

Maschinenarbeit und Ausnutzung der naturkräfte

in

Amerika.

Von

M. F. Gutermuth, E. Beichel, A. Riedler.

 Springer

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.

I.

**Kraft-, Licht-, Wärme- und Kälteverteilung in Städten, Ausnutzung von Wasserkraften,
Seil-Straßenbahnen.**

Mit 169 in den Text gedruckten Abbildungen.



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

1893.

ISBN 978-3-642-50405-1
DOI 10.1007/978-3-642-50714-4

ISBN 978-3-642-50714-4 (eBook)

Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure.

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1893

Inhalt.

	Seite		Seite
Einleitung	1	Broadway 44 in New York, Börse in New York, Ames Building in Boston, Exchange Building in Boston) . .	43
Amerikanische Kraft- und Lichtwerke	3	Maschinenanlagen in Hotels und Geschäftshäusern in Chicago (Auditorium-Gebäude, Rookery-Gebäude, Geschäftshaus Dearborn Street 167, Masonic Temple-Geschäftshaus)	46
Die Edison-Lichtwerke in New York	5	Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen in Amerika . .	58
Licht- und Kraftanlagen in Boston	11	Zentralstation der Pabst-Gebäude in Milwaukee	58
Neue Lichtanlage der Edison Co. in Boston	13	Bidler's Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung in Chicago	62
Kraftanlage der Westend-Straßenbahn-Co. in Boston . .	16	Warenhaus von Farwell & Co. in Chicago, Monroe Street	63
Die Kraftanlage der Arc Light Co. in Chicago	22	Energieverteilung in Städten	65
Lichtwerk der Westinghouse Co. in New York, Greenwich und Vandam Str. (Newhaven, Sacco, Fort Wayne) . .	24	Kälteverteilungsanlagen in Amerika	71
Die Dampfverteilungsanlage in New York	26	(Anordnung der Kältemaschinen, Eiswerke, Kältemaschinenanlagen in Brauereien, Schlächtereien und Fleischversandgeschäfte, Kühlhäuser, zentralisirte Kälteverteilung, Kältemaschinenanlagen der Ausstellung.)	
Dampfverteilungsanlagen	34	Studien über Wasserkräfte in Amerika	76
Dampfverteilungsanlage in Syracuse, N. Y.	34	Turbinen	86
Dampfverteilungsanlage der Electric Power & Light Co. in Springfield, Ill.	35	Wasserkraftanlagen am Niagara	94
Anlage der Boston Heating Co. in Boston (Prall's System)	36	Kosten der Wasser- und Dampfkraft in Amerika . .	100
Kraft- und Lichtversorgung großer Gebäude in Nordamerika	38	Seil-Straßenbahnen in Amerika	106
Maschineneinrichtungen von Hotels in New York (Waldorf-Hotel, Savoy-Hotel, Holland-Hotel, Piazza-Hotel, Windsor-Hotel, Brunswick-Hotel)	39	Seil-Straßenbahnen in Chicago	107
Maschinenanlagen großer amerikanischer Geschäftsgebäude (Gebäude der Western Union Telegraph Co. in New York, Mill's Gebäude in New York, Gebäude der Equitable-Versicherungsgesellschaft in New York, Geschäftsgebäude		Seil-Straßenbahn in Cleveland, Ohio	116
		Kalifornische Seilbahnen	118

In unserem Zeitalter einseitigster litterarischer Bildung, wo jeder die größte Unwissenheit auf den wichtigsten Gebieten menschlicher Bildung: Kenntnis der Natur und der wirklichen Welt, ungeschert an den Tag legen darf, wo die absichtliche Geringschätzung des Ingenieurs an der Tagesordnung ist und ihm der »freie Blick« gerade von solchen abgesprochen wird, welche nicht den blassen Schimmer einer Ahnung von der Bedeutung der Ingenieurarbeit haben, muss diese mit allem Nachdruck als Kulturarbeit, die Maschinenarbeit als Kulturmittel von vornherein bezeichnet werden.

Berufslitteraten pflegen Ingenieurarbeiten, wenn überhaupt die Rede auf sie kommt, im günstigsten Falle mit einigen Redensarten abzuthun, obwohl drüben die Ingenieurwerke eindringlicher sprechen als bei uns. Die Verkennung tatsächlicher Verhältnisse geht dann in der Regel Hand in Hand mit einem abfälligen, recht anmaßenden Urteile über die noch unentwickelte »junge amerikanische Kultur«. Der stolze Vergleich zwischen alter und junger Kultur gründet sich dabei in der Regel auf einseitige Beurteilung äußerer Erscheinungen, überwiegend auf den hässlichen Eindruck amerikanischer Städte, der aber nur die Folge korrupter Verwaltung ist, auf hässliche Uebertreibungen des amerikanischen Bewusstseins der Unabhängigkeit, das der Ungebildete eben in seiner Art zum Ausdruck bringt usw. Dabei wird aber nicht bedacht, dass den Fremden abstoßende Erscheinungen auch bei uns vorkommen, dass sie vielfach eben nur Eigentümlichkeiten sind und deshalb noch nicht Veranlassung zu Vergleichen über Kulturzustände geben sollten, umsoweniger als die städtischen Einrichtungen drüben zwar im Argen liegen, sonst aber der Gemeinsinn höher entwickelt ist als bei uns, und als selbst unsere eigene durchschnittliche Kultur im wesentlichen gar nicht älter und auf vielen Gebieten auch nicht entwickelter ist. Die uns vorangegangene alte Kultur ist in Amerika geistiges Eigentum einer gebildeten Minderheit und nicht des ganzen Volkes, — genau so wie bei uns; hingegen haben drüben vergangene Jahrhunderte weniger Vorurteil hinterlassen und das Schaffen durch kleinliche Interessen weniger eingeengt wie bei uns. Dies auszusprechen ist natürlich Ketzerei; deshalb citire ich statt der notwendigen Begründung Göthe als klassischen Zeugen:

