gezogen. Gewalt und Mordthaten waren an der Tagesordnung, und es folgten Jahre der Ordnungslosigkeit. Ein »Vigilance committee« machte Mitte der sechziger Jahre dem Unwesen ein Ende. Die Schuldigen wurden aufgehängt. 1862 wurde die Gasleitung hergestellt; im selben Jahre erschienen auch schon zwei tägliche Zeitungen und eine wöchentliche. Die Zahl der Einwohner betrug 1863 schon 20000. Wie in den meisten amerikanischen Städten zerstörte ein grosses Feuer (1875) 2000 Gebäude und die meisten Schachtgebäude. Dies ist kaum tragischer zu nehmen, als die alljährliche Zerstörung von hölzernen Städten durch Cyclone. Die Städte sind eben darnach gebaut, und so rasch die angeblich feuerfesten Häuser von Virginia City zerstört wurden, eben so rasch entstanden sie wieder. Der Neubau begann am selben Tage, an dem das Feuer gelöscht wurde. Die Bergbauunternehmungen waren besonders thätig und konnten trotz der grossen Zerstörung nach 30 Tagen den Betrieb im ganzen Umfange wieder aufnehmen, und nach 60 Tagen war die ganze Stadt neu erstanden.

1869 wurde mit einem Kostenaufwande von 3 Millionen \$ die Eisenbahnverbindung mit Reno und der Pacific-Bahn hergestellt. Die frühere Verbindung, auch für den Bergbaubetrieb, die Zufuhr an Material und Maschinen wurde aussch. durch Karren, bis zu 16 Pferden bespannt, besorgt. Die Personenverbindung wurde mit Postwagen besorgt; die Verbindung mit Kalifornien durch Maultierkarawanen, 50 bis 100 in einer Reihe. Von dort aus wurde alles Grubenmaterial, Maschinen usw. zugeführt.

Ende der 70er Jahre wurde die Wasserleitung unzureichend. Zur Verstärkung der Wasserversorgung wurden neue Röhren (0,25 m Dmr.) in gleicher Weise wie die alten gelegt. Die Wassergewinnung, welche ursprünglich nur auf Thalsperren angewiesen war, wurde bis zum Marlette-See ausgedehnt und, um diesen aufzuschliessen, ein Tunnel von 900 m Länge durch die Wasserscheide getrieben. 1887 wurde ein drittes 300 mm-geschweifstes Rohr gelegt, sodass alle drei Rohrleitungen zusammen einen Bedarf von 38000 cbm decken können. Ausserdem wurden zahlreiche grosse, hölzerne Hochbehälter am Davidson-Berg aufgestellt.

Die Gesamtkosten der Wasserleitung betragen 2 1/2 Mill. \$. Die Rohrverbindung erfolgte durch übergeschobene Muffen und Bleidichtung auf beiden Seiten. Nur die älteren Röhren sind mit gewöhnlichen Muffendichtungen versehen.

Ueber die Bergbauverhältnisse sowie über die für den Betrieb in Virginia City verwandten Maschinen eine Uebersicht zu bieten, ist ausserordentlich schwer. Die Betriebsverhältnisse waren zu ungleichartig, die Betriebseinrichtungen ungleichwertig; auch wechselten fortwährend die Leitung und die leitenden Gedanken, so wie die Unternehmungen ihre Besitzer wechselten oder zu grösseren Unternehmungen zusammengelegt wurden. Ungeheure Mannigfaltigkeit und Ausführung von Unzweckmäsigem war die selbstverständliche Folge.

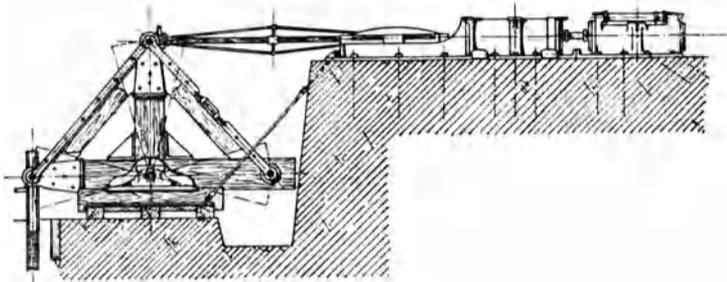
Zuerst wurde nur Tagbau betrieben, dann erfolgte der Aufschluss in primitiven tonnlägigen Schächten, später wurden kleine Unternehmungen zu grösseren vereinigt, welche gemeinsam einen Tiefbau mit saigerem Schacht eröffneten und die Erzlager durch Querschläge aufschlossen. Die Erzgänge fielen vom Davidson-Berg unter etwa 45° gegen Osten ein. Ursprünglich wurde vorausgesetzt, dass sie sich in grösserer Tiefe nach Westen wendeten. Die ältesten Förderanlagen, am Ausbiss des Erzganges, bestehen heute nicht mehr. Die Ostseite wurde anfänglich als die minderwertige betrachtet, und die Aufschlussarbeiten überwiegend nach Westen vorgenommen. Erst durch einen Tiefbau auf der Ophir-Grube wurde festgestellt, dass der Erzgang in grösserer Tiefe senkrecht einfiel und sich dann unter 45° nach Osten wendete. Infolge dieser Feststellung sowie des immer reicher werden Silbererzes entstand Ende der 60er Jahre die erste Reihe der grossen Tiefbauanlagen, und zwar die Schächte: Ophir, Mexican, California, Curray, Savage, Hale und Norcross usw. Anfangs der 70er Jahre wurde die zweite Schachtreihe 300 m weiter ostwärts angelegt und der Erzgang dadurch in grösserer Tiefe aufgeschlossen. Die zweite Schachtreihe wurde auch mit leistungsfähigen Maschinen für Förde-

rung und Wasserhaltung ausgerüstet, welche teilweise zu den größten überhaupt bestehenden zu zählen sind. Die Pumpwerke wurden in verhältnismäßig großem Stil angelegt, da in den Tiefbauten viel Wasser zu erwarten war. Das zufließende Wasser war anfangs kalt, wurde aber später immer heißer, sodass ausgedehnte Ventilations- und später auch Kühleinrichtungen notwendig wurden. Die Betriebsschwierigkeiten waren insbesondere infolge des heißen Wassers sehr bedeutend, die Ausbeute jedoch, besonders in größerer Tiefe, eine bisher unerhört reiche. Die erwähnten Verhältnisse haben zur Einführung von sehr bedeutendem unterirdischem Maschinenbetrieb, wesentlich mit Druckluft als Triebkraft in großem Maßstabe, Anlass gegeben.

Durch diese zweite Schachtreibe wurden die mächtigsten und wertvollsten Erzlager aufgeschlossen, und zwar von 1873 bis Anfang der 80er Jahre. Der bisher unerhörte Silberreichtum hatte in der Welt das größte Aufsehen hervorgerufen. Es entstand ein ungeheurer Zulauf nach Virginia

Fig. 309.

Wasserhaltung des C. und C-Schachtes.



City, und der Aufschluss der reichen Gruben mit großen Mitteln und im großen Maßstabe war die nächste Folge. Insbesondere die vereinigte Virginia-Grube erregte in den Jahren 1873/74 durch den Reichtum ihrer Erzlager gewaltiges Aufsehen. Der Erzgang hatte dort eine Breite von 370 m und 90 m Mächtigkeit, und die Ausbeute betrug zeitweilig bis zu 700 \$ für die Tonne geförderten Erzes. Der Haupterzgang wurde die »große Bonanza« genannt, und aus diesem Gange allein im Laufe von 7 Jahren viele 100 Mill. \$ Ausbeute gewonnen.

Das gesamte Ertragnis in Millionen \$ bis zur Einstellung des Bergbaues betrug bei der Ophir-Grube 20, Cal. und Consol. Virginia 65, California 46, Savage 16,5, Hall und Norcross 11, Chollar 16, Gould und Curry 15,5, Crown Point 22, Belcher 26 usw.

Mitte der 70er Jahre wurde die dritte Schachtreibe Yellow Jacket, C. S. und N.-Schacht (Combination), Mexican Union und Foreman 600 m weiter östlich niedergebracht und dabei eine Schachttiefe von durchschnittlich 900 m erreicht. Da die Ausbeute bis Ende der 70er Jahre eine ungewöhnlich günstige war, so konnten diese Schächte mit großen Mitteln und für die damalige Zeit auch guten Maschinen betrieben werden. Die größte Tiefe erreichte der Combination-Schacht mit 990 m. Diese große Schachanlage hatte die älteren Schächte Chollar, Hall, Norcross und Savage zu ersetzen. Das Schachtprofil ist  $9 \times 3$  m mit 4 Abteilungen.

Zu gleicher Zeit wurde auch der große Entwässerungstunnel, als Sutro-Tunnel bekannt, hergestellt; über diesen enthält die Litteratur aller Länder außerordentlich weitläufige Angaben, und er ist vielfach als ein Bauwerk allerersten Ranges gepriesen worden. Dies trifft nicht zu. Es handelt sich um einen Entwässerungstollen, nur von ungewöhnlichem Profil, aber verhältnismäßig geringer Länge. Das Bauwerk als solches wird durch alle unsere großen Tunnelbauten, insbesondere in Sachsen, im Harz, Schemnitz usw., übertroffen.

Nach Fertigstellung des Sutro-Tunnels wurden die über 490 m Tiefe belegenen Gruben entwässert, und das Wasser war nur bis zur Sohle des Sutro-Tunnels zu heben.

Soweit die Geschichte des bis Anfang der 80er Jahre mit unerhörtem Glück entwickelten Bergbaues. Hieran schließt sich folgende Leidensgeschichte.

Die Temperatur des Grubenwassers wurde immer höher. Die Gelehrten Europas interessierten sich lebhaft für die bisher noch nicht vorgekommene starke Erwärmung in den bedeutenden Tiefen, wo Wassertemperaturen bis zu  $80^{\circ}$  C erreicht wurden. Zahlreiche Unglücksfälle durch Verbrennen waren an der Tagesordnung, und der Betrieb konnte gerade während der Zeit der besten Ausbeute nur durch besondere Ventilationseinrichtungen aufrecht erhalten werden, durch Anlage besonderer Eiskühlkammern, in welchen die Arbeiter nach ungefähr zweistündiger Arbeitszeit sich abkühlen konnten. Ohne Eis war das Arbeiten in der Grube überhaupt unmöglich. Am Combination-Schacht z. B. betrug die Kosten für Eiskühlung allein durchschnittlich etwa 1300 \$ im Monat.

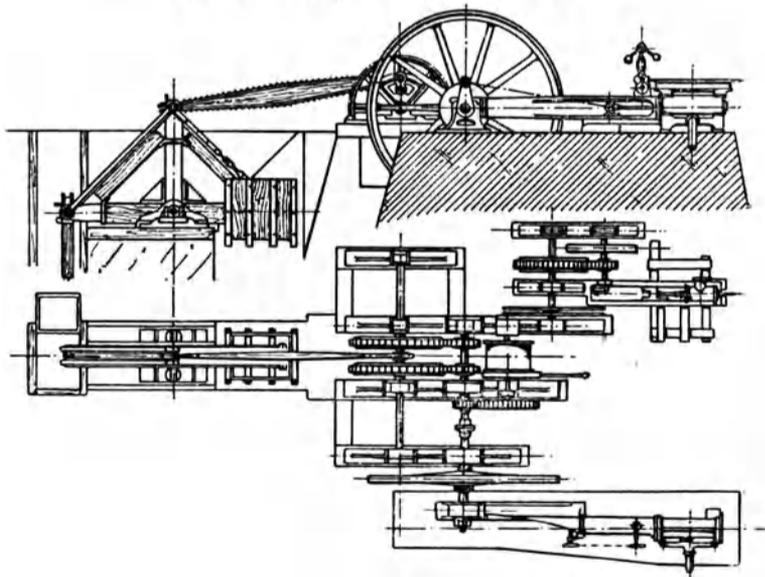
Die vielen gelehrten Beobachtungen über diese ungewöhnliche Temperaturzunahme sind aber hinfällig gegenüber der einfachen Thatsache, dass in ganz Nevada in geringer Entfernung von den Erzbergbauten heute noch heiße Quellen unmittelbar zu Tage treten und dass durch den Bergbau solche heiße Quellen aufgeföhren wurden. So lange die Ausbeute eine reiche war, wurden die ungewöhnlichen Betriebsschwierigkeiten, welche das heiße Wasser schaffte, durch Aufwand großer Mittel und großer Kosten überwunden. Die zufließenden Wassermengen wurden aber für den Betrieb der Tiefbauten ungeheuer große, sodass selbst die vorhandenen großen Pumpwerke auch in Verbindung mit dem Sutro-Tunnel immer unzulänglicher wurden.

Im Februar 1882 wurde in 825 m Tiefe auf der Exchequer-Grube viel Wasser angefahren und die Grube ersäuft, ebenso die benachbarten Gruben Alpha, Imperial, Kentucky, Crown Point, Belcher, Overman und Caledonia. Die Wasser konnten nicht gehalten werden, und alles bis auf 825 m Sohle war unter Wasser. Die Pumpwerke wurden in Betrieb gehalten, um den unterirdischen Wasserzufluss der Exchequer-Grube zu bewältigen. Hierbei stand aber als leistungsfähige Anlage nur Yellow Jacket zur Verfügung. Unter den Interessenten konnte eine Vereinbarung über die Betriebskosten nicht erzielt werden, sodass Yellow Jacket Ende Februar 1882 den Betrieb einstellte, worauf dann die Gruben bis auf die Höhe des Sutro-Tunnels ersoffen.

In vollem Betrieb stand damals nur noch der Combination-Schacht (990 m Tiefe). Die Ausgaben waren aber zu hohe,

Fig. 310.

Wasserhaltung des Ophir-Schachtes.



und der Betrieb wurde 1886 eingestellt, obschon die Wasser noch bewältigt werden konnten.

Der Mexican Union-Schacht hatte noch Betrieb in der 825 m-Sohle, stellte aber auch wegen zu hoher Betriebskosten 1885 den Abbau und die Wasserhaltung ein.

Gegenwärtig sind über 200 km Grubenstrecken unter

Wasser. Die Wassertemperatur vor dem Einbruch betrug zwischen 60 und 70° C.

Die Tiefbauschächte hatten außerordentlich viel gekostet, insbesondere für die Wasserhaltung waren für damalige Begriffe und für die dortigen Verhältnisse äußerst kostspielige Anlagen hergestellt worden. Die Unternehmer verloren das Vertrauen in den sicheren Betrieb der Tiefbauten und wollten auf die zweite Schachtreihe zurückgehen, wo bauwürdige Erzgänge zurückgelassen worden waren. So blieb der Betrieb unterhalb der Sohle des Sutro-Tunnels endgiltig eingestellt. Damit ist der Bergbau von seiner ursprünglichen Höhe immer mehr zurückgegangen und fristet heute nur noch ein kümmerliches Dasein.

Der große Wassereinbruch ist dabei aber nicht die alleinige Ursache dieses gewaltigen Rückganges; seine tiefere Ursache liegt in der immer geringer werdenden Ergiebigkeit der Erzgänge. Die große Ausbeute hatte schon Ende der 70er Jahre aufgehört, 1881 und 1882 hatten die Erträge mehrerer früher reicher Gruben die Betriebskosten nicht mehr gedeckt. Die Kosten der Wasserhaltung insbesondere waren unverhältnismäßig groß.

Die Teilhaber wollten reiche Ausbeute haben, aber sich zu keinerlei Ausgaben verstehen. So ist der Bergbau heruntergekommen und beschränkt sich gegenwärtig auf winzige Abbauten in minderwertigen Erzgängen und Aufschlussarbeiten, während die Mehrzahl der Schächte nur noch nominal in Betrieb ist. Der »Betrieb« beschränkt sich auf das Halten eines Wächters, weil nach amerikanischem Gesetz eine Ausgabe von 100 \$ im Jahr für jeden Bergbau aufgewendet werden muss, wenn nicht die Berechtigung verfallen soll. Das Halten eines Wächters wird als das billigste Mittel betrachtet, um dieser gesetzlichen Vorschrift zu genügen.

Gegenwärtig werden einige früher zurückgelassene minderwertige Erzgänge und in Brand geratene Grubenfelder abgebaut, und die Aussichten auf künftige reichere Aufschlüsse sind sehr gering.

Die ungeheuer reiche Ausbeute, welche Virginia City früher lieferte, gab Veranlassung zu zahlreichen Schürfungen, amerikanisch richtiger: Durchwühlungen in der Umgebung von Virginia City, ebenso in Leadville (Colorado), Butte City (Montana), sowie in den im südlichen Teile von Nevada und Utah gelegenen Silberdistrikten, überall in der Hoffnung auf Erschließung einer »großen Bonanza«. Ertragsfähig sind von den zahllosen neuen amerikanischen Erzbergbauten nur wenige. Außer den Calumet und Hecla-Kupfergruben am Oberen See, der Anaconda-Grube (Montana) sowie einigen kleinen Goldgruben gelten die amerikanischen Erzbergbauten auch ohne den seit Jahren niedrigen Silberpreis als zweifelhaftes Spekulationen.

Virginia City ist seither eine kleine Stadt von etwa 6000 Einwohnern geworden, in der es heute äußerst still hergeht, und nur die groß angelegte Stadt, die großen Schachtanlagen und einige prächtige Gebäude sprechen von vergangenen Zeiten. Die Kapitalisten haben ihr »Interesse« an Bergbau und Tunnel, meist rechtzeitig, verkauft. Bergbauaktien, auf einen oder wenige Dollars lautend, sind heute in den Händen kleiner und kleinster Leute in San Francisco und anderen Städten, und das oft starke Schwanken des Kurses und der Hoffnungen wird ohne jeglichen Zusammenhang mit den wirklichen Bergbauverhältnissen von den Händlern besorgt.

Die Ausführung des Sutro-Tunnels ist durch folgendes kurz gekennzeichnet:

Die Betriebskosten des Bergbaues in Virginia City, insbesondere die Kosten der Wasserhebung bei stets starkem Zufluss und oftmaligem Auffahren unterirdischer Wasserkammern, welche große Grubenteile außer Betrieb setzten, waren von Anfang an groß. Um diese Betriebsschwierigkeiten zu beheben, wurden wiederholt Entwässerungstollen von 300 bis 1500 m Länge ausgeführt, aber nicht planmäßig und nicht rechtzeitig; der Grubenbau war bei Vollen-

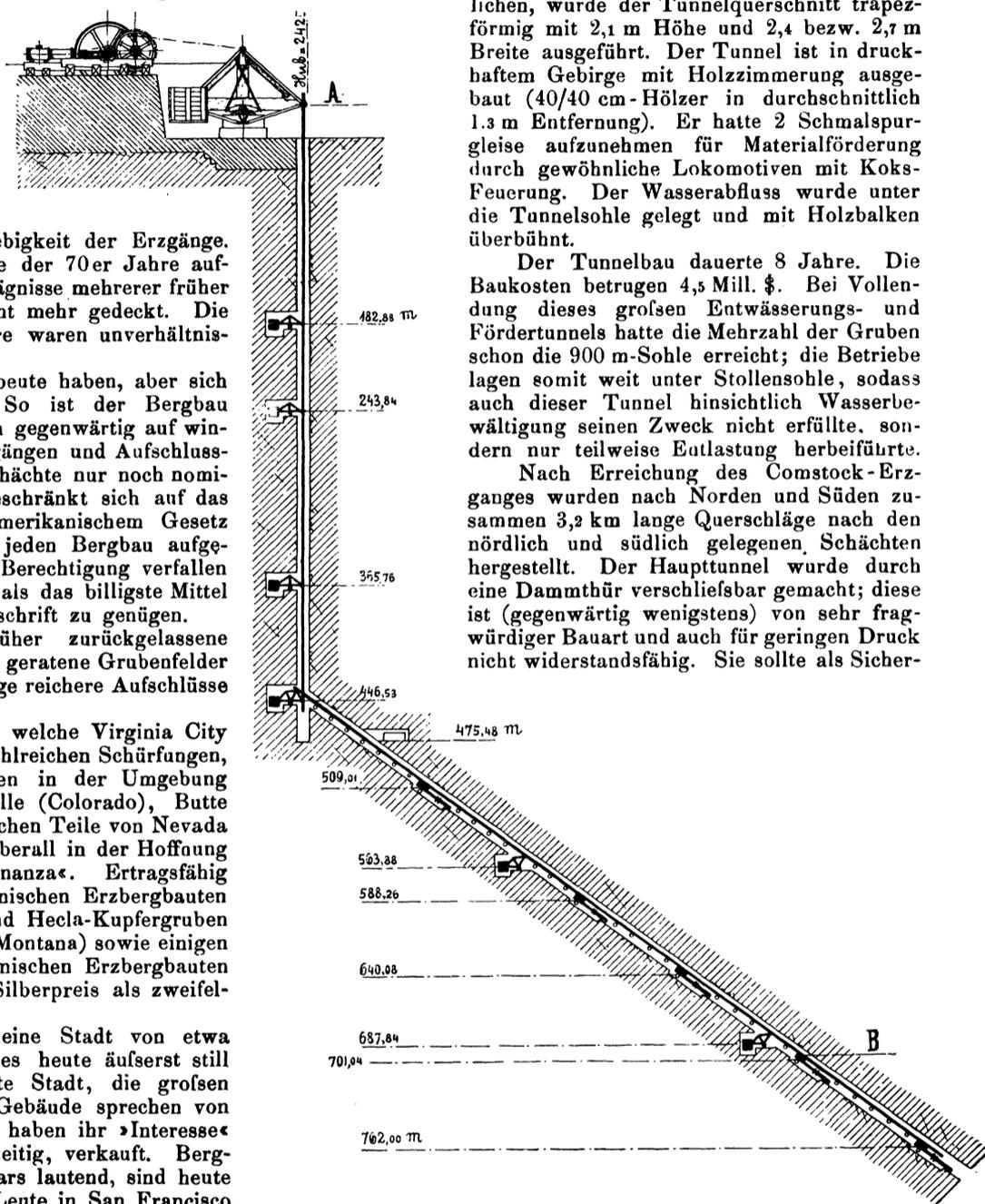
derung der Stollen längst schon unter Stollensohle und die Anlagen entsprachen dem Zwecke nur ungenügend.