Amerika, du hast es besser
 Als unser Continent, das alte,
 Hast keine verfallene Schlösser
 Und keine Basalte.
 Dich stört nicht im Innern
 Zu lebendiger Zeit
 Unnützes Erinnern
 Und vergeblicher Streit.

Amerika ist gerade durch die Kulturarbeit des Ingenieurs in so beispiellos kurzer Zeit groß geworden. Der Ingenieur ist nicht nur Pionier der Kultur, wie dies in Westamerika in größtem Mafsstabe zu beobachten ist, sondern stets auch Kulturträger. Unsere heutige Entwicklung, deren Vorteile auch litterarische und juristische Nörgler voll genießen, ohne ihre Herkunft zu kennen, ist zum größten Teile auf Arbeiten des Ingenieurs gegründet und kann nicht fortbestehen, wenn z. B. der moderne Verkehr oder die Maschinenarbeit aufhört. Unsere heutigen vermeintlichen Pächter der Kultur aber blicken mit um so größerer Geringschätzung auf den Ingenieur herab, je tiefer ihre eigene Bildung auf dem Gebiete der Erkenntnis der Natur und Welt steht.

Die mächtige Entwicklung Amerikas ist zum großen Teile durch die Ausnutzung der Maschinenarbeit veranlasst. Diese ist eine so mächtige und ausgedehnte, dass sie auch auf unsere Verhältnisse zurückwirken muss. Es ist daher notwendig, sich mit den Eigentümlichkeiten des amerikanischen Maschinenbetriebes vertraut zu machen. Hierzu kommt die nahe liegende wirtschaftliche Bedeutung. Die außerordentliche Entwicklung und Vervollkommnung des Verkehrs hat Amerika zu einem Nachbarstaate Europas gemacht. Der erste Kabeldraht, welcher Europa und Amerika verbunden, hat unsere Verhältnisse mehr beeinflusst als irgendwelche gewaltsame Veränderung, und doch wird dies und noch mehr der ungeheure Einfluss des heutigen Verkehrs, der Maschinen usw. in der Regel kaum geahnt; nicht nur die Folgen der Maschinenarbeit, auch die Kulturmittel, welche Amerika groß gemacht haben, sind bei uns zum großen Teile unbekannt und manchmal selbst in Fachkreisen nicht so gewürdigt, als sie verdienen. Wenn diese Mittel auch auf unsere Verhältnisse nicht ohne weiteres passen und gar vieles in der amerikanischen Entwicklung als abschreckendes Beispiel gelten muss, so ist doch die genaue Kenntnis der amerikanischen Verhältnisse notwendig.

Die nachfolgenden Abhandlungen sind ein bearbeiteter Abdruck der in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure erschienenen Aufsätze über amerikanische Maschinenanlagen und über die Chicagoer Ausstellung und bezwecken, über einige der wichtigsten, eigenartigen Verwendungen der Maschinenarbeit in Amerika Uebersicht zu bieten, wobei aber die Auswahl aus dem ungeheuren Gebiete, auf welchem die Ingenieurarbeit in die Entwicklung der Nation eingreift, nur eine beschränkte sein kann.

Im wesentlichen sind im Nachfolgenden näher gekennzeichnet und durch Zeichnungen erläutert: die großartige Ausnutzung der Wasserkräfte in Amerika, die Kraft- und Wärmeverteilung, Kraft- und Lichtversorgung in Städten, Kälteverteilungsanlagen, die Maschinenbetriebe innerhalb von

Gebäuden und einige Verkehrsmittel, welche mit der Kraftverteilung zusammenhängen usw.

Der Entschluss des Vereines deutscher Ingenieure, über die Weltausstellung in Chicago eine ausführliche Berichterstattung zu veranstalten, kann nur mit lebhafter Befriedigung begrüßt werden, und rasche Berichterstattung ist insbesondere von hohem Werte, weil sie auch den Besuchern der Ausstellung noch unmittelbare Anregung zu geben vermag.