Sutro betrieb die planmäßige Herstellung eines großen Entwässerungstunnels für das ganze Bergrevier. Die Vorarbeiten wurden von dem Ingenieur Schüssler in San Francisco durchgeführt und die Arbeit Oktober 1869 vom Thaie des Carson-Flusses aus begonnen. Der Comstock-Erzgang sollte bei 6,4 km Tunnelänge in einer Tiefe von 500 m erreicht werden. Um Material- und Gesteinförderung für den Bergbau zu ermöglichen, wurde der Tunnelquerschnitt trapezförmig mit 2,1 m Höhe und 2,4 bzw. 2,7 m Breite ausgeführt. Der Tunnel ist in druckhaftem Gebirge mit Holzzimmerung ausgebaut (40/40 cm-Hölzer in durchschnittlich 1,3 m Entfernung). Er hatte 2 Schmalspurgleise aufzunehmen für Materialförderung durch gewöhnliche Lokomotiven mit Koks-Feuerung. Der Wasserabfluss wurde unter die Tunnelsohle gelegt und mit Holzbalken überböhnt.

Der Tunnelbau dauerte 8 Jahre. Die Baukosten betragen 4,5 Mill. \$. Bei Vollendung dieses großen Entwässerungs- und Fördertunnels hatte die Mehrzahl der Gruben schon die 900 m-Sohle erreicht; die Betriebe lagen somit weit unter Stollensohle, sodass auch dieser Tunnel hinsichtlich Wasserbewältigung seinen Zweck nicht erfüllte, sondern nur teilweise Entlastung herbeiführte.

Nach Erreichung des Comstock-Erzganges wurden nach Norden und Süden zusammen 3,2 km lange Querschläge nach den nördlich und südlich gelegenen Schächten hergestellt. Der Haupttunnel wurde durch eine Dammtür verschließbar gemacht; diese ist (gegenwärtig wenigstens) von sehr fragwürdiger Bauart und auch für geringen Druck nicht widerstandsfähig. Sie sollte als Sicher-

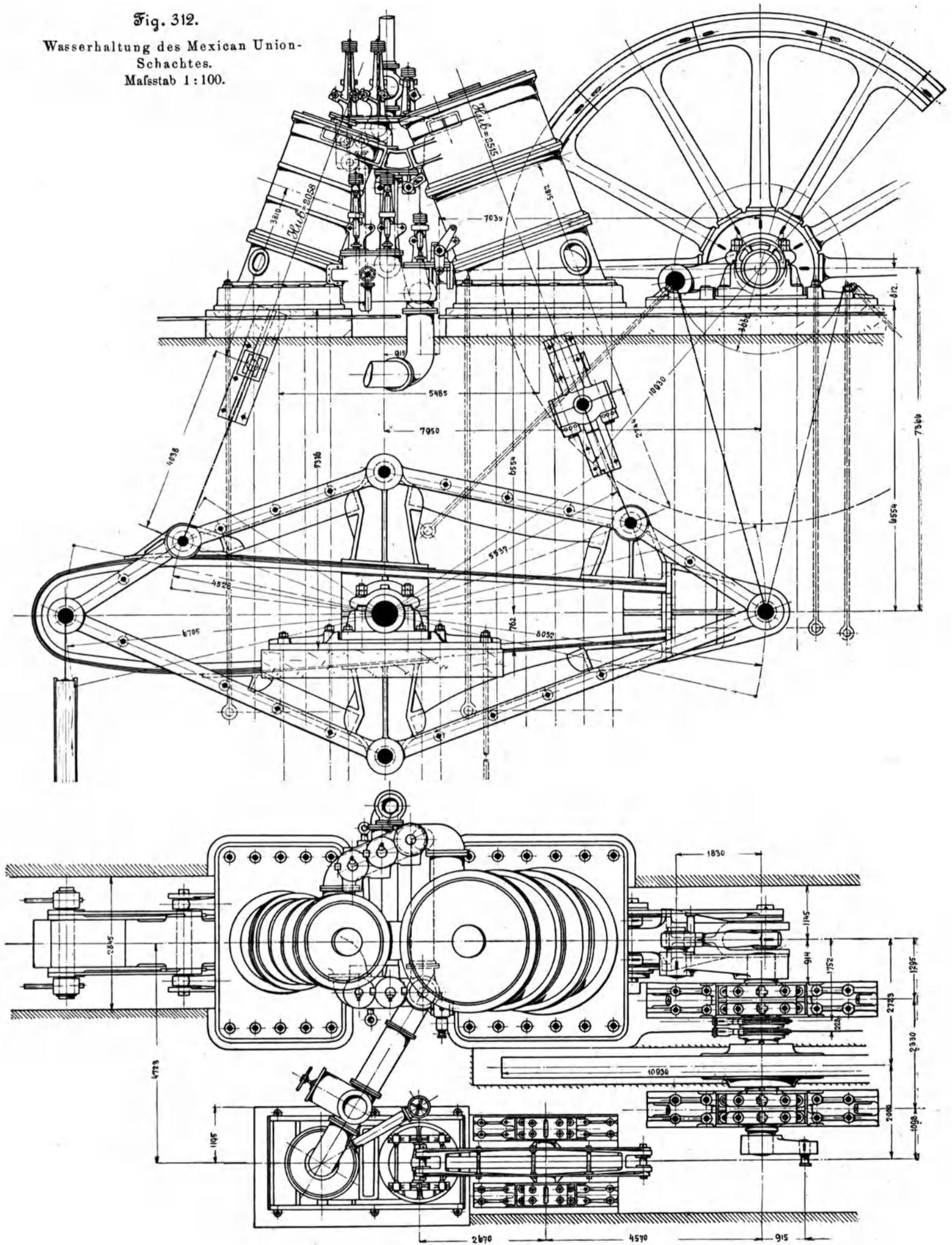
Fig. 311.  
Wasserhaltung des Ophir-Schachtes.



heitsmaßregel dienen, falls die Grubenbesitzer ihre Abgaben nicht bezahlten. Die Vereinbarung mit den Gruben bestand in einer an die Tunnelunternehmung zu zahlenden Abgabe, die nicht nach der Menge des ausfließenden Wassers, sondern nach der geförderten Erzmengerechnet war.

Der Tunnelbau und anfangs auch die Unternehmung hat viele bereichert; die Tunnel-Gesellschaft ist jedoch gegenwärtig nach dem Niedergange des Bergbaues nicht mehr lebensfähig. Es sind große Instandhaltungskosten zu tragen, die Abgaben der Gruben mussten herabgesetzt werden, sie gelten jetzt nicht mehr für unbestimmte Zeit und werden nach der Reichhaltigkeit der Erze bestimmt. Nachdem der Abbau nur mehr über Tunnelsohle erfolgt und äußerst gering ist, bleiben auch die Erträge des Tunnels unter den laufenden Kosten.

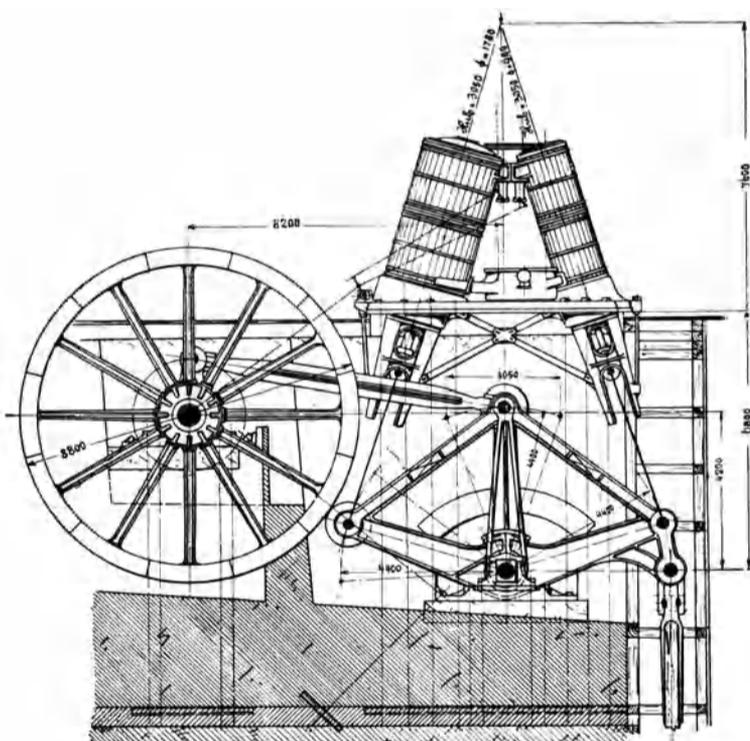
Fig. 312.  
Wasserhaltung des Mexican Union-  
Schachtes.  
Mafsstab 1:100.



Auch die sonstigen an den Tunnel geknüpften Hoffnungen haben sich nicht erfüllt. Die Tunnelmündung liegt 46 m über dem Carson-Fluss. Dieses Gefälle gedachte man vor der Tunnelmündung auszunutzen, unter der Annahme, dass die verfügbare Wasserkraft des abfließenden Wassers in kurzem die großen Aufbereitungsanlagen veranlassen werde, nach der Tunnelmündung überzusiedeln. Es wurde dort der Plan einer »Sutro-Stadt« ausgelegt, die Stadt im Osten ist aber nicht erstanden. Auch zur Zeit, wo der Bergbau noch in Blüte stand, ist kein Betrieb nach dort übersiedelt, ob-schon der Verkehr nach der Westseite immer ein kost-spieliger und schwieriger war. Auch ein Beweis, dass Betriebskraft allein nicht imstande ist, eine Industrie von einer Stätte, wo die übrigen zahlreichen Lebensbedingungen für sie einmal normal eingerichtet sind, wegzulocken. Virginia City, welches tot gesagt wurde, wuchs zu einer großen Stadt von 30000 Einwohnern; die Sutro-Stadt bestand während des Tunnelbaues aus den Arbeiterhütten, die nach seiner Vollendung auch noch verschwanden, und im Carson-Thale werden erst jetzt, wo der Bergbau keine Rolle mehr spielt, Versuche gemacht, durch große Bewässerungsanlagen das bisher wüste, aber schöne Thal fruchtbar zu machen, was im Laufe einiger Jahrzehnte auch gelingen und eine bedeutende Agrikultur heranziehen wird.

Fig. 313.

Wasserhaltung der Ontario-Gruben in Park City. Maßstab 1:200.



Die Ausführung des Tunnelbaues bot nichts Besonderes. Die Vorbilder waren durch den Mont Cenis und die alten Bergbauanlagen gegeben. Ueber diesen Bau ist auch in der technischen Litteratur mehr als zur genüge geschrieben, hingegen über die eigentliche Art des Maschinenbetriebes in Virginia City nahezu gar nichts, und gerade dieser verdient, Fachgenossen mitgeteilt zu werden, bevor der berühmte Bergbau gänzlich verschwindet.

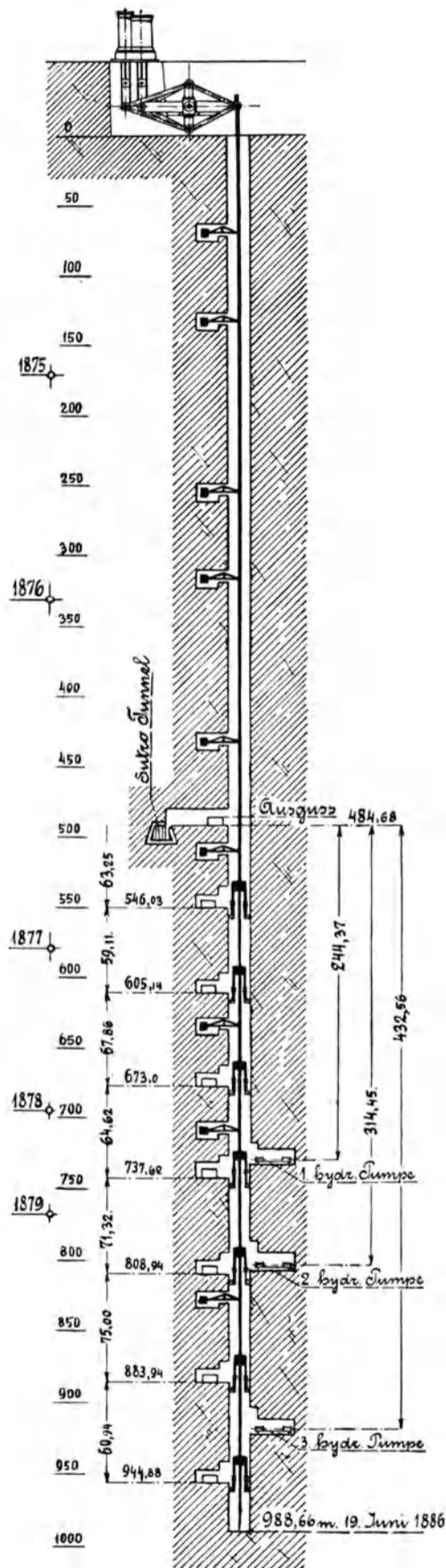
Die Vorteile des Tunnels bestanden in der Entlastung der Wasserhaltungsanlagen (Wasserhebung nur bis zur 490 m-Sohle), insbesondere aber auch in der Ausnutzung des Wassergefälles von über Tag bis zur Tunnelsohle (550 bis 610 m) für hydraulische Anlagen und in der Verwertung der städtischen Wasserleitung für Kraftanlagen.

Die Abgaben für die städtische Wasserleitung in Virginia City waren feste, gleichgültig, wie hoch der Verbrauch war, und das Gefälle von Virginia City bis zum Carson-Thale blieb unbenutzt. Es lag also im Interesse der Bergbauunternehmer, alles städtische Wasser auszunutzen und insbesondere das durch den Tunnel verfügbare Gefälle entsprechend einer durchschnittlichen Leistung von über 1000 PS zu verwerten.

Es entstanden zahlreiche kleinere und mehrere größere unterirdische Wasserkraftanlagen, sämtlich mit Pelton-Rädern<sup>1)</sup> für den Betrieb von Kompressoren, Dynamos, für unterir-

Fig. 314.

Wasserhaltung des Combination-Schachtes.



<sup>1)</sup> Z. 1892 S. 1181 und 1551.

dische Grubenarbeiten usw. Der Anfang dieser Ausnutzung der verfügbaren Wasserkräfte wurde mit Pelton-Rädern in mehreren Stufen (je 150 m) und Kraftübertragung durch Drahtseiltriebe gemacht.

Im Folgenden sind zunächst die großen Schachtanlagen mit ihren Maschinen und im Zusammenhange damit auch die eben erwähnten Maschinen für Ausnutzung der Wasserkräfte in den wesentlichsten Einzelheiten wiedergegeben. Die Ausdehnung des ehemaligen Bergbaubetriebes und der Maschinenanlagen ist eine so große, dass ich mich hierbei nur auf eine bezeichnende Auswahl, und zwar der Wasserhaltungsmaschinen beschränken muss.

Da eine vollständige Uebersicht doch zu weitläufig werden würde, sind die Maschinenanlagen nicht nach Gruppen geordnet, sondern so wie sie auf den einzelnen hauptsäch-

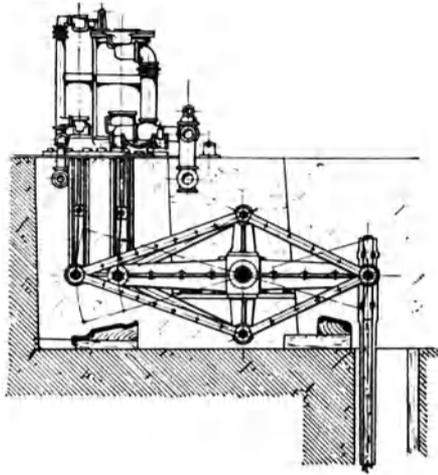


Fig. 316. Obertägige Kraftpumpe des Combination-Schachtes. Maßstab 1:150.

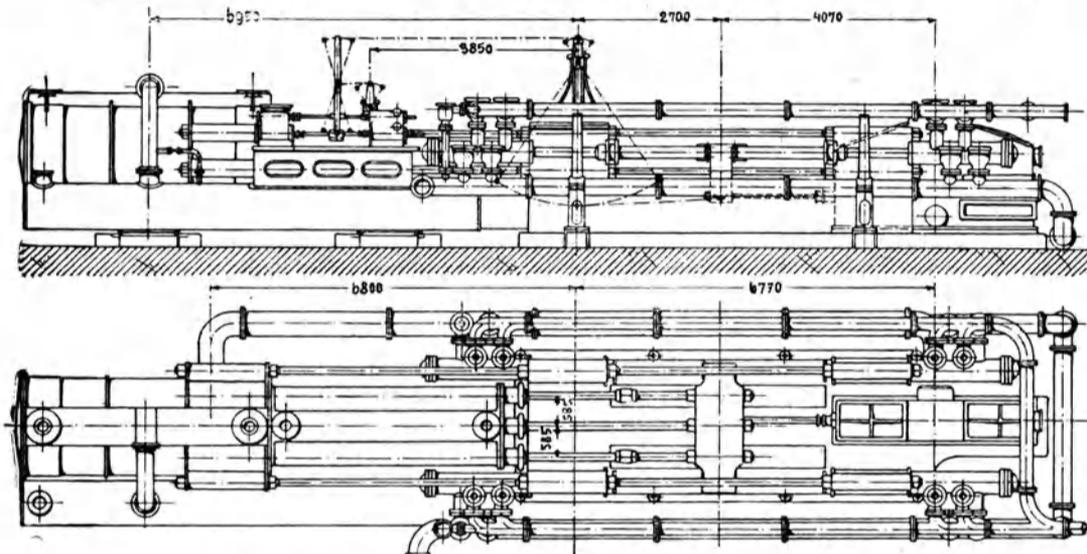


Fig. 317. Hydraulische Untergrundpumpe. Maßstab 1:80.

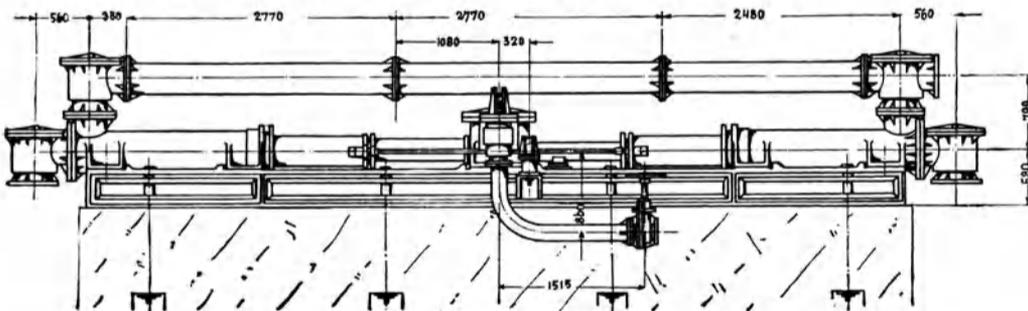


Fig. 318. Hydraulische Fördermaschine. Maßstab 1:180.

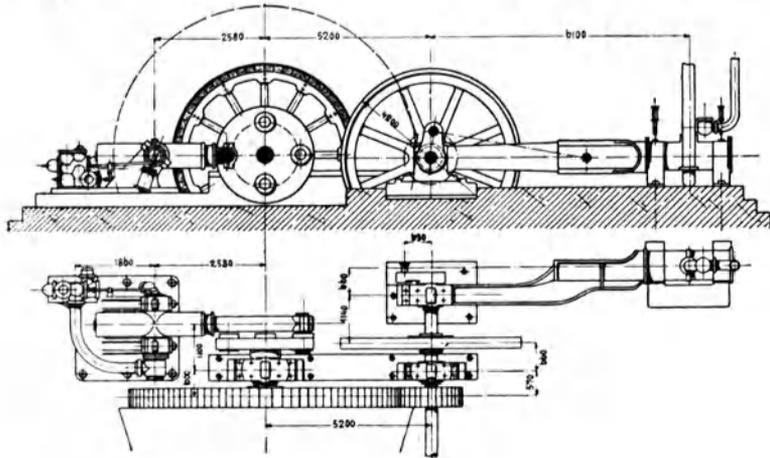
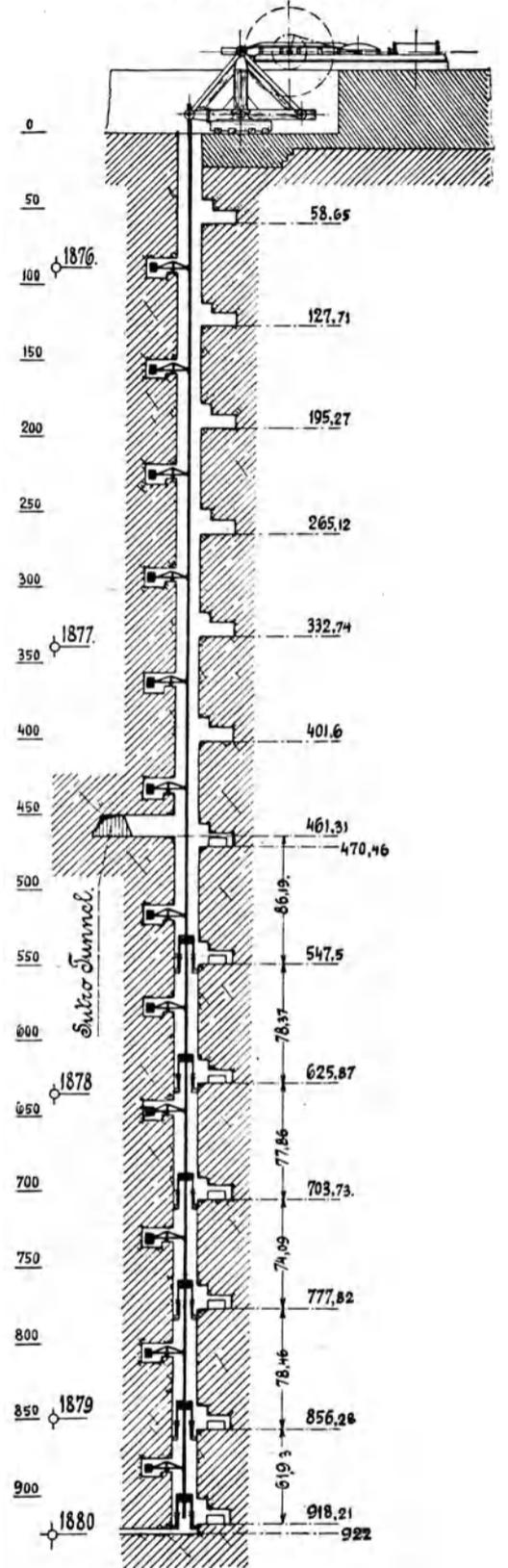


Fig. 319. Yellow Jacket-Schacht.



lichsten Schächten aufgestellt sind. Ich möchte zugleich vorweg bemerken: es hat wenig Sinn, auf die vielen Unvollkommenheiten der Maschinen heute überlegen herabsehen zu wollen. Das, was damals geschaffen wurde, ist trotz des heutigen Fortschritts hoch beachtenswert, muss mit Rücksicht auf die Zeit und den Ort, wo die Anlagen entstanden, beurteilt werden und mit Rücksicht auf die entlegenen Gegen-

den, auf die ungeheuren Transportschwierigkeiten und die damals noch unzulänglichen Erfahrungen. Statt weitläufiger Beschreibung der Maschinen werde ich nur Skizzen, und, wo notwendig, Einzelheiten der Maschinen wiedergeben.

Die Förderanlagen möchte ich von der Besprechung ausschließen, da sie trotz der Ausdehnung für uns wenig Beachtenswertes bieten. Es sind alle Systeme von Fördermaschinen von den einfachsten Haspeln bis zu großen Zwillingfördermaschinen vertreten, u. a. auf den Schächten der dritten Reihe Fördermaschinen von 710 mm Cylinderdmr., 2440 mm Hub, 100 Min.-Umdr. Alle größeren Maschinen sind mit Ventilauslösteuerung versehen und von den Union-Eisenwerken oder den Risdon-Eisenwerken in San Francisco gebaut. Die 900 m tiefen Schächte wurden mit Bandseil und Bobinen betrieben. Rundseile und konische Trommeln sind weniger zahlreich verwandt. Alle Fördermaschinen sind, wie überhaupt in Amerika, mit sehr vollständigen und vorzüglichen Ausrüstungen, Sicherheitsvorrichtungen usw. versehen.

### C. und C.-Schacht.

Die Wasserhaltung wurde durch eine über Tag liegende Verbundmaschine ohne Schwungrad, Fig. 309, mit Differential-Davey-Steuerung durch Ventile besorgt. Schachttiefe bis Tunnelsohle 534 m. Die Gestängepumpen haben 305 mm Plungerdmr. bei 2440 mm Hub. Die Uebertragung auf das Schachtgestänge erfolgt durch einen armierten Holzwinkelhebel.

In dem C. und C.-Schachte wurde nach Fertigstellung des Suro-Tunnels eine hydraulische Kraftanlage mit Kraftübertragung durch Drahtseil für den Betrieb einer 240 m entfernt liegenden Aufbereitungsanlage eingebaut. In den Schacht wurden je 150 m über einander Pelton-Wasserräder eingebaut, deren Kraft durch 19 mm-Drahtseile durch den Schacht hindurch über Tag geleitet wurde, um eine 30 m lange Transmissionswelle (von 120 Min.-Umdr.) anzutreiben. Von dieser Welle aus wurde die gesamte Kraft durch 2 Drahtseile über einen Seilturm zur Aufbereitung, durch ein drittes Seil nach einer kleineren Anlage übertragen. Das erste Rad wurde in 116 m Tiefe eingebaut und von einem Behälter über Tag aufgeschlagen; die folgenden 3 Räder wurden je 150 m tiefer eingebaut und erhielten als Aufschlagwasser das Abwasser des darüber laufenden Rades.

Der Seiltrieb ergab wegen zu großer Drahtstärke und zu geringen Seilscheibendurchmessers (1,8 m) große Umbiegungswiderstände, und die Seile mussten in kurzer Zeit ausgewechselt werden. Erst nach Verwendung von dünn-drahtigen Seilen und Scheiben von 2,4 m Dmr. arbeitete die Anlage befriedigend. Im ganzen wurden bei 595 m Gesamtgefälle 700 PS, durch die beiden Hauptseile je 300 PS übertragen.

In diesem Schacht wurden später kleinere Pelton-Räder von 10 bis 15 PS für 600 m Gefälle bei unmittelbarer Beaufschlagung für den Betrieb von Ventilatoren eingebaut.

Auf einer anderen Grube (Chollar-Schacht) wurden Pelton-Räder für kleine Fördermaschinen angewendet, und obwohl die Maschine für einrümige Förderung mit einer Bremse für den Niedergang versehen war, so fanden es die Maschinisten doch bequemer, das Wasserrad als Bremse zu benutzen und für den Niedergang einfach schwächer zu beaufschlagen, und in dieser Weise wurde sogar Menschenförderung durchgeführt.

Brüche an den Pelton-Rädern bzw. deren Schaufeln erfolgen fast immer beim Anlassen, wenn der Wasserstrahl die ruhenden Schaufeln trifft. Die Abnutzung der Schaufeln ist bei allen Rädern für hohes Gefälle sehr bedeutend, und es sind deshalb durchgängig die besser haltbaren Bronzeschaufeln in Verwendung. Aber auch bei diesen ist der Verschleiß bedeutend; die Auswechslung der aufgeschraubten Schaufeln kann jedoch sehr einfach erfolgen.

### Ophir-Schacht.

Fig. 310 zeigt die Anordnung der obertägigen Wasserhaltungsmaschine, welche in gleicher Bauart auch auf anderen Schächten betrieben wurde. Das Holzgestänge hängt an einem armierten Holzwinkel und wird durch Rädervorgelege angetrieben. Ursprünglich war eine kleine Antriebs-

maschine vorhanden, welche mit einfacher Räderübersetzung die Pumpenwelle durch den Stirnzapfen im Zahnrad bewegte. Bei zunehmender Schachttiefe war der Antrieb nicht mehr ausreichend, es wurde eine kräftigere Dampfmaschine aufgestellt, die ursprüngliche Radübersetzung beibehalten und ein zweites Zahnrad hinzugefügt, sodass nunmehr der Pumpenzapfen zwischen beiden Zahnradern zu befestigen war. Diese Anordnung, ursprünglich in der Zwangslage entstanden, wurde später auch bei neuen Maschinen beibehalten. Die Maschinenabmessungen sind: Dampfcylinder 718 mm Dmr., 1525 mm Hub, Uebersetzung 21:96, Pumpenhub 2440 mm, Pumpengestänge im senkrechten Schacht 356 mm im Geviert, aus Fichtenholz, 447 m lang, im tonnlägigen Schacht 305 mm im Geviert, 551 m lang. Geschwindigkeit des Gestänges 4 bis 5 Hübe in der Minute.

Die Anordnung des Pumpengestänges im senkrechten Schachtteil und im daran anschließenden tonnlägigen Schacht ist im Schema Fig. 311 dargestellt.

Auf dieser Grube ist eine (beim Combination-Schacht erwähnte) hydraulische obertägige Fördermaschine aufgestellt. Außerdem sind unterirdische Pelton-Räder zum Betriebe von Dynamos eingebaut, und der Strom wird über Tag für den Betrieb der Aufbereitungsanlage verwandt. Das Aufschlagwasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen.

### Mexican Union-Schacht.

Der Schacht ist, wie alle größeren Schächte, viereckig hergestellt, mit 4 Abteilungen, von welchen eine für das Pumpengestänge, 2 für die Förderung und eine für die Fahrung bestimmt waren.

Von Interesse ist nur die Wasserhaltungsanlage mit obertägiger Gestängemaschine, Fig. 312. Die Dampfmaschine ist mit schräg liegenden Dampfcylindern nach Leavitt's Anordnung versehen, besitzt Ventilsteuerung mit Auslösung und während des Ganges einstellbare Einrichtung für veränderliche Kompression in beiden Cylindern. Unterhalb der Dampfcylinder liegt die Schwinge, an deren einem Ende das Holzgestänge, an deren zweitem die Schubstange für den Kurbeltrieb angreift. Die Schwinge besteht aus einem Blechträger, der durch eisernes Sprengwerk versteift ist. An letzteres greifen die beiden Triebstangen an.

Die Maschine wurde von dem derzeitigen Betriebsleiter, Hrn. W. H. Patton, entworfen und von den Union-Eisenwerken in San Francisco ausgeführt.

Die Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 1625 mm Dmr., 2058 mm Hub, Niederdruckcylinder 2540 mm Dmr., 2515 mm Hub, Gestänge- und Pumpenhub 2440 mm; Kolbenstange 254 mm, Luftpumpe 1372 mm Dmr., 1524 mm Hub; höchste Umdrehungszahl 6, niedrigste  $3\frac{1}{4}$  i. d. Min. Schwungrad: Gewicht 95 t, 10930 mm Dmr., mit Schwungring von 62 t. Gewicht der Schwinge 108 t. Gestängelänge 824 m. Unterhalb dieser Tiefe bis 1000 m sind unterirdische Cameron-Pumpen mit Luftbetrieb aufgestellt.

Die Kosten der Maschine mit Pumpen, aber ohne Gestänge, betragen 200 000 \$.

Des Vergleiches halber ist in Fig. 313 die Anordnung einer Wasserhaltungsmaschine dargestellt, welche von W. R. Eckart für die Silberbergwerke der Ontario-Gruben in Park City, Utah, entworfen und von der E. P. Morris Co. in Philadelphia gebaut wurde. Die Maschine ist bei ähnlicher Anordnung wie die Maschine des Mexican Union-Schachtes knapp zusammengebaut. Die Schwinge ist aus Gusseisen mit schmiedeisernen Schienen armiert hergestellt und im mittleren Teile so gebaut, dass die Verbindung nicht vollständig starr ist. Die mittlere Stütze ist konzentrisch auf die Nabe aufgesetzt, und die Befestigungsschrauben haben Spielraum. Hiermit ist beabsichtigt, allfällige Stosswirkungen aufzufangen und durch diese Nachgiebigkeit vermeintlich eine Sicherheit zu erzielen.

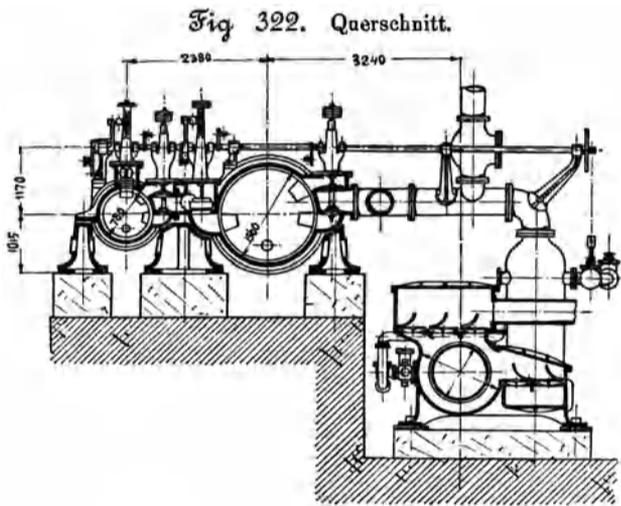
Die Abmessungen sind: Hochdruckcylinder 978 mm, Niederdruckcylinder 1778 mm Dmr., 3050 mm Hub des Gestänges mit Doppelpumpen von 508 mm Plungerdmr. Dampfspannung: 7 kg/qcm. Pumpengestänge: 406 mm im Geviert. Gestängelänge 425 m. Förderhöhe 240 m, für jeden Pumpensatz 60 m. Anzahl der Hübe 7 i. d. Min.



Nach Ueberschreitung von 700 m Schachttiefe wurde auf dem Combination-Schachte der Wasserzufluss so groß, dass die Gestängemaschine zur Wältigung nicht mehr ausreichte. Zur Verstärkung der Wasserhaltung wurden hydraulische unterirdische Wasserhaltungen, durch Druckwasser betrieben, eingebaut; zuerst eine Maschine auf 244 m unter Ausgusssohle, später noch 2 größere Wasserhaltungsmaschinen in 314 und 432 m Tiefe unter Sutro-Tunnelsohle.

Diese hydraulischen Untergrundpumpen nebst obertägiger Kraftpumpe wurden von mehreren, angeblich 6, Ingenieuren unter Mitwirkung von Davey und Moore in Leeds entworfen und von den Risdon-Eisenwerken in San Francisco gebaut.

Die Obertag-Kraftpumpe ist in Fig. 316 in Seitenansicht und Grundriss dargestellt. Eine liegende Verbunddampfmaschine mit hinter einander liegenden Cylindern mit



Differentialsteuerung treibt durch ein großes Querhaupt 4 Druckpumpen an, von denen 2 auf der Dampfcylinderseite, 2 auf der entgegengesetzten Seite liegen. Aus dem Grundriss ist ersichtlich, wie die Hochdruckkolbenstange in der Mitte, die beiden Niederdruckkolbenstangen ausßen das Querhaupt erfassen, das an den beiden äußersten Enden die erwähnten 4 Pumpenplunger treibt.

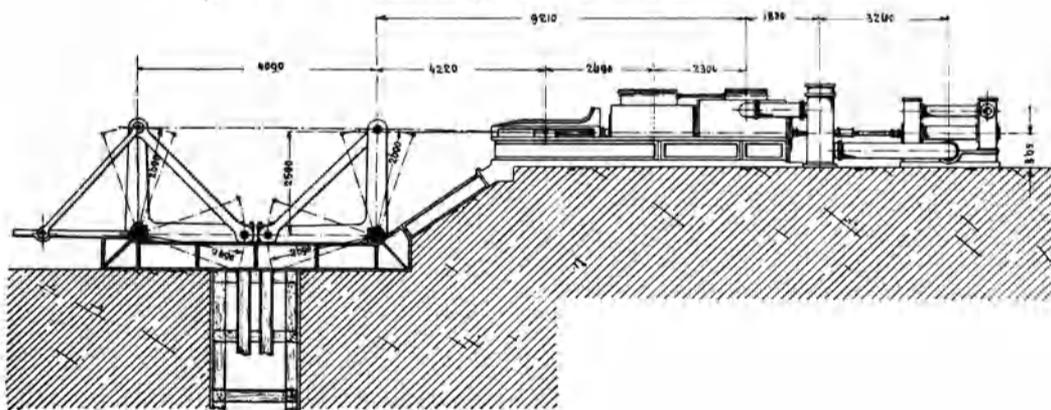
Die Ventilkasten der Pumpen liegen außen und sind durch eine zweckwidrig verwickelte Saug- und Druckrohrleitung verbunden, die allein schon ruhigen Gang der Maschine ausschließt und außerdem durch eine noch umständlichere Druckrohrleitung mit dem entfernt liegenden Windkessel-Akkumulator verbunden ist. Ursprünglich war ein Ausgleicher mit Federbelastung ausgeführt, der nicht entsprach und durch einen als großes geschlossenes Standrohr ausgeführten Windkessel ersetzt wurde.

Ueber diese hydraulischen Maschinen ist in der englischen Litteratur Vieles und viel Rühmendes enthalten. In Wirklichkeit kann der dort vor der Betriebsdurchführung gemachte Anspruch nicht bestätigt werden. Das Kraftpumpwerk hat seinem Zwecke nie entsprochen. Es war erst nach vielen Versuchen und Abänderungen überhaupt in Betrieb zu bekommen und wurde nach 6 Monaten ganz außer Betrieb gesetzt und durch unmittelbare Beaufschlagung der Untergrundpumpen durch Wasser aus der städtischen Wasserleitung ersetzt. Die Kraftpumpe sollte 12 Min.-Umdr. machen, brachte es aber auf höchstens 8, und auch hierbei fanden beständig Brüche statt, insbesondere an den Rohrkrümmern, die nach erfolgtem Bruche auch in sehr abenteuerlicher Weise versteift oder mit schweren Rohrschellen versehen wurden. Die Kosten dieses Kraftpumpwerkes samt der ersten unterirdischen hydraulischen Wasserhaltung betragen 264 000 \$.

Die unterirdischen Wasserhaltungen sind von der bekannten Davey-Konstruktion und der Vollständigkeit halber in Fig. 317 dargestellt; sie sind gleichfalls mit Differentialsteuerung für den Antrieb der Wassersäulenmaschinen versehen. Der Kraftkolben treibt einen gegenüber liegenden Pumpenkolben unmittelbar an. Die Steuerung der Wassersäulenmaschinen besitzt eine Vorsteuerung durch sogenannte Piano-Ventile, und erst diese steuern die Aufschlagschieber.