Außerordentlich nahe liegt der Gedanke, die Ausstellungsberichte auf das amerikanische Maschinenwesen auszudehnen und damit die Eigenart der Maschinenbetriebe genau zu kennzeichnen. Die großartigen Leistungen des amerikanischen Maschinenwesens sind auf unsere Verhältnisse nur in geringem Maße und vielfach überhaupt nicht übertragbar, weil sie aus ganz eigenartigen und von den unserigen vollständig verschiedenen Verhältnissen herausgewachsen sind. Es ist deshalb von besonderer Wichtigkeit, gerade die Eigentümlichkeiten dieser Verhältnisse zu beleuchten und stets zu unterscheiden, was von amerikanischen Einrichtungen auf unsere Verhältnisse passt, was nicht.

Einer der wesentlichsten Grundzüge des amerikanischen Ingenieurwesens wird dadurch gegeben, dass in Amerika der Ingenieur stets der Kultur voraneilt, und dass die Anwendung der Maschinen und aller modernen technischen Hilfsmittel in viel höherem Maße einen Bestandteil der Kultur bildet als bei uns. Dadurch wird eine großartige wirtschaftliche und technische Entwicklung hervorgerufen, die für uns in hohem Maße lehrreich ist, wenn wir auch nur in besonderen Fällen unmittelbare Nutzenanwendung ziehen können.

Ein zweiter Grundzug des amerikanischen Maschinenwesens beruht auf der schon seit langem durchgedrungenen Erkenntnis, dass das Bauen von Maschinen für den besonderen Fall eine wenig lohnende Thätigkeit sei. Seit langer Zeit hat im Maschinenbau die Massenherstellung den Einzelbau in Amerika verdrängt. Die Mittel und Einrichtungen dieser Fabrikation sind vielfach unerreicht geblieben und für

uns Vorbilder geworden, soweit unsere Verhältnisse ähnliche Mittel zulassen.

Die Berichte und Zeichnungen, welche diese eigenartigen Verhältnisse erörtern sollen, sind während der Studienreise selbst ausgearbeitet worden. Durch solche rasche Berichterstattung dürfte Fachgenossen ein größerer Dienst erwiesen werden, als durch eine nachträgliche, zwar gründlichere, aber erst nach Jahren vollendete Ausarbeitung.

Da wir uns zum erstenmale als technische Journalisten, zu deutsch: Tagesschreiber, versuchen und dem guten Willen nur geringste Übung zur Seite steht, so wird es wohl zweckmäßig sein, an dieser Stelle die wohlwollende Beurteilung der Fachgenossen zu erbitten; umsomehr, als die Durchführung der Arbeit an Schwierigkeiten überreich war und es für die sorgfältige Ausarbeitung der Berichte vielfach an Zeit und Ruhe fehlte. Das dort Studirte ist überall, wo es anging, durch die Sprache des Ingenieurs, durch die Zeichnung, mitgeteilt. Die Herstellung übersichtlicher Zeichnungen während der Studienreise bildete nicht den geringsten Teil der mühevollen Arbeit.

Selbstverständlich kann nur über das berichtet werden, was sich dem Beobachter selbst als Eindruck und Urteil aufdrängte. Wenn der Eindruck als Thatsächliches wiedergegeben ist, so geschieht dies der Kürze wegen und stets unter dem stillschweigenden Zusatze, dass das Berichtete eben der Eindruck von der Sache war.

Es ist uns angenehme Pflicht, an dieser Stelle unseren Mitarbeitern, den Herren Ing. E. Josse, K. Kleppisch und W. Schindler für die unermüdliche, mühevollen Mitarbeit und den amerikanischen Fachgenossen, insbesondere den Herren E. D. Leavitt in Cambridge, W. R. Eckart in San Francisco, E. F. Osborne in Chicago und H. De la Barre in Minneapolis für die überaus liebenswürdige Aufnahme und Belehrung den verbindlichsten Dank auszusprechen.

M. F. Guterath. E. Reichel. A. Riedler.

Amerikanische Kraft- und Lichtwerke.

Entgegen der oft gehörten Behauptung, die Elektrotechnik sei in Amerika höher entwickelt als bei uns, habe ich, den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend, wiederholt erwähnt, dass in Amerika nur die Ausbreitung und Anwendung der Elektrizität, insbesondere für Beleuchtungszwecke, unsere Verhältnisse überragt, nicht aber die technische Entwicklung an sich.

Einen hervorragenden Beleg hierfür bilden die zahlreichen Lichtwerke in fast allen Städten der Union, welche fast durchweg maschinentechnisch wenig Hervorragendes bieten, dennoch aber die Aufmerksamkeit des Fachmannes in hohem Maße beanspruchen. Einige haben wirtschaftlich alle anderen Elektrizitätswerke, auch unsere hervorragendsten überflügelt. So haben z. B. die Edison-Lichtwerke im Laufe des letzten Jahres einen Verbrauchszuwachs entsprechend 70000 Lampen, darunter 48000 Glühlampen und 1800 PS-Motoren, erfahren, eine Steigerung, die bei weitem den augenblicklich bestehenden Betrieb selbst großer europäischer Lichtwerke überschreitet. Da dieses Unternehmen außerdem für das ertragfähigste und zukunftsreichste gilt, so erfordert es jedenfalls eine eingehende Würdigung.