Diese hydraulische Wasserhebungsanlage ist eine der kostspieligsten, die je gebaut wurde; auf die wirklich erreichte, nicht die versprochene Arbeitsleistung bezogen, kostet sie reichlich 5 mal soviel wie eine unterirdische Dampfanlage und zeigt recht nachdrücklich, wie schlecht hydraulische Kraftübertragung für solche Zwecke bei großen Anlagen taugt. Das Kraftwasser allein kostete bei dem ursprünglichen Maschinenbetriebe rd. 6000 \$ monatlich und

Fig. 323. Wasserhaltung der Alta-Grube. Maßstab 1:200.



nach Beaufschlagung durch das Wasserleitungswasser etwa 1000 \$ monatlich.

Ordnungsmäßiger Betrieb der hydraulischen Untergrundpumpen wurde erst erzielt, als die Kraftpumpe außer Betrieb gesetzt und die unterirdischen Pumpen durch Wasser aus der städtischen Leitung beaufschlagt wurden. Das Abwasser wurde mit dem Grubenwasser in den Sutro-Tunnel gedrückt.

Erwähnenswert ist, dass, nachdem hydraulische Kraftübertragung einmal beliebt wurde, in Virginia auch Fördermaschinen obertägig mit hydraulischem Antriebe ausgeführt wurden, u. a. auf Ophir-Grube, aber vorsichtshalber mit einer daneben liegenden normalen Dampfmaschine mit Vorgelege,

welche mit der Fördertrommel im Bedarfsfalle verbunden werden kann. Diese hydraulischen Fördermaschinen, gleichfalls von den Risdon-Eisenwerken in San Francisco gebaut, sind in Fig. 318 dargestellt. Die schwingenden Treibcylinder sind einfach wirkend (!) und werden von der städtischen Wasserleitung beaufschlagt (135 m Gefälle). Die Steuerung ist sehr einfach, aber eine sinnlos verwickelte Rohrleitung mit scharfen Uebergängen und großen Wassersäulen verhindert jede richtige Wasserbewegung, und die Bauart der Motoren jede sichere Umdrehung der Fördertrommeln. Die Maschinen konnten nie einen Betrieb übernehmen, und die Förderung wurde nur mit der Dampfmaschine durchgeführt.

Bemerkenswert sind von den Risdon-Eisenwerken ge-

baute Luftkompressionsmaschinen, welche zum Füllen der Windkessel für die hydraulischen Kraftpumpen dienen. Sie besitzen stehende Dampfzylinder und Luftkompressoren mit oben liegendem Balanzier; der Kompressorzylinder ist als

beweglicher Differentialkolben für zweistufige Kompression ausgeführt. Die Anordnung ist interessant, sie ist vor 20 Jahren zuerst gebaut worden.

Fig. 324 bis 326. Senkpumpe. Maßstab 1:30.

Fig. 324.  
Seitenansicht.

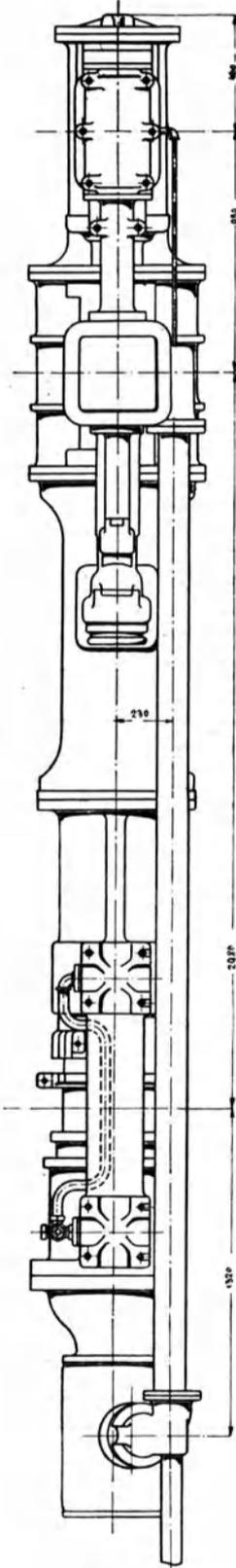


Fig. 325.  
Querschnitte.

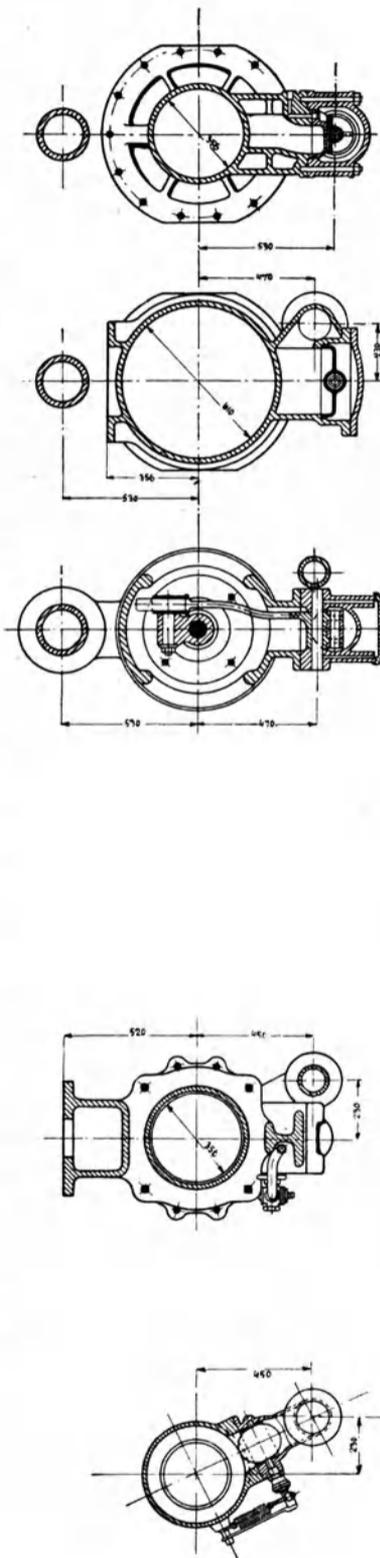
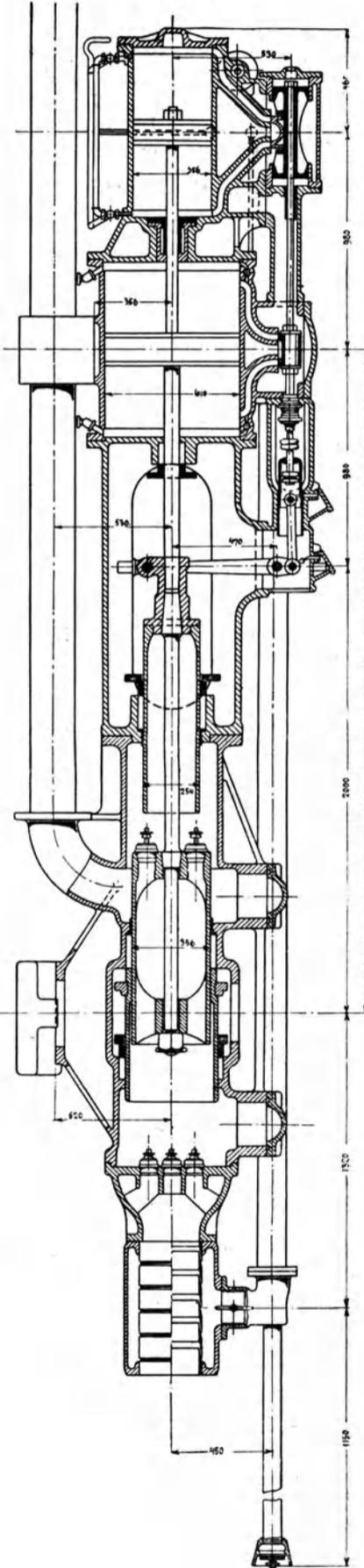


Fig. 326.  
Längsschnitt.



**Yellow-Jacket-Schacht.**

Diese Schachtanlage ist mit einer liegenden Verbund-Wasserhaltungsmaschine für den Betrieb der Gestängepumpen versehen. Die Anordnung des Gestänges und die Verteilung der Pumpensätze, Ausgussstellen und Gestängeausgleichungen sind in der Fig. 319 dargestellt.

Die obertägige Antriebsmaschine, von W. H. Patton entworfen und von Prescott, Scott & Co. in San Francisco 1878 gebaut, ist in Fig. 320 bis 322 dargestellt: Hoch- und Niederdruckcylinder liegen neben einander. Beide sind mit Ventilsteuerung versehen. Ihre Kolbenstangen arbeiten auf ein gemeinsames Querhaupt, in dessen Mitte die aus Walzeisen gebaute Schubstange angreift, die so geformt ist, dass die Kurbelwelle in der Maschinenachse durch sie hindurchgeht. Der armierte hölzerne Kunstwinkel treibt das Pumpengestänge. Der Kurbeltrieb ist durch Doppelschubstange vom Querhaupt abgeleitet, die Kurbelwelle trägt zwei Schwungräder, jedes von 42 t Gewicht.

Die Maschine ist auf einem ungeheuren Granitfundament aufgebaut, dessen Kosten allein mehr betragen als eine doppelt so leistungsfähige unterirdische Maschine einschliesslich Maschinenraum.

Die Abmessungen der Maschine sind: Hochdruckcylinder 787 mm, Niederdruckcylinder 1575 mm Dmr., gemeinsamer Hub 3660 mm, Pumpenhub 3050 mm. Die sonstigen Einzelheiten sind aus der Zeichnung ersichtlich; ebenso die Anordnung des Kondensators, dessen Luftpumpe durch einen übermässig schweren gusseisernen Hebel angetrieben wird. Wahrscheinlich war in Erfahrung gebracht, dass ein derartiger Hebel irgend einmal gebrochen, und nun wurde er dermassen verstärkt, dass ihm solches verleidet wurde.

Die übrigen zahlreichen Maschinenanlagen des Virginia-Bergbaues muss ich übergehen und erwähne nur noch die Wasserhaltung auf der Alta-Grube, eine Davey-Maschine liegender Bauart, in Fig. 323 dargestellt, mit hinter einander liegenden Cylindern und Uebertragung durch Doppelwinkel auf 2 Pumpengestänge. Als Hauptvorteil der Davey-Steuerung wird die Eigenschaft gerühmt, dass im Falle eines Bruches der Steuerungsapparat den Dampfzufluss absperrt und die Maschine stillsetzt. Diese Wirkung ist bei dieser Maschine nicht eingetreten. Bei einem Gestängebruch hat der Dampfkolben die Deckel die vordere Führung und die Schubstange zertrümmert, und erst nachträglich wurde zur Differentialsteuerung ein »home made« Sicherheitsapparat hinzugefügt, welcher den Hub der Maschine begrenzte und ausserdem den Dampf absperrte. Ausserdem wurden elastische Hölzer mit Gummiarmirung eingebaut, um das Durchschlagen zu verhindern.

Ueber die ungeheuren Kosten der Wasserhaltung im Virginia Bergbau geben nachfolgende Zahlen, die kurz vor dem grossen Wassereinbruch erhoben sind, Aufschluss:

Die Wassermenge, welche 1881 durch den Sutro-Tunnel floss bezw. auf die Stollenhöhe, jedoch aus verschiedener Tiefe gehoben werden musste, betrug im Jahresdurchschnitt 21 000 cbm in 24 Stunden; 1882: 24 000, 1883: 33 000, im Jahre 1884 durchschnittlich 36 500.

Einzelleistungen waren: im Combination-Schacht in 24 Stunden: 32 500 cbm heisses Wasser gehoben und für die hydraulischen Untergrundpumpen 6400 cbm verbraucht, daher reine Wasserhebung 26 100 cbm in 24 Stunden.

Auf Combination-Schacht betragen die Kosten der Wasserhebung 22 034 \$ monatlich. Die Kosten für das Aufschlagwasser der drei hydraulischen Untergrundpumpen betragen im Durchschnitt 10 000 \$ monatlich.

Auf Yellow Jacket-Schacht betragen die Betriebskosten bei einer Wasserförderung von 123 000 cbm im Monat März 1882 für:

Holzfeuerung . . . . .	4250 \$
Löhne . . . . .	3000 «
Beleuchtung und Material usw. . . . .	800 «
Wasserverbrauch . . . . .	1000 «
Reparaturen . . . . .	700 «
verschiedene Ausgaben . . . . .	500 «
zusammen	10 250 \$.

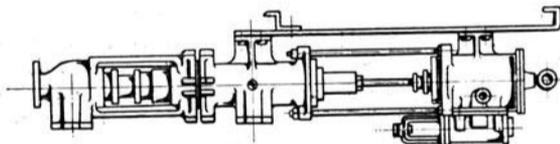
Dabei kommen die ausserordentlichen Kosten des Brennstoffs in betracht. Bei der grossen Entfernung der Kohlengruben wurde damals fast nur Holz verbrannt. Die Brennstoffkosten sind etwa 16 bis 20 \$ für 1 t Kohle!

Die gemachten Angaben über Wasserhaltungsmaschinen kennzeichnen nicht nur die Maschineneinrichtungen in den westlichen Bergbaugenden, sondern, abgesehen von den bekannten Cornwall-Maschinen, amerikanische Wasserhaltungsmaschinen überhaupt, wobei noch hinzugefügt werden muss, dass grosse Maschinen überhaupt nicht sehr häufig zu finden sind, da die amerikanischen Gruben mit Ausnahme einiger Erzbergbauten selten mit Wasserzuflüssen zu kämpfen haben. Schon früher wurde als wesentlich und bezeichnend hervorgehoben, dass in den meisten Bergbaugenden eine ungeheure Zahl kleiner Betriebe und nur wenige grosse, mit grossen Mitteln arbeitende, vorhanden sind. Dem entspricht auch die Anwendung der Maschinen.

Die meisten Betriebe werden mit den einfachsten, d. h. vor allem mit den billigsten Maschinen durchgeführt. Vielleicht mehr als  $\frac{9}{10}$  aller Wasserhaltungsmaschinen im Westen sind gewöhnliche eincylindrige Stofspumpen, überwiegend nach der Bauart von Knowles oder Blake, vereinzelt auch von Worthington, und daneben für grössere Anlagen Cornwall-Maschinen oder gewöhnliche liegende Maschinen mit Räderübersetzung und Kunstwinkel für den Pumpenantrieb. Ueber letztere Maschinengattungen ist nichts Neues zu berichten, erstaunlich ist nur, dass man in Bergbaugenden, wo der Brennstoff 16 bis 20 \$ für die Tonne kostet, sich mit so primitiven, im Betrieb kostspieligen Maschinen behilft. Dies zeigt wenig Vertrauen in die Zukunft des Unternehmens.

In Fig. 324 ist die Bauart von Senkpumpen, wie solche für Schachtabteufungen und Sumpfung in den westlichen Bergrevieren häufig verwendet werden, abgebildet. Die Dampfverteilung erfolgt zweistufig, die Steuerung durch eine gewöhnliche Stofssteuerung. Bei sehr mangelhaftem Gange werden solche Pumpen mit Geschwindigkeiten bis zu etwa 40 Min.-Umdr. betrieben und entsprechen dem Zwecke. Sehr beachtenswert ist die Bauart der Pumpen als einfach

Fig. 327. Senkpumpe.

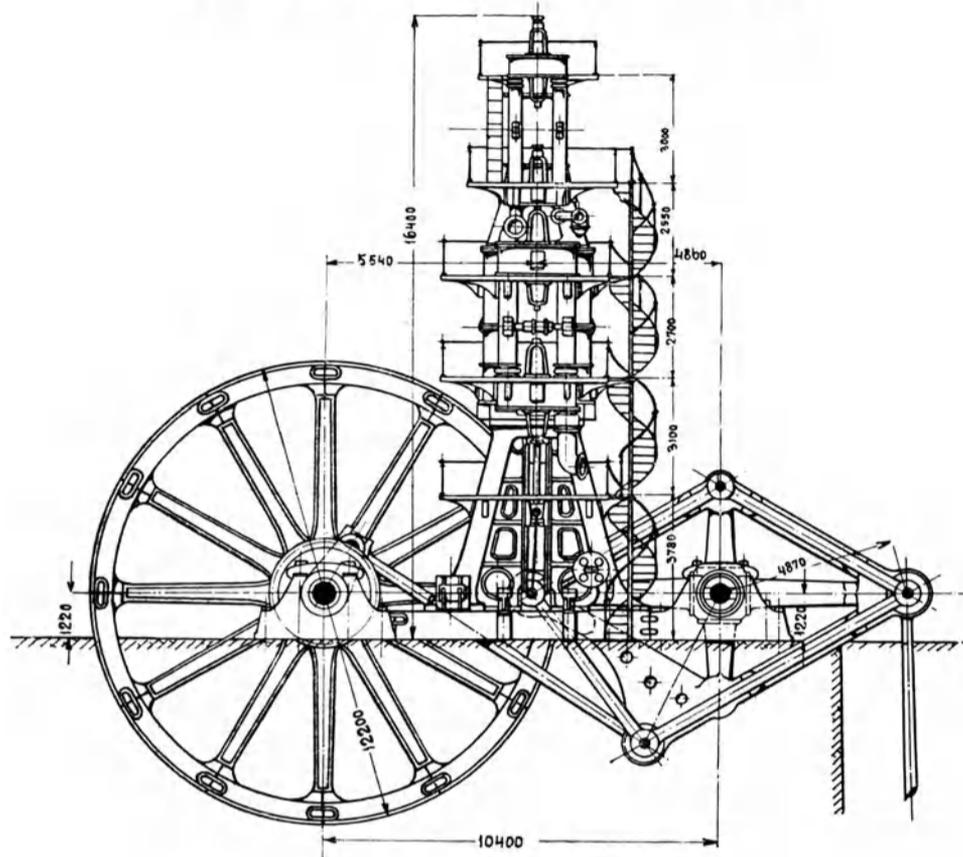


saugende und doppelt drückende Differentialpumpen. Die Kondensation des Auspuffdampfes erfolgt im Saugrohr. Die Fig. 324 bis 326 zeigen alle wesentlichen Einzelheiten.

Fig. 327 zeigt die allgemeine Anordnung einer einfachen eincylindrigen Abteufpumpe. Die Aufhängung im Schacht erfolgt mit einfachen Hängeisen und sehr primitiver Holzver spreizung.

Als Beispiel einer grossen modernen Wasserhaltungsmaschine ist in Fig. 328 die von der E. P. Allis Co. in Milwaukee für die Chapin-Eisengrube in Iron Mountains, Mich., gelieferte grosse Wasserhaltungsmaschine dargestellt. Die Maschine ist neuesten Datums; sie wurde erst in diesem Jahre in Gang gesetzt, während die früher erwähnten Wasserhaltungen in Nevada sämtlich aus den sechziger und siebziger Jahren stammen. Die in Fig. 328 dargestellte Wasserhaltungsmaschine zeigt daher die Einzelheiten des modernen Maschinenbaues. Hoch- und Niederdruckcylinder sind über einander auf einem aufrechten Ständer aufgebaut und treiben das eine Ende der grossen Schwinge; am zweiten Ende hängt das Pumpengestänge, und der nach unten verlängerte Arm treibt schräg nach aufwärts durch die Schubstange die Kurbel an. Das Kurbellager ist starr mit dem Maschinenrahmen verbunden.

Fig. 328.  
Wasserhaltung der Chapin-Grube. Maßstab 1:200.



Auf der Kurbelwelle sitzt ein großes Schwungrad von 12,2 m Dmr. und 130 t Gewicht. Die Einzelheiten des Schwungrades sind in einem noch nachfolgenden Berichte über Schwungräder enthalten.

Die Maschinenabmessungen sind: 1270 mm Hochdruckcylinder-, 2540 mm Niederdruckcylinderdmr., 3050 mm Hub, 7 Drucksätze in je 60 m Höhe über einander. Die Einzelheiten der Schwinge sind in der Fig. 329 dargestellt.