Das Studium der amerikanischen Licht- und Kraftanlagen ergibt fast in allen Fällen die Thatsache, das mit technisch ziemlich unvollkommenen Mitteln gearbeitet wird, insbesondere mit Maschinenanlagen, die wir als minderwertig bezeichnen würden. Der Erfolg liegt aber gerade in der Verwendung der einfachsten Mittel und in ihrer hervorragenden wirtschaftlichen Ausnutzung. Die Edison-Werke verwenden z. B. niedrig gespannten Gleichstrom von nur 240 V, der als solcher gefahrlos und der verschiedensten Verwendungen fähig ist, benutzen kleine Maschinen, welche vom ersten Beginn des Unternehmens an den Betrieb übernahmen und schon die erste Kraftanlage fruchtbringend gestalteten und erst später durch größere, vollkommene Maschinen und Kessel ersetzt wurden, nachdem die Kosten der vorläufigen Maschinenanlage längst abgeschrieben waren. Vor allem aber ist dem Unternehmen eine gute Organisation nachzurühmen.

Ich halte es für geboten, der technischen Beschreibung einzelner Kraft- und Lichtanlagen einige allgemeine Bemerkungen voranzuschicken und im voraus auf die eigenartigen amerikanischen Verhältnisse hinzuweisen, welche auf die genannten Unternehmungen Einfluss haben und den großen Erfolg vieler von ihnen erklären. Diese eigenartigen Verhältnisse möchte ich jedoch nur in technischer Hinsicht so kennzeichnen, wie ich sie wiederholt kennen lernte; in anderer Hinsicht kann ich sie nur andeuten, da mir das lebenswürdige Entgegenkommen der amerikanischen Fachgenossen eine abfällige, wenn auch berechtigte Kritik nicht technischer Eigentümlichkeiten unmöglich macht und ich nicht ohne Not Empfindlichkeit erwecken möchte.

Zur Kennzeichnung des gewaltigen Unterschiedes zwischen alter und neuer Welt, der in allen technischen und wirtschaft-

lichen Verhältnissen hervortritt, erwähne ich deshalb nur das folgende: Amerika steht in der Jugend seiner Entwicklung, und es ist daher nicht zu verwundern, wenn diese Entwicklung auch alle Licht- und Schattenseiten jugendlichen Gebahrens zeigt. Letzteres offenbart sich auch in der Art, wie das von der Natur so überreich bedachte Land mit allen Mitteln der modernen Technik ausgebeutet wird, sowie in der sich daraus ergebenden gewaltigen Entwicklung der wirtschaftlichen Verhältnisse und des ganzen geschäftlichen Treibens, und andererseits darin, dass mit den Kräften nicht ausgehalten und stellenweise arger Raubbau getrieben wird. Indessen ist das Land, wenigstens im Westen, noch so wenig aufgeschlossen, dass zum mindesten der Einzelne in seinen wirtschaftlichen Bestrebungen nicht sofort auf den Nachbar stößt und in dessen Interessen eingreift. Für den wirklich Begabten fließen die Erwerbsquellen auch meist viel reichlicher als bei uns, und die allgemein üblichen Ausgaben für die Annehmlichkeiten der materiellen Kultur sind ungleich höher als bei uns.

Technische Unternehmungen hingegen sind in ungleich höherem Maße als bei uns durch Interessenpolitik beeinflusst. Jedes größere Unternehmen stößt sofort auf Konkurrenz, die mit rücksichtslosen Mitteln ihren Interessen zu dienen bestrebt ist. Wem außerdem bekannt ist, was in Amerika »politicians« und ihr Einfluss, insbesondere auf städtische Verhältnisse, bedeuten, der wird auch bei jedem großen wirtschaftlichen Unternehmen den politischen Hergang und seine Rückwirkung auf die technische Seite würdigen. Unternehmungen müssen häufig nach ihrer Gründung erst die Politiker und ihren Anhang befriedigen; der Ingenieur als eigentlicher Arbeiter spielt vielfach die letzte Rolle. Ähnliches soll auch in der alten Welt vorkommen, aber selten in so ausgedehnter und für die technische Seite so entscheidender Weise wie hier. Dazu gesellt sich eine lebhaftere, oft blinde Unternehmungslust, die zu technisch unrichtigem Vorgehen verleitet und dadurch manche an sich gute Sache schädigt.

Unter allen Umständen ist es daher notwendig, freilich auch außerordentlich schwierig, bei den großen amerikanischen Unternehmungen die Gründungs- und Lebensgeschichte genau zu studieren und kennen zu lernen; nur dann ist es möglich, den technischen und geschäftlichen Erfolg oder Misserfolg eines Unternehmens einigermaßen richtig zu beurteilen und die Sache von ihrer Durchführung zu trennen. Die Erörterung nicht technischer Angelegenheiten entzieht sich aber vollständig der Behandlung im Rahmen der vorliegenden Berichte. Es kann daher nur die mächtige Bedeutung dieser Seite der Sache angedeutet, aber nicht auf ihre Folgen eingegangen werden. Da sich die Berichte eingehend auf verschiedenartige wirtschaftliche und technische Einrichtungen innerhalb von Städten erstrecken werden, möchte ich noch ganz besonders hervorheben, dass die Ame-

rikaner, wenigstens in den oberen Schichten der Bevölkerung, für vollkommene technische Einrichtungen und für die Maschinenarbeit als Kulturmittel ganz ungleich mehr bezahlen als wir. Dies schafft insbesondere Verhältnisse, welche von den unsrigen vollständig verschieden sind.

Gar mancher, der für amerikanische Einrichtungen schwärmt, beachtet nicht, dass hier allgemein mehr verausgabt wird als bei uns, dass die technischen Einrichtungen nicht nur begehrt, sondern auch bezahlt werden, dass beispielsweise mit elektrischem Licht ein so kostspieliger Luxus getrieben wird, wie er bei uns nur ausnahmsweise vorkommt. Für Beleuchtung und Heizung von Geschäftsräumen wird vielfach mehr bezahlt, als bei uns für Miete gleichwertiger Räume, und selbst für nebensächliche Dinge werden große Summen verausgabt, besonders wenn sie Reklamezwecken dienen.

In dieser Hinsicht ist hinzuweisen auf die bei uns unbekanntete Pracht der Ausstattung der großen amerikanischen Hotels, der großen Geschäfts- und Privathäuser. Selbst gewöhnliche Geschäftsbetriebe, Speisehäuser, Verkaufsläden, ja Schänkbuden entfalten neben dem großartigen Aufwand prächtiger Holztäfelung einen verschwenderischen Verbrauch von elektrischem Licht u. dgl.

Dies alles hindert aber nicht, dass viele Einrichtungen, die wir als unerlässlich betrachten und zu den ersten Kulturerfordernissen zählen, sich im Zustande ärgster Vernachlässigung befinden. Nur wenige amerikanische Städte haben gute Wasserleitungen, die meisten müssen sich mit unfiltrirtem Flusswasser begnügen; die Kanalisation der Städte liegt im argen oder ist gar nicht vorhanden, und der Zustand der meisten Straßen, auch im überreichen New York, ist ein solcher, dass sich das kleinste europäische Städtchen ihrer schämen würde. Dies gehört zu den amerikanischen Eigentümlichkeiten und mag, wenn man will, auch auf die Jugend der Entwicklung zurückgeführt werden. Wer solche Merkwürdigkeiten städtischer Verwaltungen näher erforschen will, mag den Einfluss der »politicians« und der »Tammany Hall« näher studiren.

Für die Technik ist hier trotzdem ein großartiges Feld geboten, und unter allen Umständen erwächst aus den geschilderten

Verhältnissen für die Licht- und Kraftversorgung von Städten, trotz der Mängel der Stadtverwaltungen, ein sehr günstiger Boden, der in gleicher Ausdehnung bei uns nicht vorhanden ist.

Im Folgenden sollen zunächst einige der hervorragendsten amerikanischen Lichanlagen, an erster Stelle die der Edison Co. in New York, kurz skizzirt werden.

Außer den Kraftanlagen für elektrischen Betrieb sind in Amerika von besonderem Interesse die mehrfach versuchte Energieversorgung durch Dampfverteilung, sowohl als selbständige Kraft- und Wärmeverteilung und noch mehr für Wärmeverteilung im Zusammenhange mit einem Kraft- oder Lichtbetrieb. Diesen vereinigten Energie- und Wärmeverteilungsanlagen ist in den nachfolgenden Berichten besondere Aufmerksamkeit gewidmet, weil solche Anlagen für die hier gegebenen Verhältnisse sehr eigenartig sind, und vor allem weil in dieser vereinigten Energieversorgung eine große Zukunft liegt.

Im Anschluss an die Energieverteilung in Städten sind die Maschinenanlagen für die Kraft- und Wärmelieferung innerhalb großer Geschäftshäuser, Hotels usw. ausführlich besprochen und durch Skizzen erläutert und die Eigenart des Maschinenbetriebes innerhalb solcher Gebäude, die Betriebskosten und Betriebserfahrungen gekennzeichnet. Zu diesen Maschinenbetrieben gehören noch insbesondere die Aufzüge. Diese werden aber in einem besonderen ausführlichen Berichte des Hrn. Guter-muth später behandelt werden und sind vorläufig in die Erläuterung nur soweit eingezogen als die Kraftlieferung für den Aufzugsbetrieb damit zusammenhängt.

Große Zukunft besitzt in Amerika die Kälteverteilung, sowohl in Städten von Zentralanlagen aus als auch innerhalb einzelner Gebäude, für gewöhnliche Kühlung und Lüftung als auch für eigentliche Kaltkammeranlagen. Ueber Kälteanlagen ist diesem Abdruck vorläufig nur ein Uebersichtsbericht beigefügt; die Einzelheiten der Kältemaschinen und Betriebsverhältnisse werden in besonderen Berichten des Hrn. Guter-muth nachfolgen.