Der Aufbau der Maschine ist kaum nachahmenswert. Die Bauhöhe ist eine ungeheure (16,4 m), die Länge der Schwinge 10,96 m, der Schubstange 9,15 m, und das ungeheure Schwungrad erlaubt doch nur eine größte Umdrehungszahl von  $3\frac{1}{2}$ , während diese 12 i. d. Min. betragen soll. Die Maschine ist gegenwärtig im Gang, und es wiederholt sich hierbei auch in Amerika der alte Spass, dass der ruhige, sichere Gang der Maschine ganz außerordentlich gerühmt wird, weil eben jetzt nur 2 Pumpensätze und nur 150 m Gestänge an der Maschine hängen. Wie die Maschine bei voller Belastung und 450 m Gestängelänge und bei 12 Min.-Umdr. läuft, wird vorläufig nicht beachtet. Ich will noch bemerken, dass in der Bauart des Gestänges nichts vorgesehen ist, was hohe Geschwindigkeit, selbst über 8 Min.-Umdr., bei voller Gestängelänge sichert. Was wir für solchen Fall unerlässlich halten würden: reine Zugbeanspruchung im Gestänge, Berücksichtigung der Massenbewegung, vollständige Ausgleichung usw. ist nicht vorgesehen. Immerhin mögen diese Wasserhaltung und mehrere in den Zink- und Kohlengruben in Pennsylvanien aufgestellte, durch die Litteratur bereits bekannt gewordene Maschinen als die besten Typen amerikanischer Wasserhaltungen gelten.

Hinsichtlich unterirdischer Wasserhaltungsmaschinen habe ich bereits das Ueberwiegen der gewöhnlichen Stoßpumpen billigster Bauart erwähnt. Sogar Duplexpumpen sind verhältnismäßig selten. Die Folgen dieser unzulänglichen Betriebsmittel sind überall zu sehen: Versagen der Pumpen, furchtbare Hitze in den Maschinenräumen, außerordentlicher Brennstoffaufwand, hohe Reparaturkosten usw. Die Unsicherheit insbesondere der Erzbergbauverhältnisse im

Westen hat bisher nur in einzelnen Fällen die Beschaffung besserer Maschinen zugelassen.

Als ein Beispiel einer modernen unterirdischen Wasserhaltung erwähne ich die in Fig. 330 bis 335 dargestellte unterirdische Wasserhaltungsmaschine der Boston and Montana Gold and Silver Min. Co. in Butte City, Montana.

Fig. 330 bis 332 zeigen eine allgemeine Anordnung der Maschine, Fig. 333 die Seitenansicht, Fig. 334 den Grundriss, Fig. 335 den Querschnitt der Maschine und der Pumpen.

Die Pumpen saugen unmittelbar aus dem Sumpf. Das zu hebende Wasser wirkt derartig zerstörend auf Eisen, dass alle wasserberührten Teile einschliesslich Steigröhren aus Rotguss hergestellt werden mussten. Die Einzelheiten der Pumpen sind dementsprechend ausgebildet; die Pumpen sind ohne Saugwindkessel ausgeführt, Ventile und Wassersäulen aber entsprechend bemessen, obschon die Maschine mit 100 Min.-Umdr. laufend betrieben werden muss. Die Pumpen sind einfach saugend und doppelt drückend. Die Ventile werden von der Schwingscheibe der Corliass-Dampfmaschine gesteuert. Die Anordnung der einzelnen Teile ist aus den Figuren genügend ersichtlich. Die Maschine ist von der Maschinenfabrik Fraser & Chalmers in Chicago gebaut.

Endlich erwähne ich noch elektromotorisch betriebene Wasserhaltungsmaschinen, welche in neuester Zeit für kleine Leistungen von höchstens 80 PS in mehreren Erzbergbauten versucht wurden. Bei allen diesen bietet der Elektromotor nichts Neues, es sind gewöhnliche, meist übermäßig rasch laufende Motoren, welche 2- bis 3fache Uebersetzung, wenn nicht gar Schneckenradübersetzung, erfordern. Die zugehörigen Pumpen zeichnen sich durch sehr mangelhafte Bauart und Wirkung aus. Gewöhnlich wird von der elektrotechnischen Firma im Wege der Verdingung die billigste Pumpenkonstruktion dem Motor hinzugefügt, und die Wirkung ist darnach.

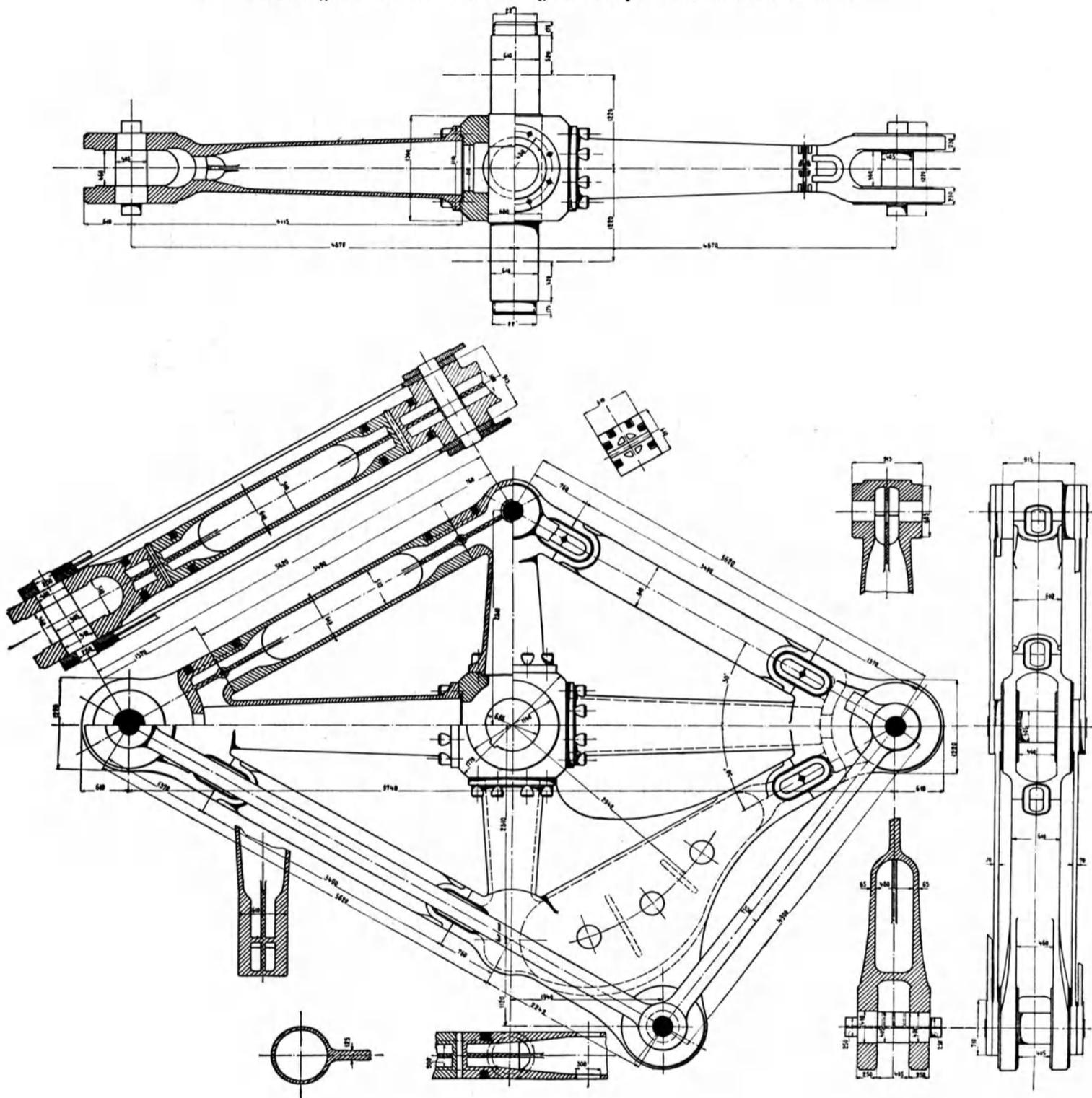
Mehrere mir bekannte Wasserhaltungsmaschinen haben ihrem Zwecke nicht entsprochen; einige sind überhaupt nie betriebsfähig geworden, nicht weil die elektrische Ueber-

tragung irgendwelche erheblichen Schwierigkeiten (abgesehen von der übermäßigen Geschwindigkeit) verursacht hätte, sondern nur weil die zugehörigen Pumpen von äußerst schlechter Beschaffenheit waren und auch als Dampfpumpen

niemals Besseres geleistet hätten. Vor allem sind die Pumpen für die Eigenart der Elektromotoren und die daraus sich ergebenden Rücksichten hinsichtlich Regulierung und Anlassen der Pumpen in keiner Weise eingerichtet.

Fig. 329.

Schwinge bei der Wasserhaltung der Chapin-Grube. Maßstab 1:70.



In Fig. 336 S. 154 ist eine typische, elektrisch betriebene Pumpe, von der Geo. F. Blake Co. in Boston gebaut, dargestellt, die zu den besseren ihrer Art gehört, jedoch bei höchst verwickelter Bauart, 6 Kolben mit Umführungstangen, zweifacher Räderübersetzung usw., nicht als ein Muster gelten kann. In Fig. 337 ist der Ventilkasten, in Fig. 338 ein Ventil dargestellt. Vor dem Steigrohre sind belastete Sicherheitsventile, welche den Windkessel ersetzen sollen, eingebaut.

Außerdem ist in Fig. 339 in Seitenansicht und Grundriss die Anordnung der unterirdischen Wasserhaltungsmaschine

der Calumet und Hecla-Grube dargestellt. Der Elektromotor überträgt die Kraft mit doppelter Räderübersetzung auf eine dreifach gekröpfte Kurbelwelle und durch Doppelschubstange auf die Plunger der drei doppelt wirkenden Pumpen. Das erste Antriebsrad sowie die Lagerung des Elektromotors sind isoliert. Diese Pumpen, bis zu 80 PS ausgeführt, haben im Betriebe nicht entsprochen und konnten wegen Brüche in Pumpen und Steigleitung mit der erwarteten Höchstgeschwindigkeit von 80 bis 100 Min.-Umdr. überhaupt nicht und betriebsicher nur mit 30 bis 35 Umdr. laufen.

Fig. 330.  
Grundriss.

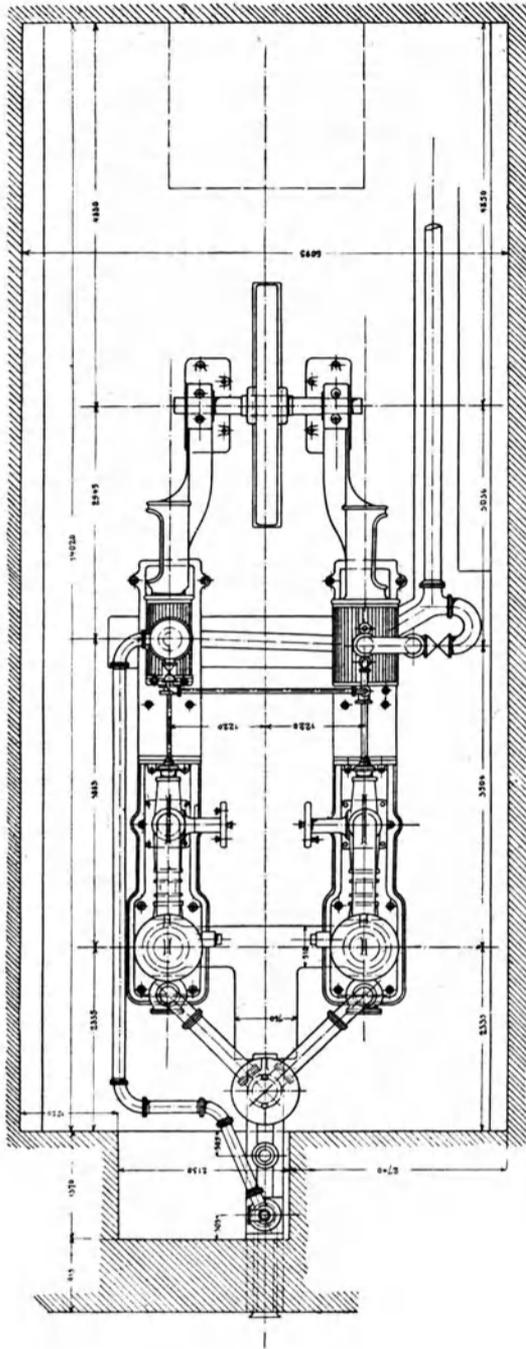


Fig. 330 bis 332.  
Wasserhaltung der Boston Montana Co.,  
Butte City.  
Mafsstab 1:100.

Fig. 332.  
Querschnitt.

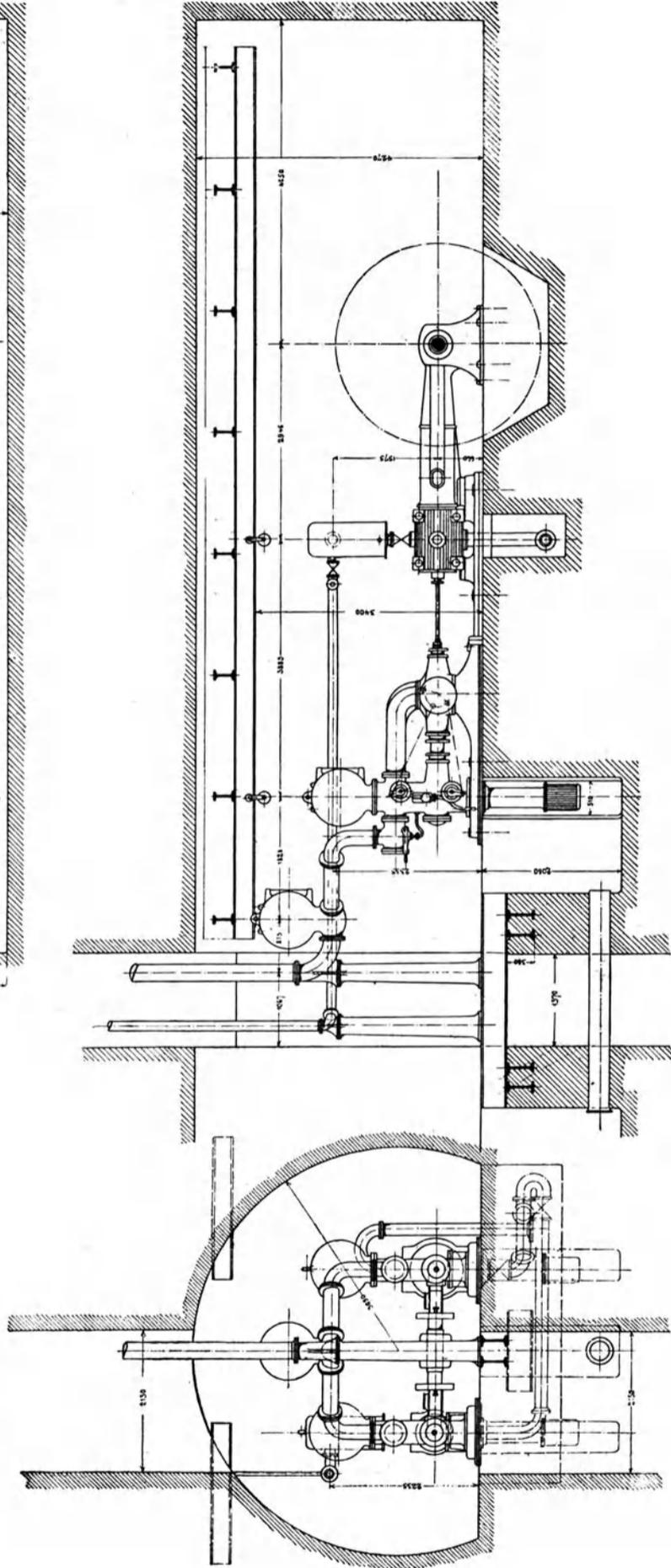
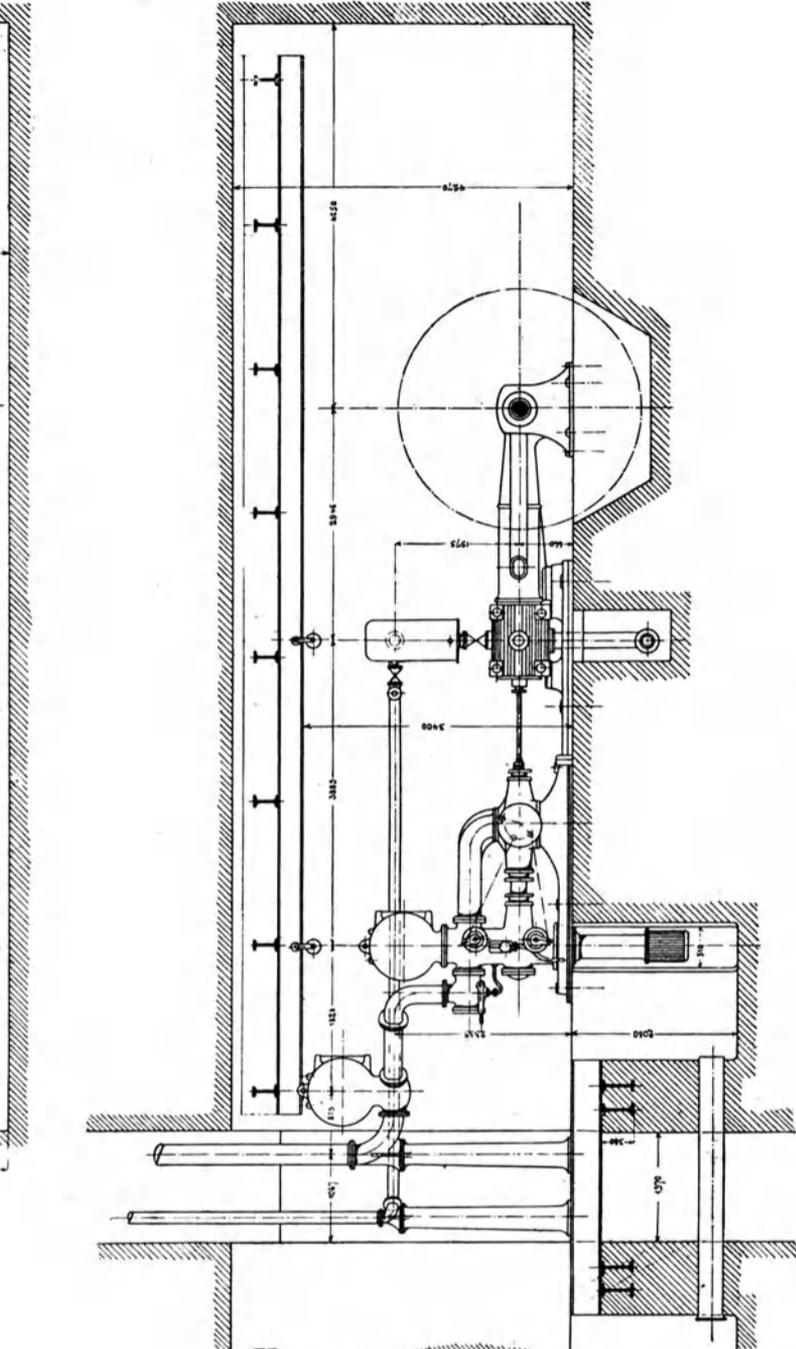


Fig. 331.  
Längsschnitt.



An den Maschinen der Virginia-Gruben wurden von W. R. Eckart mit musterhafter Sorgfalt und Gründlichkeit zahlreiche Versuche durchgeführt, deren Resultate viel wertvolle Erfahrung und Erkenntnis lieferten, die bei uns teilweise erst später und mit mehr Lehrgeld erworben wurden. Ich hoffe, über diese Versuche später noch ausführlicher berichten zu können und füge nur den im Vorangegangenen beschriebenen Maschinen einige ergänzende Versuchsergebnisse bei.

Als Beispiel einer Gestängewasserhaltung ohne Schwungrad mit Davey-Differentialsteuerung wähle ich die Maschine auf Belcher-Grube, Fig. 315, S. 142.

Die Dampfdiagramme für normalen Gang sind in Fig. 340, S. 155 dargestellt. Auch bei dieser Maschine hat die Hubbegrenzung durch die Differentialsteuerung nicht genügt und mussten Anschlaghölzer unterhalb der Schwinge eingebaut werden.

Sehr mangelhaft erwies sich bei den Versuchen die Wirkung der unabhängigen Kondensatoren. In Fig. 341 sind die Diagramme der Antriebsdampfzylinder für die Luftpumpe dargestellt, welche den veränderlichen Hub, die ungleiche Belastung und die Dampfverschwendung durch Nachfüllung im Zylinder erkennen lassen. Bei den Versuchen ergab sich bei Kondensationsbetrieb ebenso großer Dampfverbrauch wie bei freiem Auspuff. Später wurde zu den Luftpumpen eine besondere Kaltwasserpumpe hinzugefügt, welche das Einspritzwasser 16 m hoch in Behälter zu heben hatte; hierdurch wurde die Luftleere zwar verbessert, aber die Versuche ergaben noch höheren Dampfverbrauch. Endlich wurde die Anlage für Abfallkondensation umgebaut, welche sich bewährte.