A. Riedler.

Die Edison-Lichtwerke in New York.

In New York ist der Umfang des Lichtbetriebes dieser Unternehmung um etwa die Hälfte größer als der aller anderen Elektrizitätsgesellschaften der Stadt zusammengenommen. Letztere sind: die United Electric Light Co. (Westinghouse) und die Brush Co., welche beide Gesellschaften gemeinsam betrieben werden; die Thomson-Houston-Co.; die Mount Morris Co.; die North River Co.; die Manhattan Co. und die Harlem Co. Die letzten beiden Gesellschaften kommen im Wettbewerb nicht in Betracht, da sie von der Edison Co. selbst betrieben werden. Die Westinghouse Co. mit einem Lichtbetrieb von etwa 45 000 Glühlampen und 1800 Bogenlampen ist der bedeutendste Mitbewerber. Alle Unternehmungen arbeiten mit hochgespanntem Wechselstrom, mit Ausnahme der Edison Co.

Die Geschichte des Edison-Unternehmens ist kurz folgende:

Das ursprüngliche Unternehmen, die Electric Light Co., wurde 1878 gegründet und die Arbeit 1881 durch Edison selbst begonnen. 1881 wurde durch die Edison Illuminating Co. die Zentralstation Pearl Street in Angriff genommen und 1882 in Betrieb gesetzt. Sie hatte damals 6 »Mammoth«-Dynamos von je 125 PS und war für Lichtverteilung von etwa 2000 Lampen nach dem Zweileitersystem vorgesehen. Von der Unternehmung selbst werden die damaligen Einrichtungen als »very crude« bezeichnet, und es ist erwähnenswert, dass gegenwärtig kein einziges Haus mehr mit der ursprünglichen Lichtleitung versehen ist. Es ist ferner für die erste Einführung bezeichnend, dass den Abnehmern während einer Woche Licht kostenfrei geliefert und dann erst die weiteren Vereinbarungen für die Abnahme getroffen wurden. 1883 versorgte die Zentralstation Pearl Street etwa 300 Abnehmer mit 6000 Glühlampen bei ungefähr 1 km größter Entfernung; hingegen waren damals weder Motoren noch Bogenlicht in Gebrauch. Die Verwendung von Motoren in nennenswertem Umfange begann erst vor zwei Jahren und ist erst seit einem Jahre in Aufschwung begriffen; sie bürgern sich in denjenigen Fällen ein, wo einzelne Dampfanlagen durch die Wärmeausstrahlung unbequem sind. Sonstige Motoranlagen, insbesondere größere, kommen in New York kaum in Betracht, da der Aufstellung von Dampfanlagen an beliebigen Orten fast kein Hindernis entgegensteht.

1887 wurden die Vergrößerung der Lichtanlage Pearl Street sowie der Bau der neuen Stationen in der 26. und 39. Straße beschlossen und begonnen und hierbei das Dreileitersystem mit Gleichstrom von 240 V Spannung zu grunde gelegt. Bei allen neuen Stationen wurde der Betrieb innerhalb Jahresfrist, nachdem der Bau beschlossen, mit vorläufigen Kesseln und Maschinen aufgenommen. Ende 1888 wurden 700 Abnehmer mit etwa 16 000 Lampen versorgt. Die erste Bogenlampe kam 1889 in Betrieb. In dieser Entwicklungszeit des Unternehmens, wo mit sehr bescheidenen Mitteln gearbeitet wurde, musste viel Lehrgeld bezahlt werden; es wurden aber Erfahrungen insbesondere in der Organisation gewonnen, welche gegenwärtig einen Teil der Stärke des Unternehmens ausmachen.

Anfang 1890 wurde die Pearl Street-Station mit Ausnahme der Kessel und einer Dynamomaschine durch Feuer vollständig zerstört. Die Betriebsunterbrechung dauerte einen halben Tag; durch ein vorläufiges Lichtwerk in Liberty Street sowie durch die übrigen Werke wurde der Betrieb aufrecht erhalten. Nach 10 Tagen wurde auch von der durch Feuer zerstörten Anlage wieder Strom geliefert und der Neubau

einer großen Station in Pearl Street beschlossen, welche im Mai 1891 mit vorläufigen Maschinen in Betrieb gesetzt wurde. Gegenwärtig ist die Station mit einer 600 pferdigen und einer 1250 pferdigen endgültigen Maschine versehen und wird damit laufend betrieben.