Während der Versuche wurden von der Maschine folgende Gestängelängen betrieben: von der Maschine bis zum tonnlägigen Schacht 280 m mit Holzgestänge von 356 mm im Geviert; dann 503 m mit 356 mm- und 244 m mit 254 mm-Gestänge; dann 264 m mit 254 mm-Gestänge; zusammen 1291 m Pumpengestänge.

Das Gestänge war mit 7 Ausgleichern versehen, und im tonnlägigen Teil durch 82 Unterstützungsrollen getragen. Gesamtgewicht des Gestänges 188 600 kg.

Bei durchschnittlich 5,25 minutlichen Hüben ergab sich die Arbeitsleistung beim Auf- und Niedergange, bei vorzüglicher Ausgleichung, zu je 128 PS, zusammen 256 PS. Der Gesamtwirkungsgrad betrug 0,748, der Hubverlust 3 pCt.

Die unzureichende Dampfausnutzung sowie die Unsicherheit des Betriebes waren Veranlassung, dass von den Davey-Maschinen ohne Schwungrad wieder abgegangen wurde und bei den Neuanlagen wieder Schwungradmaschinen für die Wasserhaltungen gebaut wurden. Die zuletzt auf Yellow Jacket-Schacht aufgestellte Maschine ist vorhin schon beschrieben und in Fig. 320 bis 322, S. 144 und 145 dargestellt.

Bei dieser Maschine waren beide Dampfzylinder mit Dampfmänteln sowie mit guter Ventilsteuerung versehen und so dicht neben einander gelegt, dass die Vorteile der kurzen Dampfwege zur Geltung kommen mussten. In der That zeigen die Diagramme, Fig. 342, eine für Maschinen der damaligen Zeit und Erfahrung vorzügliche Dampfleistung. Im Durchschnittsbetrieb ergab sich ein Dampfverbrauch von 8,4 kg, ein Wirkungsgrad von 85 pCt.

Bei den Versuchen drückten die Pumpen mit 330 und 356 mm-Plungern, bei 3050 mm Pumpenhub, aus 915 m Tiefe, entsprechend einer Gesamtförderhöhe von 932 m. Das Pumpengestänge von 406 mm im Geviert, 920 m lang, ist mit 10 Ausgleichern versehen, das Gesamtgewicht des Gestänges mit Plungern und Stofsverbindung betrug 280 t.

Bei normalem Betriebe und 5,5 Min.-Umdr. ergab der Niedergang 197, der Aufgang 224 PS, zusammen 421 PS.

Bei der Maschinenanlage des Combination-Schachtes ist die Anlage für die hydraulischen Untergrundpumpen mit obertägiger Kraftpumpe beschrieben. Eine ähnliche Anordnung ist auf Eureka-Grube, Nevada, ausgeführt.

Die Kraftpumpe über Tag hat Dampfzylinder von 562 mm Hochdruck-, 1124 mm Niederdruckzylinderdmr. bei 1830 mm

Hub und arbeitet mit 10 Min.-Hüben, mit 4 Kraftplungern von 98 mm Dmr. Diese haben das Aufschlagwasser zu liefern für zwei Untergrundpumpen, eine mit Kraftplungern von 133 mm und 330 mm-Pumpenplunger, 2440 mm Hub und 8 Min.-Hüben, und eine mit Kraftplungern von 130 mm und 140 mm-Pumpenplunger, 1830 mm Hub und 8 Min.-Hüben, außerdem für eine Senkpumpe von 305 und 432 mm Differentialplunger und 1830 mm Hub.

Bei den Versuchen waren die Maschinen 3 Tage in normalem Gange. Die obertägige Maschine arbeitete mit durchschnittlich 9,63 Min.-Hüben bei 6,8 kg/qcm Dampfspannung, 483 mm Luftleere (normaler Luftdruck wegen Seehöhe 584 mm), Akkumulatordruck 73,7 kg/qcm.

Die unterirdischen Pumpen liefen mit durchschnittlich 7,5 Min.-Hüben und ergaben einen Wirkungsgrad von 0,58.

Bei wiederholten Versuchen wurde der Einfluss der Geschwindigkeitserhöhung an den Druckpumpen festgestellt. Fig. 343 zeigt in graphischer Darstellung die Zunahme des mittleren Pumpendruckes für 1,53 bis 6 Min.-Hübe, und den Vergleich dieses mit der Geschwindigkeit zunehmenden Betriebsdruckes mit dem hydrostatischen Druck. Mit zunehmender Geschwindigkeit erhöht sich die Endpressung in der Druckpumpe infolge der Stoswirkung, siehe die Pumpendiagramme Fig. 344. Diese erhöhten Enddrucke sind in der Fig. 343 als Ordinaten zu den betreffenden Geschwindigkeiten aufgetragen und die Punkte durch eine Kurve, welche diese Spannungszunahme darstellt, verbunden. In Fig. 345 sind die Diagramme der Kraftpumpe, in Fig. 346 die Diagramme der Antriebsdampfmaschine der Kraftpumpe dargestellt.

Die Kraftpumpe hat außerdem das Druckwasser für eine hydraulische Fördermaschine zu liefern, obwohl für die Förderung über Tag Dampf zur Verfügung steht. Beim Anlassen der hydraulischen Fördermaschine sinkt der Akkumulatordruck von 77 kg/qcm auf 52,5 kg/qcm. Außerdem tritt in den Treibzylindern ein außerordentlicher Druckabfall ein, wenn der unter 90° versetzte zweite Arbeitszylinder den Hub beginnt. Diagramme dieser Treibzylinder sind in Fig. 347 dargestellt, aus denen die Störung der Wasserbewegung in der Hubmitte ersichtlich ist. Dieser hydraulische Antrieb wurde hauptsächlich ausgeführt, weil man beabsichtigte, das große Seilgewicht beim Niedergange zur Kraftaufspeicherung zu verwenden und die Wassersäulenmaschine während des Ganges als Widerstand, als Pumpe, zu betreiben. Diese Einrichtung ist jedoch nicht ausgeführt worden.

Die Treibzylinder haben veränderlichen Hub, die Einstellung des Kurbelzapfens erfolgt durch hydraulischen Druck. An jeder Kurbel arbeiten 4 Treibzylinder (152 mm Dmr., 1830 mm Hub), sodass wenigstens die sichere Umdrehung der Trommelwelle erreicht wird.

Von ganz besonderem Interesse sind die Versuche von Eckart, durch welche die tatsächlichen Bewegungsverhältnisse langer Gestänge festgestellt wurden. Ich habe selbst vor etwa 15 Jahren versucht, die Formveränderungen langer Gestänge festzustellen, bin aber mit den Versuchen gescheitert, da mir keine brauchbaren Instrumente zur Verfügung standen und mit den gewöhnlichen Mitteln die Feststellung nicht gelang.

Eckart konstruierte zur Bestimmung der jeweiligen Geschwindigkeit von hin und her gehenden Maschinenteilen in den einzelnen Bewegungszuständen einen Chronographen, Fig. 348, bestehend aus einer Trommel, welche von einem Uhrwerk in gleichförmige Umdrehungsgeschwindigkeit versetzt wird. Die Trommel ist genau ausgeglichen und läuft in Rollenlagern. Das Uhrwerk wird durch eine Sirene reguliert, deren gleichmäßige Umdrehung auf der Schwingungszahl einer Membran beruht. Durch Veränderung der Schwingungszahl der Membran können auch Umdrehungszahlen des Uhrwerks verändert werden. Ursprünglich war außerdem ein zweiter Schreibstift in Verbindung mit dem Uhrwerk angebracht, welcher die Sekundenpunkte auftrug. Vor der Trommel, parallel zu ihrer Achse, befindet sich eine Gleitstange, auf der ein Schlitten vom zu untersuchenden Maschinenteil durch eine Schnur hin und her geführt wird. Dieser Schlitten

trägt einen Stift, der auf dem Papierstreifen der Trommel die Bewegungskurven zeichnet, deren Abscissen die Zeit und deren Ordinaten den Weg angeben.

Um den Apparat möglichst empfindlich zu machen, hat Eckart das Papier mit Rufs überzogen, sodass der Stift nur die Rufsfläche berührt, aber nicht das Papier selbst. Nach Abnahme wird der Rufs durch Schellack fixirt.

Eine weitere Eigentümlichkeit des Apparates besteht darin, dass der auf dem Schlitten befestigte Stift durch einen Elektromagnet in das Papier eingedrückt werden kann, um gewisse Punkte in dem Diagramm besonders hervorzuheben.

Die in Fig. 349 dargestellten Diagramme sind am Gestänge der Wasserhaltung der Ophir-Grube (s. Fig. 311 auf S. 139) abgenommen, und zwar wurde die Bewegungskurve *A A* vom Apparat übertags am Kunstwinkel der Maschine bei *A* bei 5 Min.-Hüben abgenommen, während die Kurve *B B* am unteren Teil des Gestänges in 700 m Tiefe bei *B* (siehe Fig. 349) abgenommen wurde und die tatsächliche Geschwindigkeit an dieser Stelle anzeigt. Der Maßstab der beiden Kurven ist nicht derselbe, damit die Kurven der Deutlichkeit halber auseinanderrücken.

Aus der Bewegungskurve ist die Geschwindigkeitskurve abgeleitet durch Legen der Tangenten an die einzelnen Kurvenelemente und Bestimmung der Geschwindigkeit nach  $v = \frac{ds}{dt}$ .

Diese Geschwindigkeiten sind in ein Koordinatensystem eingetragen, sodass die Abschnitte der Abscissen die Sekunden darstellen, während die Ordinaten die zu den jeweiligen Zeitabschnitten gehörigen Geschwindigkeiten angeben.

Auf diese Weise sind die tatsächlichen Geschwindigkeiten ermittelt, entsprechend den Bewegungskurven *A* (über Tag) und *B* (unter Tag). Aus den berechneten Geschwindigkeiten sind dann ferner noch die Beschleunigungskurven für denselben Abscissenmaßstab nach  $p = \frac{d^2s}{dt^2}$  abgeleitet.

Die Beschleunigungen sind von der Grundlinie nach oben und die Verzögerungen nach unten aufgetragen.

Aus diesen Versuchen, die an vielen anderen Gestängewasserhaltungen in Virginia City wiederholt sind, ergibt sich, dass die tatsächliche Bewegung des Gestänges unter Tag mit der Ubertagbewegung überhaupt nicht übereinstimmt, dass unter Tag Geschwindigkeiten ein Minimum und selbst Null werden, wenn über Tag andere, selbst größte Geschwindigkeiten auf das Gestänge übertragen werden usw., dass also die elastischen Formveränderungen so bedeutende sind, dass über und unter Tag im vermeintlich starren Gestänge gar keine Uebereinstimmung der Bewegungen mehr stattfindet. Es ist nicht die Kraftübertragung durch ein festes Gestänge, sondern es sind Schwankungen einer elastischen Masse, und die tatsächliche Bewegung des Gestänges ist das Produkt einer zusammengesetzten Bewegung. Weder Hublänge, noch Bewegungsumkehrung stimmen mit der tatsächlichen Bewegung unter Tag.

Es ist also nicht ausreichend, lange Gestänge nur für die Beanspruchungen und nur für die Beschleunigungskräfte zu berechnen, es müsste auch noch der Einfluss der Schwingungen und elastischen Formveränderungen berücksichtigt werden, was aber nach bisheriger Erkenntnis und unter Berücksichtigung der wirklichen Verhältnisse unmöglich ist.

Sehr beachtenswert ist auch die Uebereinstimmung dieser Schwingungen im Gestänge mit den Schwankungen der Wasserpressung in den Pumpensäzen. Gleichzeitig aufgenommene Bewegungs- und Pumpendiagramme ergaben, dass in den Pumpen Druckerhöhung zu genau derselben Zeit vorhanden ist, wo infolge der Geschwindigkeitsänderungen Beschleunigung eintritt, und umgekehrt beim Auftreten von Verzögerungen.

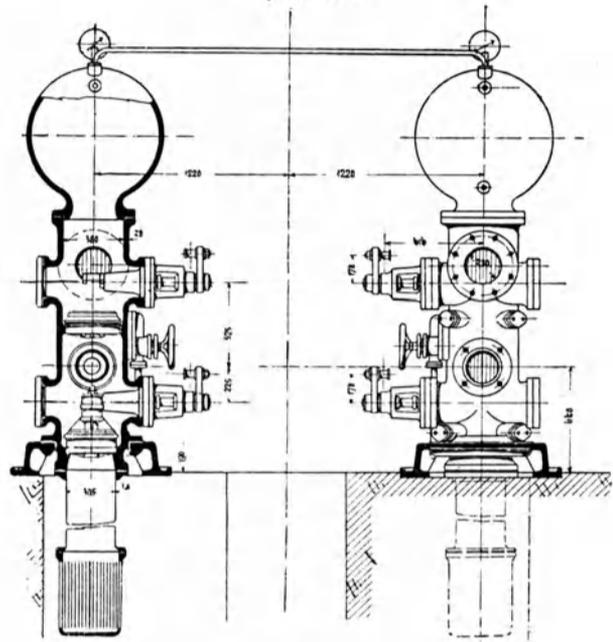
Die Folge dieses unvermeidlichen Bewegungszustandes ist die ungleiche Hublänge, der sogen. Hubverlust, und die Unmöglichkeit, rasche Bewegung und rasche Bewegungsänderung zu erzielen. Also nicht nur die statischen Kräfte und die Beschleunigung der Massen setzen der Geschwindigkeit langer Gestänge ein engbegrenztes Ziel, sondern noch mehr die

Schwingungen, welche durch die Formveränderung zusammen mit der Massenbeschleunigung auftreten.

Durch die Versuche wurde ferner nachgewiesen, dass infolge dieser Schwingungen an einzelnen Gestängeteilen, gewissermaßen an Knotenpunkten, weit erhöhte Bean-

Fig. 335

Querschnitt.



spruchungen auftreten und dass infolgedessen die Gestänge stets in bestimmten Querschnitten brechen, wo die Festigkeit des Bruchquerschnittes keine geringere ist als in anderen Gestängequerschnitten, und wo der Bruch eben nur eine Folge der Beanspruchung durch die Schwingungen ist. Es ist auch im höchsten Grade auffällig und interessant, dass die Bruchstellen der Holzgestänge nicht dem natürlichen zackigen Bruche des Holzes entsprechen, sondern quer und geradflächig durch das Gestänge gehen, als ob es durch einen Meißel glatt abgestemmt worden wäre. Außerdem zeigt die mikroskopische Untersuchung, dass die Struktur des Holzes durch die fortgesetzte Schwingungsbeanspruchung vollständig verändert wird, dass es förmlich kristallisiert ist und alle Erscheinungen der unzulässig wiederholten Beanspruchung aufweist. Alles dieses vollzieht sich, und alle daraus erwachsenden Gefahren der Brüche treten auf innerhalb durchaus zulässiger statischer Beanspruchungen.

Diese Versuche geben höchst lehrreichen Aufschluss über viele Gefahren und Brüche, welche durch die Kraftübertragung mittels langer Gestänge veranlasst werden, und es wäre sehr erwünscht, wenn solche Untersuchungen erweitert und auch für den umgekehrten Fall der Kraftübertragung durch kurze Gestänge, aber bei höherer Geschwindigkeit und infolgedessen größeren Beschleunigungen durchgeführt würden.

Eckart hat auch Geschwindigkeitsdiagramme an der Mexican Union-Wasserhaltungsmaschine, Fig. 312 auf S. 140, abgenommen, derart, dass die tatsächlichen Beschleunigungskurven am Balanzierkopf unmittelbar über dem Schacht abgenommen wurden. Aber selbst bei dieser geringen Entfernung von der Antriebsmaschine ergaben sich ganz ungleiche tatsächliche Geschwindigkeiten, während die Geschwindigkeit unmittelbar an der Dampfmaschine selbst einen regelmäßigen, der Rechnung entsprechenden Verlauf der Bewegung nach der Kurbelgeschwindigkeit zeigte.

Außerdem wurde bei diesen Versuchen der Einfluss veränderlicher Kompression im Dampfzylinder festgestellt, wobei die übrigen Betriebsverhältnisse jedoch keine Änderung erfuhren. Fig. 350 ist eine Auswahl der aufgenommenen Diagramme, welche selbst bei so geringer Entfernung von der Kraftquelle schon außerordentlich große Schwankungen der

Geschwindigkeit aufweisen, die nur in den elastischen Formveränderungen ihre Ursache haben können.

Die Reise von Nevada nach Kalifornien über die Sierra Nevada bietet, namentlich beim Tahoe-See, Naturschönheiten

ersten Ranges. Die Union Pacific-Eisenbahn ist für deren Genuss allerdings nicht geeignet, denn sie läuft gerade über das Gebirge während 64 km ununterbrochen durch gedeckte Schneegalerien, welche jeglichen Ausblick hindern. Die

Fig. 333 bis 335. Wasserhaltung der Boston Montana Co. Maßstab 1:50.

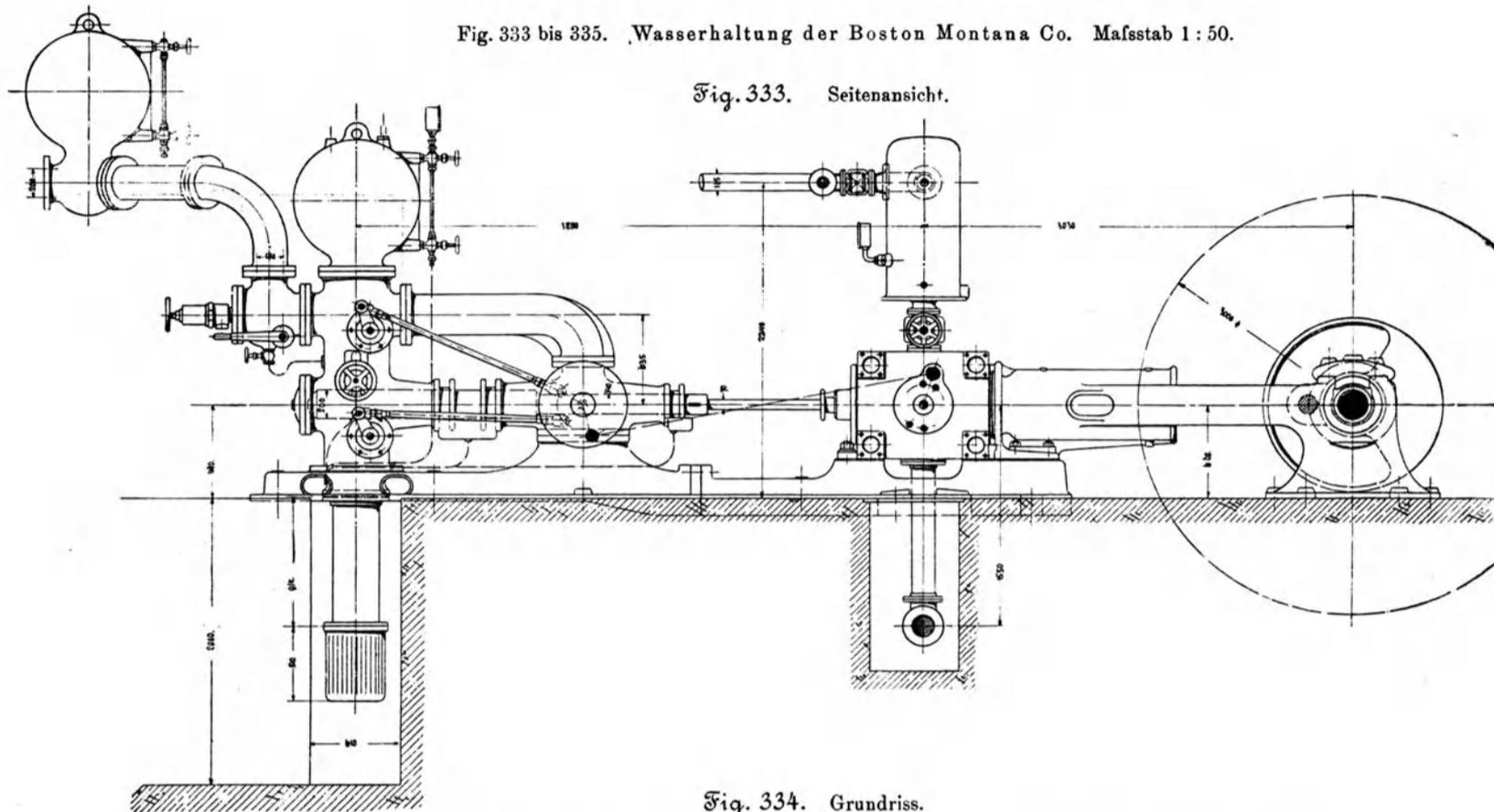


Fig. 333. Seitenansicht.