In Fig. 1 ist die allgemeine Anordnung der Zentralstation Pearl Street dargestellt. Maßgebend für den eigentümlichen Aufbau in Stockwerken, der in ähnlicher Weise auch bei den übrigen Lichtwerken der Gesellschaft durchgeführt wird, ist der in New York ungewöhnlich hohe Preis der Grundstücke und die Notwendigkeit, sie auf der äußersten auszunutzen. Infolgedessen werden die Lichtmaschinen in oder unter dem Erdgeschoss untergebracht; darüber befinden sich Lagerräume, über diesen die Dampfkessel und Vorwärmer, im nächsten Stockwerk die Kohlenbehälter und darüber die Bureauräume. Letzteres entspricht neuester amerikanischer Gewohnheit. Die ausgedehnte Benutzung der Aufzüge ermöglicht es, die Arbeitsräume in die höchsten Stockwerke zu legen und ihnen so die Vorteile der besseren Belichtung und Lüftung sowie der günstigeren Lage im Geschäftsviertel zu sichern.

Gegenwärtig ist die Station Pearl Street nur bis zum zweiten Stockwerk ausgebaut. Die endgültigen Wasserrohrkessel sind noch nicht aufgestellt, sondern der Betrieb wird mit vorläufigen, im Erdgeschoss aufgestellten Kesseln durchgeführt, und der oberhalb der Maschinen liegende Raum wird einstweilen zu Ausstellungs- und Bureauzwecken benutzt. Die Station soll aber bis Ende dieses Jahres, wie skizziert, fertig werden; die vorläufigen Kessel werden durch die endgültigen ersetzt und die oberen Stockwerke aufgebaut.

Das Lichtwerk ist für die Aufnahme von drei 1250 pferdigen und zwölf 2000 pferdigen Lichtmaschinen berechnet, welche in zwei Reihen aufgestellt werden, s. Fig. 2, Grundriss.

Für den Großbetrieb ist mechanische Zuführung der Kohle und Abführung der Asche vorgesehen. Die Kohle wird durch Aufzüge gehoben, in großen Behältern über den Dampfkesseln gelagert und durch Blechröhren neben die Feuerstellen geführt. Diese Art der Zuführung lässt die verwendete Kohle (Anthrazit) zu, die in regelmäßiger Korn geliefert wird und weder backt noch sich staut. Es ist Vorwärmung der Verbrennungsluft und in Verbindung damit besondere Lüftung des Maschinenhauses vorgesehen, derart dass die erwärmte Luft aus den Maschinenräumen durch Exhaustoren abgesaugt und im Rauchkanal der Dampfkessel sowie im Schornstein weiter vorgewärmt wird, um dann als Verbrennungsluft unter den Dampfkesseln zu dienen. Außerdem ist Dampfüberhitzung im Rauchkanal vorgesehen.

Das Lichtwerk soll bis zur Entwicklung von etwa 30 000 PS, entsprechend dem gleichzeitigen Betriebe von 300 000 Lampen, ausgebaut werden, für welche bedeutende Leistung ein Raum von 61 m Länge, 22,5 m Breite und 9,2 m Höhe gegeben ist. In diesem Raum sind unterzubringen

- zwölf 2500 pferdige Vierfach-Verbundmaschinen, jede mit 2 Dynamos von 800 Kilowatt,
- zwei 1250 pferdige Dreifach-Verbundmaschinen, jede mit 2 Dynamos von 400 Kilowatt,
- zwei 600 pferdige Dreifach-Verbundmaschinen, jede mit 2 Dynamos von 200 Kilowatt.

Unmittelbar über dem Eingang ist eine Gallerie angebracht, von welcher aus der Betrieb sämtlicher Maschinen überblickt werden kann. Das gemeinsame Schaltbrett befindet sich in der Mitte der Anlage.

Das Stockwerk über den Maschinen dient später zu Werkstätten und Lagerräumen und besitzt an jeder Seite einen Raum von 3 m Breite zur Aufnahme der Dampfleitung und der früher erwähnten Leitung für die vorzuwärmende Luft.

Das dritte Stockwerk enthält die Exhaustoren, die Pumpen, die Vorrichtungen zum Aschetransport usw.

Im vierten Stockwerk sind 30 Wasserrohrkessel in zwei Reihen aufzustellen. Die Betriebsspannung beträgt 14 Atm. Die Kesselanlage soll bei einem Dampfverbrauch von 7 kg für 1 PS-Std. für 20000 PS ausreichen. Zur Steigerung der Leistung auf 30000 PS ist künstlicher Zug in Aussicht genommen.

Im fünften Stockwerk sind Kohlenbehälter für 3000 t

Edison-Lichtwerke in New York, Pearl Street.

Maßstab 1:400.

Fig. 1.