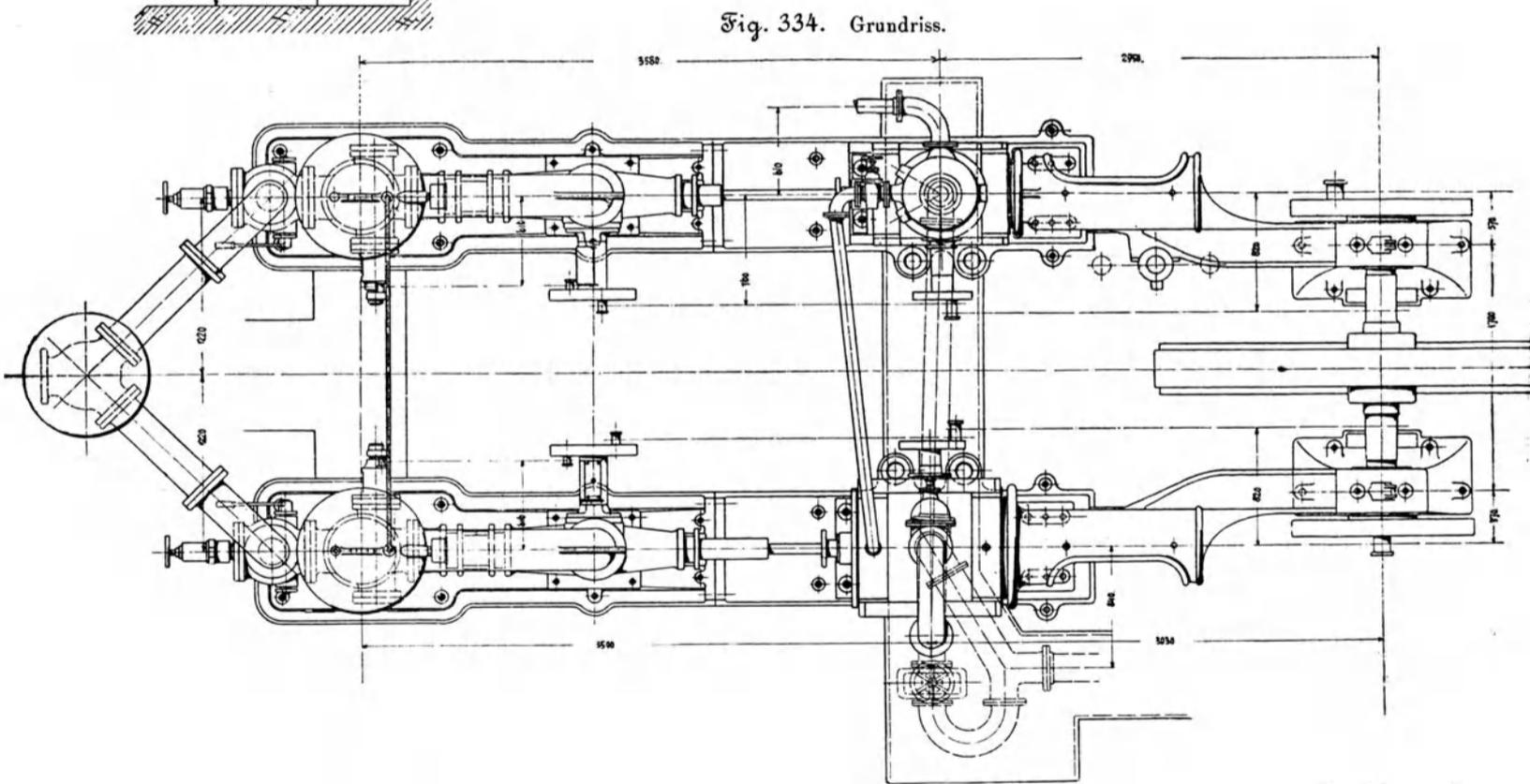


Fig. 334. Grundriss.

Schneemassen, welche die Bergabhänge bedecken, waren noch im Juni ungeheure, die Gallerien auf meilenlange Strecken tief verweht; es ist, als ob die Feuchtigkeit des ganzen Ozeans hier auf dem Gebirgskamm sich niederschläge, um die östlich liegenden endlos wüsten Hochflächen regenfrei zu

halten. Trotz aller Grofsartigkeit der Gebirge fehlen hier, und noch mehr im Felsengebirge, zum vollständigen Genuss, wie wir ihn in gleicher Landschaft bei uns gewohnt sind, freundliche Dörfer und Mittelgebirge, die durch Bergbauten und zerwühlte Bergabhänge nicht ersetzt werden. Der oft versuchte



wurden die zurückgelassenen Halden nochmals durchgewaschen, und diese schon zweimal zerwaschenen Sandhügel waren im letzten Jahrzehnt noch für die Chinesen gut genug. Gegenwärtig ist dieser Betrieb fast ganz ausgestorben. Nachdem früher durch die Abwaschungen große fruchtbare Thalstrecken versandet wurden, schreibt das Gesetz jetzt vor,

dass bei hydraulischer Goldgewinnung alles abgewaschene Gestein, Sand usw. an der Gewinnungsstelle zurückgehalten werden muss. Dies zwingt zu so kostspieligen Dammanlagen, dass die ganze Goldwäscherei sich auch für Chinesen nicht mehr lohnt.

Von diesen zerwühlten Gebirgen wendet sich der Blick

Fig. 340.

Wasserhaltung der Belcher-Grube.

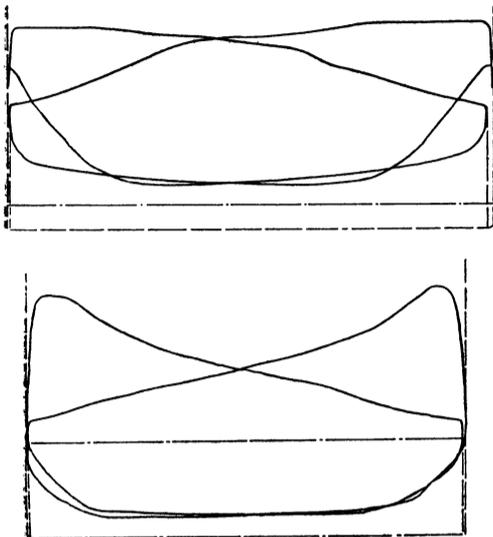


Fig. 341.

Wasserhaltung der Belcher-Grube. Luftpumpe.

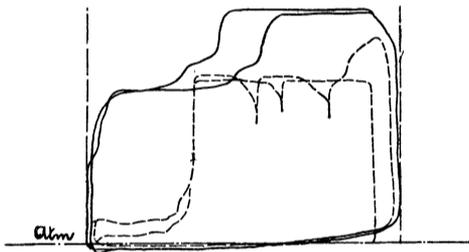


Fig. 342.

Wasserhaltung der Yellow Jacket-Grube. Dampfcylinder.

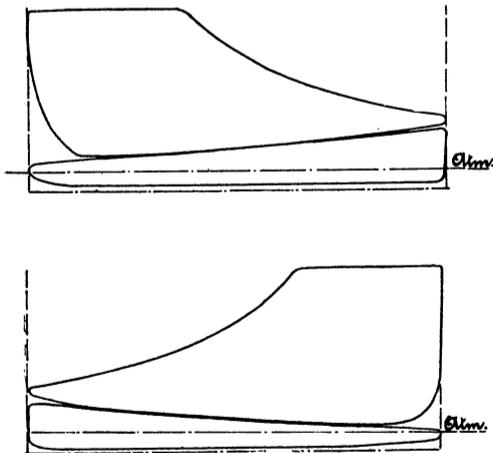


Fig. 343.

Druckpumpe der Eureka-Grube.

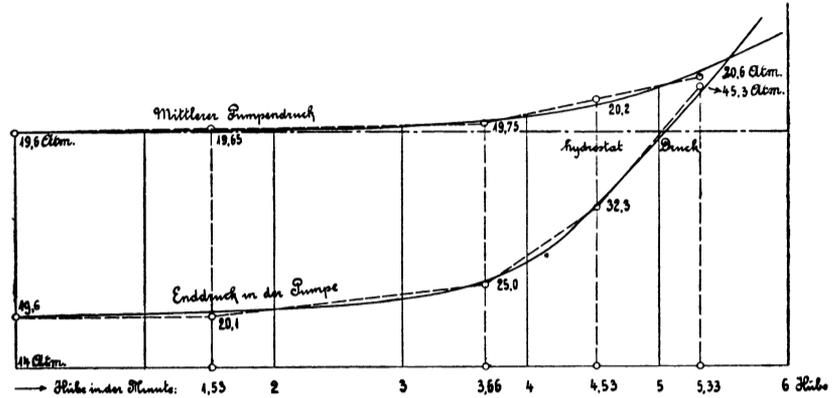


Fig. 344.

Wasserhaltung der Eureka-Grube. Druckpumpe.

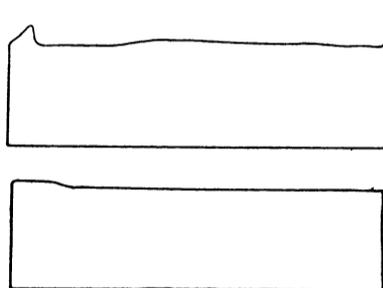


Fig. 345.

Wasserhaltung der Eureka-Grube. Kraftpumpe.

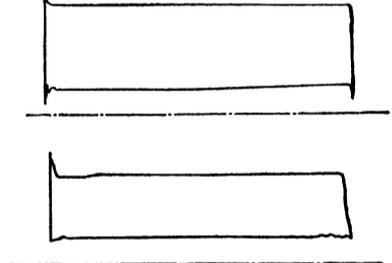


Fig. 347.

Wasserhaltung der Eureka-Grube. Hydraulische Fördermaschine.

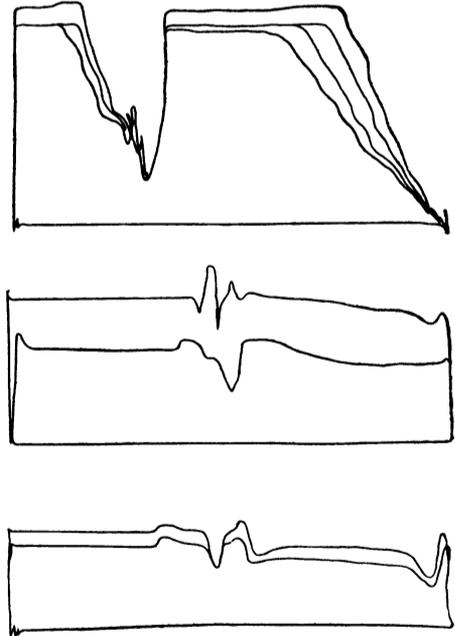
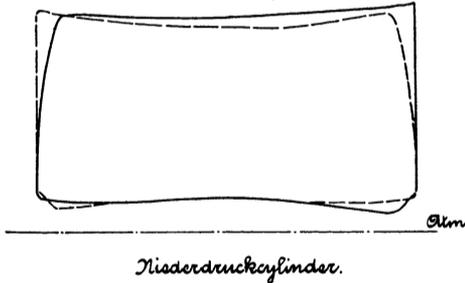
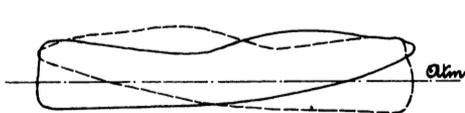


Fig. 346.

Wasserhaltung der Eureka-Grube. Hochdruckzylinder.



Niederdruckzylinder.



hinab in das unvergleichlich fruchtbare kalifornische Thal mit den herrlichsten Kulturen. Insbesondere wer Chicago genauer kennt und dort im Winter  $-35^{\circ}\text{C}$  und dementsprechend Stürme und im Sommer  $+43^{\circ}\text{C}$  ohne nächtliche Abkühlung, aber mit Zugabe von Staub und Rauch mitgemacht, weiß Kalifornien mit seinem gleichmäßigen Klima um so mehr zu schätzen.

Kalifornien ist ein ungeheures ehemaliges Seebecken; ein einziger Gebirgseinschnitt führt zum Ozean; durch diesen

Einschnitt münden die beiden Hauptflüsse des Landes, und an der Mündung, am berühmten »Goldenen Thor« liegt die Hauptstadt San Francisco, deren schöne Lage in mehr als einer Beziehung mit dem Goldenen Horn und der Moslim-Stadt verglichen werden kann, dieser sogar an natürlicher Schönheit weit überlegen ist, nicht zum mindesten durch die unmittelbare Nähe des Gebirges und des Ozeans.

Das Wachstum San Franciscos ist zurückzuführen zunächst auf seinen unvergleichlichen Hafen, der auf der ganzen

Pacific-Küste nord- und südwärts auf große Entfernung überhaupt keinen Rivalen hat und erst in neuester Zeit durch Portland (Oregon), noch mehr durch Vancouver (Canada) beeinträchtigt wird. Außerdem ist das Wachstum begründet

in dem auch nach amerikanischen Begriffen überaus reichen Lande und seiner Ackerbauentwicklung.

Das Goldfieber hat die Stadt anfangs der 50er Jahre nicht auf mehr als 5000 Einwohner gebracht, und seither ist

Fig 348. Chronograph.

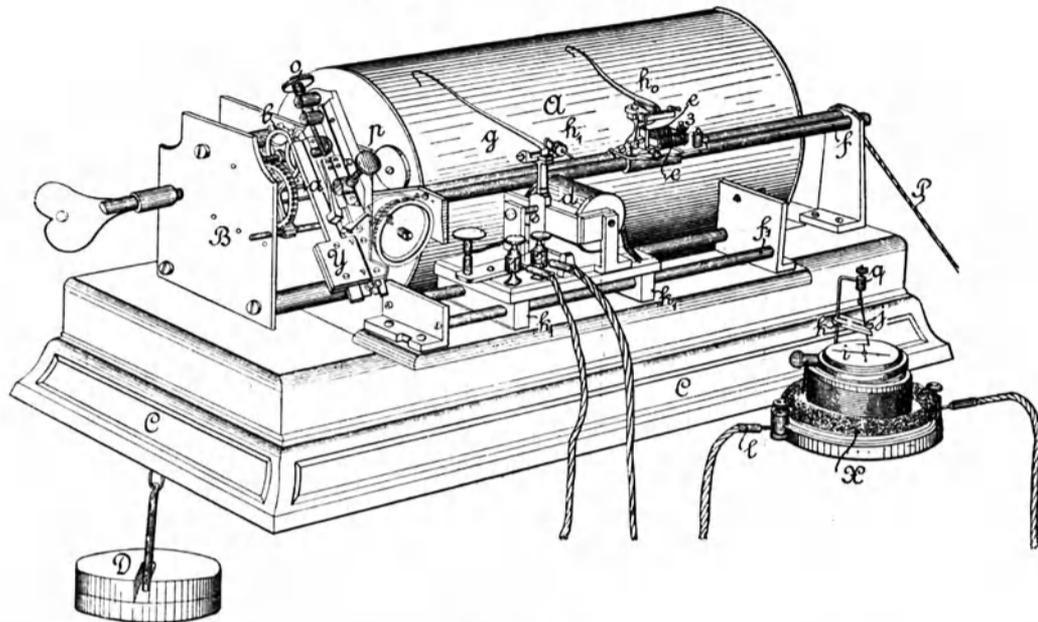
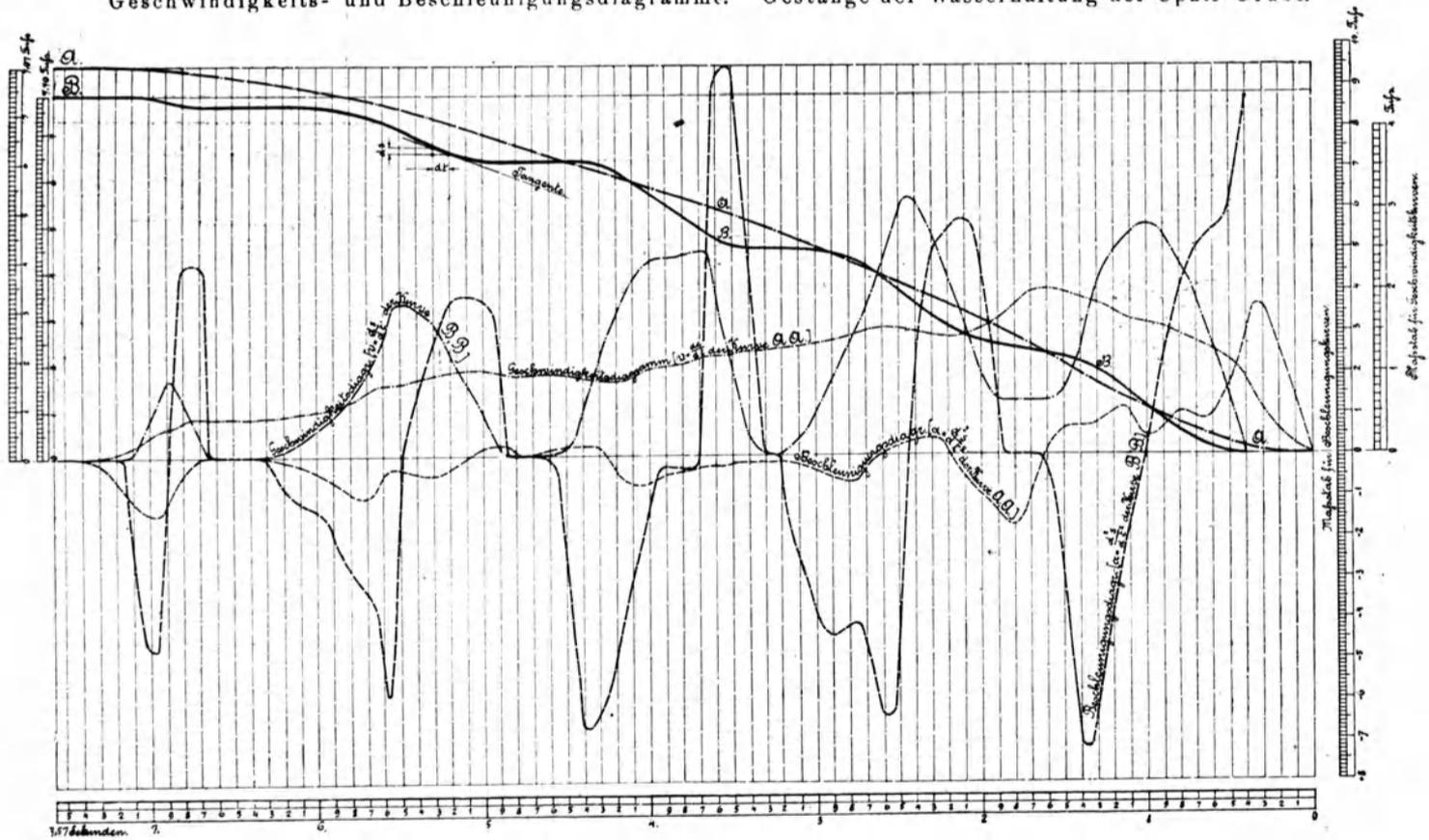


Fig. 349.

Geschwindigkeits- und Beschleunigungsdiagramme. Gestänge der Wasserhaltung der Ophir-Grube.



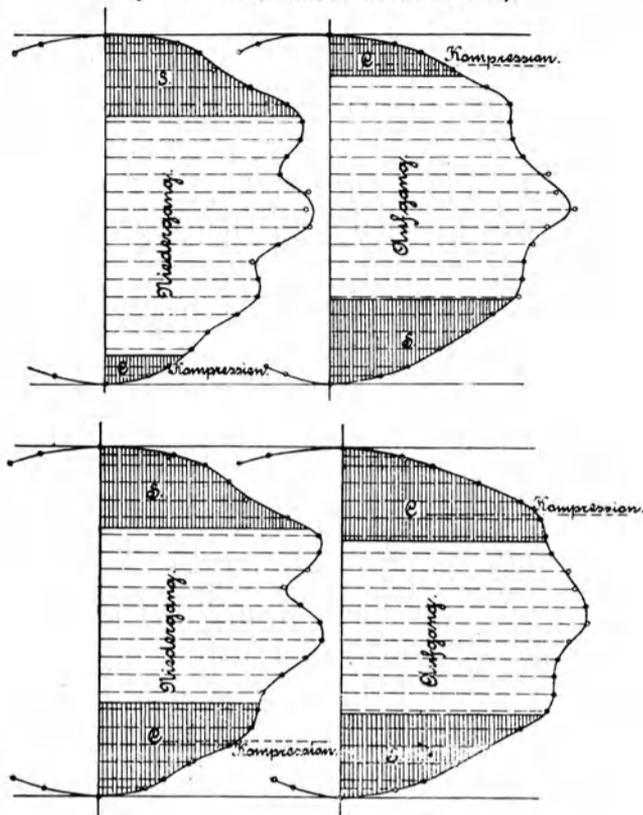
der Einfluss des Goldbaues Null, die Stadt aber zu einer Großstadt von 400000 Einwohnern herangewachsen. Sie hat zwar nicht entfernt das großartige geschäftliche Treiben wie die östlichen Städte, aber auch nicht ihre Schattenseiten. Es geht hier ruhiger, auch weniger marktschreierisch her. Trotzdem haben Stadt und Land noch eine ebenso große Zukunft vor sich wie der Osten, und das »Hinterland« Asien spielt in dieser Zukunft eine große Rolle.

Die Leistungen kalifornischer Ingenieure sind hochbedeutend, obwohl das meiste in jahrzehntelanger Abgeschlos-

senheit, ohne Benutzung anderwärtig gemachter reicher Erfahrungen, geschaffen wurde.

Auf dem Gebiete der Hydraulik im allgemeinen, der Wasserleitungen, Bewässerungsanlagen, städtischen Einrichtungen, Seilbahnen, im Bergbau, Schiffbau und vielen anderen Gebieten haben kalifornische Ingenieure stets einen ersten Rang eingenommen. Ihre Arbeiten im eigenen Lande sind eigenartig, und zum Unterschiede vom amerikanischen Osten, stets den besonderen Verhältnissen angepasst. Auch giebt es hier wenig Schablonenarbeit, der Ingenieur muss stets viele

Fig. 350.  
Geschwindigkeitsdiagramme bei veränderlicher Kompression (Mexican Union-Schacht).



Gebiete beherrschen. Trotz großer Entwicklung fehlt aber der ungeheure Maßstab des Ostens. Wenig ausgebildet ist infolgedessen auch die Maschinenfabrikation.

So eigenartig der kalifornische Maschinenbau sich auch gestaltet, eine richtige und mustergültige Fabrikation ist hier noch nicht entstanden. Seit mehr als 40 Jahren ist hier z. B. die Ventildampfmaschine eingebürgert; kein anderes System hat sich dagegen behauptet, und dennoch steht die Ausbildung in allen Teilen hinter unseren Ventilmaschinen zurück, weil eben die planmäßige Fabrikation fehlt. Die Maschinenfabriken von San Francisco sind sehr bedeutend; insbesondere die Fabriken und Werften der Union-Eisenwerke gehören zu den größten des Landes.

Eigenartig sind die Seilbahnen der Stadt; ein besonderer Bericht im ersten Heft S. 118 u. f. hat bereits die wesentlichen Einzelheiten gebracht. Ebenso wäre ein solcher über hydraulische Anlagen in hohem Maße lohnend, da insbesondere die Einfachheit der Mittel vorbildlich dienen kann. Auf dem Gebiete der kalifornischen Wassermotoren ist das Pelton-Rad bekannt; hier ist es außerordentlich geschätzt, ohne dass man sich zu Uebertreibungen veranlasst sieht. Das Rad herrscht hier vor wegen seiner bequemen Aufstellung, geringen Kosten und Zweckmäßigkeit für zahlreiche Anlagen, wo es in erster Linie auf größte Einfachheit und nicht größte Vollkommenheit ankommt; man lässt aber daneben andere Konstruktionen als vollkommener gelten und weiß auch nichts von der angeblichen Tugend des Pelton-Rades, dass das Wasser in genügender Entfernung vom Rade ohne Schaden sich abrosseln liefse.

Mit ganz besonderem Interesse habe ich die hohe wissenschaftliche Bildung kalifornischer Ingenieure kennen gelernt. Es ist ein besonderer Reiz, so in fernem Lande, wo der persönliche Austausch wissenschaftlicher Errungenschaften nur ein beschränkter ist, und mit unserem eigenen wissenschaftlichen Leben gar kein Zusammenhang, nicht einmal ein literarischer besteht, mit überseeischen Fachgenossen durch das Mittel einer fremden Sprache sich doch auf dem gleichen Boden der Wissenschaft zusammenzufinden und, auf verschiedener Entwicklung fußend, zu gleicher wissenschaft-

licher Auffassung zu gelangen. Dies schafft einen Genuss, der eben nur möglich ist auf einem Gebiete menschlichen Schaffens, wo nicht Meinungen, sondern die Wahrheit der Thatsachen entscheidet. Insbesondere bot mir der Verkehr mit Hamilton Smith und W. R. Eckart viel Belehrung.

Die Rückreise nach Chicago führte mich durch die südlichen Staaten Arizona, Neu-Mexico usw., welchen Humboldt wegen ihres Mineralreichtums die Zukunft der Welt zuspricht. Nicht nur das Bergland Colorado, auch die verrufenen wüsten Hochflächen der Südstaaten bieten, nicht allein für den Bergmann, sondern für jeden, der Sinn für Naturschönheit besitzt, so Eigenartiges, dass sie die Reise wert sind. Ein einziges, aber das größte Naturwunder der Welt, die große 500 km lange Colorado-Schlucht in Arizona mit ihren bis 2000 m fast senkrecht (60°) ansteigenden Thäländern, überwiegt alles, was der Osten bietet. Die Amerikaner pflegen den Superlativ noch zu übertrumpfen und bezeichnen das größte mit »Mammut«. So lächerlich dieser Mammutiv auch oft gebraucht wird, besonders für Reklamezwecke, gegenüber der Colorado-Schlucht ist er am Platze, sie hat nicht ihres Gleichen.

Bei uns ist nur der nördliche Teil des amerikanischen Gebirges, insbesondere der Yellowstone-Park berühmt; seine Wunder halten aber einen Vergleich mit unseren Alpen nicht aus. Der Park ist mehr eine Sammlung von Merkwürdigkeiten als Naturschönheiten. Der Süden hingegen zeigt das Bild einer neuen Welt und auch die einzigen noch sehenswerten Ueberreste ihrer Ureinwohner.

Gar viele bemühen sich, während eines kurzen Ausfluges in den Ver. Staaten die indianischen Ureinwohner in unverfälschter Weise zu Gesicht zu bekommen, und nur wenigen gelingt es. Was im Osten, oder gar am Niagara gezeigt wird, ist »home made«! Selbst Eisenbahnfahrten durch Indianer-Reservationen verlaufen in der Regel fruchtlos, wenigstens im Norden. In den südlichen Staaten nahe an Mexiko ist das Land von den Weißen noch nicht so begehrt wie im Norden, dort ist wenigstens jetzt noch interessantes Indianerleben zu sehen, von den verkommenen Stämmen in Kalifornien bis zu den kriegerisch aussehenden berittenen Navajos und Apaches, die wahrscheinlich noch nicht allzuviel Weiße zu Gesicht bekommen haben und daher noch wohl erhalten sind. Aber selbst in diesen dünn bevölkerten Staaten, wo auf hunderte von Meilen überhaupt nur Indianer noch in ihren ursprünglichen malerischen Dörfern leben, lässt sich beobachten, welche Rolle diese ehemaligen »Herren des Landes« jetzt spielen. Die südlichen Indianer-Reservationen sind Gebiete, welche die Begehrlichkeit der Weißen bisher noch nicht geweckt, aus denen die Indianer nicht heraus, die Weißen aber hinein dürfen. Wenschon der Vernichtungskrieg gegen die Ureinwohner jetzt nicht mehr mit so hässlichen Mitteln geführt wird und die Regierung durch Gesetze viel verhütet, unter anderem auch den Massenmord durch Schnaps, so ist es mit der Herrlichkeit dieser ehemals herrschenden, geistig so unglaublich tief stehenden Menschenart doch auch unter Regierungsschutz gar traurig bestellt. Bezeichnend für amerikanische Auffassung ist folgendes nicht sehr schöne, aber alltägliche Erlebnis: auf jeder südlichen Eisenbahnstation, bestehend aus dem Bahnhof und einigen Hütten, lungern die Indianer massenhaft herum; die Schlafwagenkondukteure sind ausnahmslos Neger und als solche immerhin Yankees zweiter Klasse, und diese machen sich zur großen Erheiterung derer erster Klasse das Vergnügen, bei der Ausfahrt des Zuges die Eingeborenen — anzuspucken! Ähnliches ist übrigens, gepaart mit Misshandlungen, auch im Osten gegenüber den Chinesen gelegentlich zu sehen. Bei diesen ist es der amerikanische Ausdruck der Verachtung, weil sie Arbeit so billig leisten. Unsere Landsleute haben, sich früher aus der gleichen Ursache allzu billiger Arbeit auch einen erheblichen Grad von Hass, mit einiger Verachtung gemischt, zugezogen, haben sich aber seither gründlich gebessert. Den Indianern wird der Ausdruck unverfälschter Verachtung in diesem Lande der Freiheit und Gleichheit zu teil. Als sehr charakteristisch möchte ich hinzufügen, dass in der Regierungsausstellung in Chicago das Leben und Treiben der Indianer durch Wachsfiguren, Photographien ihrer

jetzt noch bestehenden Ansiedlungen usw. in der »prähistorischen« Abteilung dargestellt ist.

Die Fahrt vom Westen bis in die Prärien von Kansas ist fast durchaus Gebirgsfahrt. Ich füge zwei Längsprofile bei, und zwar Fig. 351: das Profil der Central Pacific-Bahn von San Francisco nach der Salzseestadt, und die Verbindung von dort nach Chicago über die Rio Grande-Eisenbahn, und außerdem Fig. 352: das Längsprofil der südlichen Pacificstrecke mit der Atlantic Pacific-Bahn bis Albuquerque und Anschluss durch die Santa Fé-Eisenbahn nach Chicago.

Großes Interesse bieten im Süden auch die geologischen Verhältnisse, wie überhaupt in Amerika selbst in denjenigen Gegenden, welche durch ihre Oede verrufen sind, die Beobachtungen über die Entstehung des Landes zu den interessantesten Studien führen. Es ist eine Charakteristik des westlichen amerikanischen Kontinents, dass alle geologischen Formationen wie ein offenes Buch auch für denjenigen verständlich zu lesen sind, der nicht in alle Einzelheiten der Erdentwicklung eingeweiht ist. Während bei uns die Bil-

dungen früherer Perioden nur mit Aufwand von Schlussfolgerungen und aus kleinen Einzelbeobachtungen zu einem Bilde sich gestalten, spricht hier alles viel eindringlicher; es ist, als ob eine lange Zeitperiode überhaupt keine Spuren zurückgelassen und die Bildungen der vorangegangenen bedeckt hätte. Alles ist so, als ob vor wenigen Jahren erst die Kräfte zu wirken aufgehört hätten.

Der nochmalige Aufenthalt in Chicago gab Gelegenheit, die Ausstellung nochmals in besserer Ausstattung und einigermaßen fertig zu sehen. Das Hämmern und Packen dauert zwar noch fort und wird wohl bei der Schlussfeier auch noch hörbar sein, aber der Anblick der Ausstellung ist doch ein vorteilhafterer; das Gesamtbild und der innere Wert aber hat sich nicht wesentlich geändert; die zuerst fertigen Staaten sind auch jetzt noch die bedeutendsten. Andere haben inzwischen nur den Jahrmarkt gefüllt und wieder andere, wie Spanien, Russland usw. sind jetzt noch ein Chaos. Nur Frankreich hat inzwischen seine einheitlich angelegte schöne Ausstellung eröffnet und streitet mit Deutsch-

Fig. 351.

Central Pacific- und Rio Grande-Bahn.

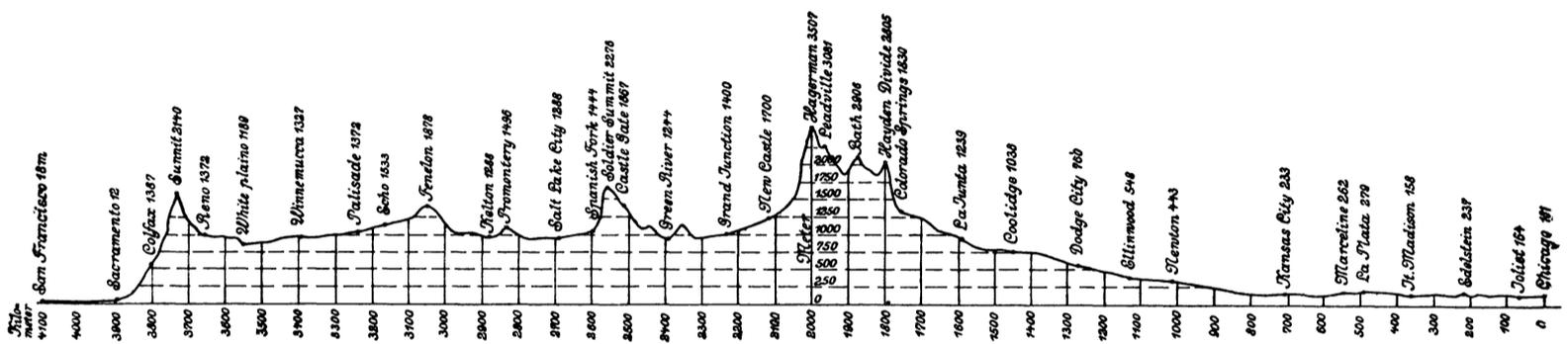
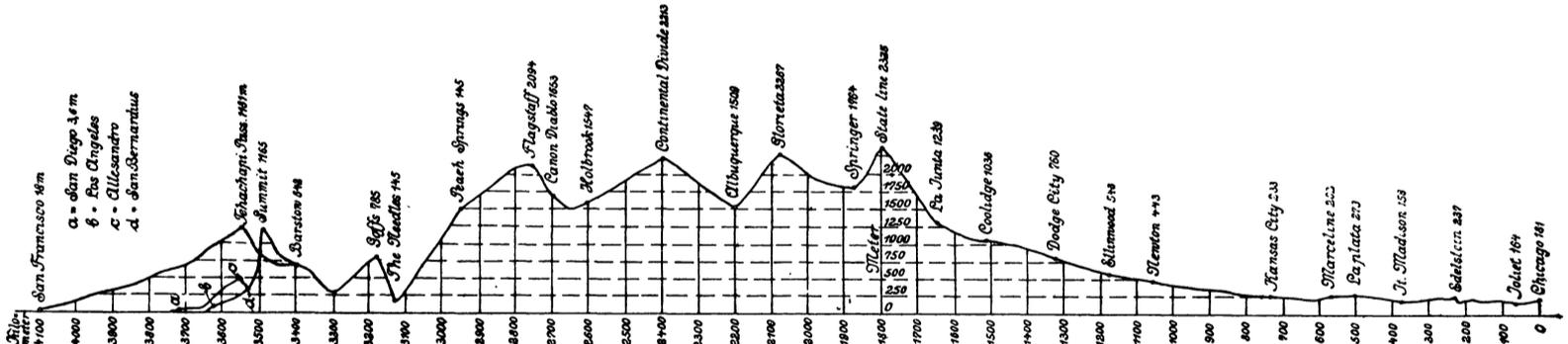


Fig. 352.

Südliche Pacific-Bahn.



land um den Vorrang. Die Einheitlichkeit, die Auswahl der Gegenstände, dem amerikanischen Geschmack angepasst, zeigen die Franzosen nicht nur von der künstlerischen, sondern wie immer auch von der praktischen Seite. Was in Amerika nicht gekauft wird, zeigen die Franzosen überhaupt nicht, und was sie zeigen, bekundet außerordentlichen Geschmack und mustergiltigen praktischen Sinn.

Auch die nunmehr fertige amerikanische Ausstellung hat das Gesamtbild nicht gehoben. Nur die Maschinenhalle ist durch die inzwischen vollendete Ausstellung der Arbeitsmaschinen reichhaltiger geworden; die Ausstellung der Motoren ist so unbedeutend geblieben, wie sie ursprünglich war. Das Riesendach der Industriehalle und der Riesenturm in ihrem Innern, welcher den mächtigen Raum so hässlich entzwei schneidet, sind seither nicht schöner geworden.

Die unvergleichliche Pracht der Architektur an den Logen und die großartigen Durchblicke zwischen den Hauptgebäuden sind nach wie vor die Glanzpunkte. Die Temperatur über 32° C macht aber den Aufenthalt in der »weißen Stadt« nicht kurzweiliger. Erholung bieten nur die inzwischen fertig gewordene prächtige Kunstausstellung sowie die Gebäude der einzelnen Staaten, wenn auch die

Mehrzahl der letzteren nichts bietet als bequeme Parlors mit noch bequemeren Schaukelstühlen, auf welchen auch ein nicht Eingeborener sich von den Mühen der Ausstellung erholen kann.

Der äußere Eindruck der Ausstellung leidet an dem schweren, grundsätzlichen Fehler, dass, entgegen allen bisherigen Ausstellungen, der Eintritt nicht durch einen Haupteingang erfolgt, der gleichsam die Schönheit der ganzen äußeren Ausstattung widerspiegelt. In Chicago wird der größte Teil der Besucher nicht durch eine mächtige Eingangspforte, sondern durch Hinterthüren und Schlupflöcher in die Ausstellung eingelassen. Bis sich am Grand Court die volle architektonische Schönheit der Ausstellung entwickelt, ist der Beschauer ermüdet und die Stimmung verpflogen. Zwar hat auch die Chicagoer Ausstellung ihre Ehrenpforte, hinter der Statue der Columbia, nach dem Michigan-See zu, und der erste Eintritt durch sie würde einen Anblick gewähren, der ohne Gleichen wäre; sie dient aber nicht als Haupteingang, und nur die zu Wasser aus der inneren Stadt kommenden Besucher treten durch sie in die Ausstellung ein.

Auf der Rückreise hatte ich Gelegenheit, in Paris den ehemaligen Ausstellungsplatz nach dem unmittelbaren Ein-

druck in Chicago zu sehen; die Ueberreste der letzten Pariser Ausstellung sind heute noch wirkungsvoller, dem Ausstellungszweck angepasster, als die mit ungeheuren Kosten geschaffenen Bauten in Chicago. Dazu welcher riesige Unterschied in der die Ausstellung umgebenden Stadt! Paris kann sich den Luxus einer Weltausstellung immer leisten und ist der geeignetste Ort für die heutigen Schaustellungen, die man noch immer internationale Weltausstellungen zu nennen beliebt; Paris versteht es, die Massen anzuziehen und, was die Hauptsache ist, zu unterhalten. Ernste Männer sollten aber unter Berufung auf »Ehre und Ansehen« von Weltausstellungen als einer Notwendigkeit zu sprechen, und Redensarten vom »Wettkampf der Nationen«, »Auge in Auge mit dem Gegner, auf der Aus-

stellung, wo Kraft und Leistung sich erprobt«, sollten längst schon unmöglich sein, da es nunmehr fast 20 Jahre her ist, seitdem die internationalen Weltausstellungen große Jahrmärkte geworden sind.

Der Rückblick auf Chicago und Amerika muss das schon mehrfach Hervorgehobene bestätigen: die Ausstellung bietet dem Maschineningenieur sehr wenig, nur ein äußerst lückenhaftes Bild der Industrien. Nur das Studium im Lande selbst gewährt Einblick in das Leben, gewährt viel Anregung und Belehrung. Nirgends auf der Welt ist in so eindringlicher, großartiger Weise die Ausnutzung der Maschinenarbeit für Kulturzwecke zu studieren, nirgends hat die Ingenieurarbeit größere Bedeutung als in Amerika.

A. Riedler.

Additional material from *Maschinenarbeit und Ausnutzung der Naturkräfte in Amerika.*, ISBN 978-3-662-38906-5, is available at <http://extras.springer.com>