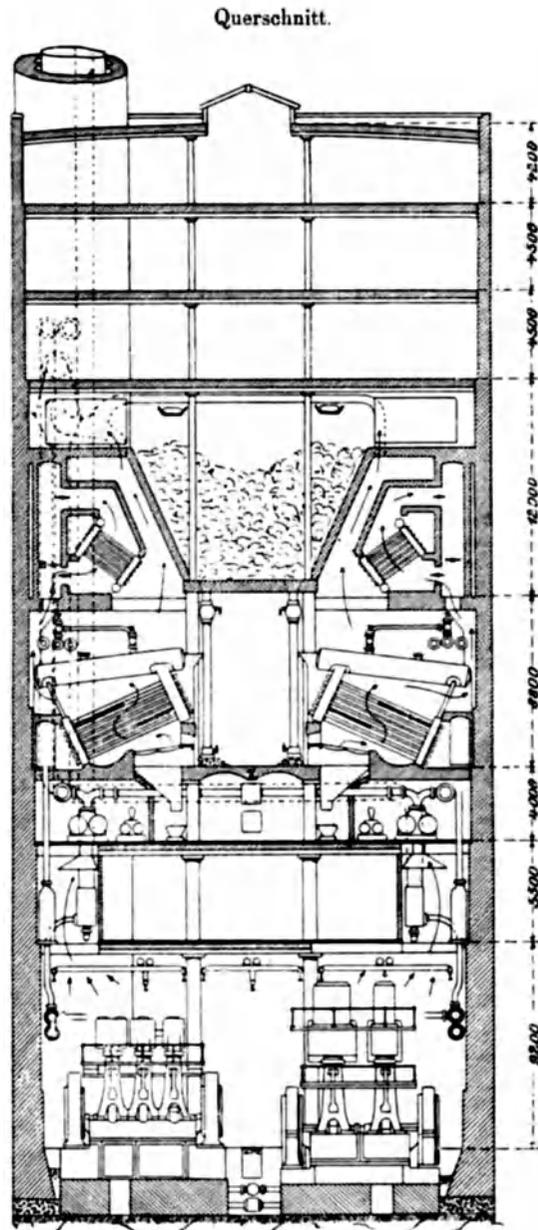
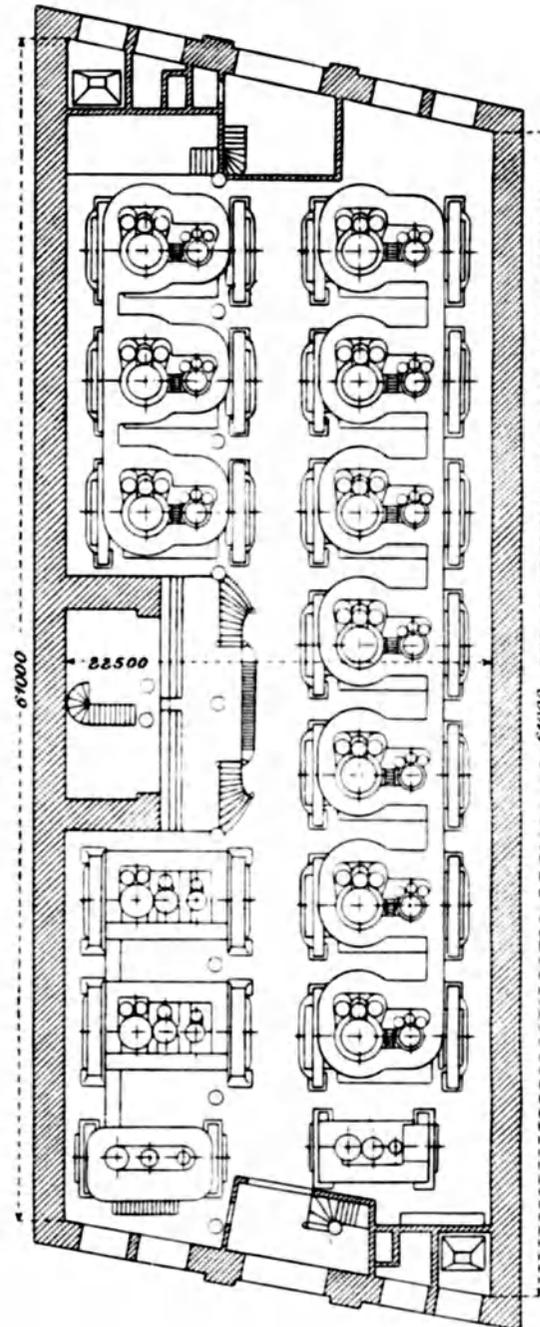


Fig. 2.

Grundriss.



Inhalt unterzubringen. Unterhalb der Rutschflächen der Kohlenbehälter liegen die Feuerzüge, Wasserbehälter und Speisewasservorwärmer, darüber die Wasservorratsbehälter.

Die Büreauräume oberhalb der Kohlenbehälter sind durch Aufzüge und außerdem auf jeder Seite durch eine Treppe zugänglich.

Die Feuerkanäle münden an der Ostseite in zwei Schornsteine und enthalten die Vorwärmer für die Verbrennungsluft.

Die Einrichtungen für künstlichen Zug und für die Luftvorwärmung sind ausschaltbar.

Maschinen und Kessel sind für normale Belastung berechnet. Während durchschnittlich etwa 2 Stunden größter Belastung oder vorübergehend im Bedarfsfalle kann eine Steigerung der Leistung um etwa 50 pCt bei vergrößerter Dampfleistung und künstlichem Zug eintreten.

Lichtmaschinen.

Die Lichtmaschinen sind nach europäischem Vorbilde gebaut und von den bei uns verwendeten gleichartigen Typen nur in einigen Einzelheiten verschieden. Die Dampfmaschi-

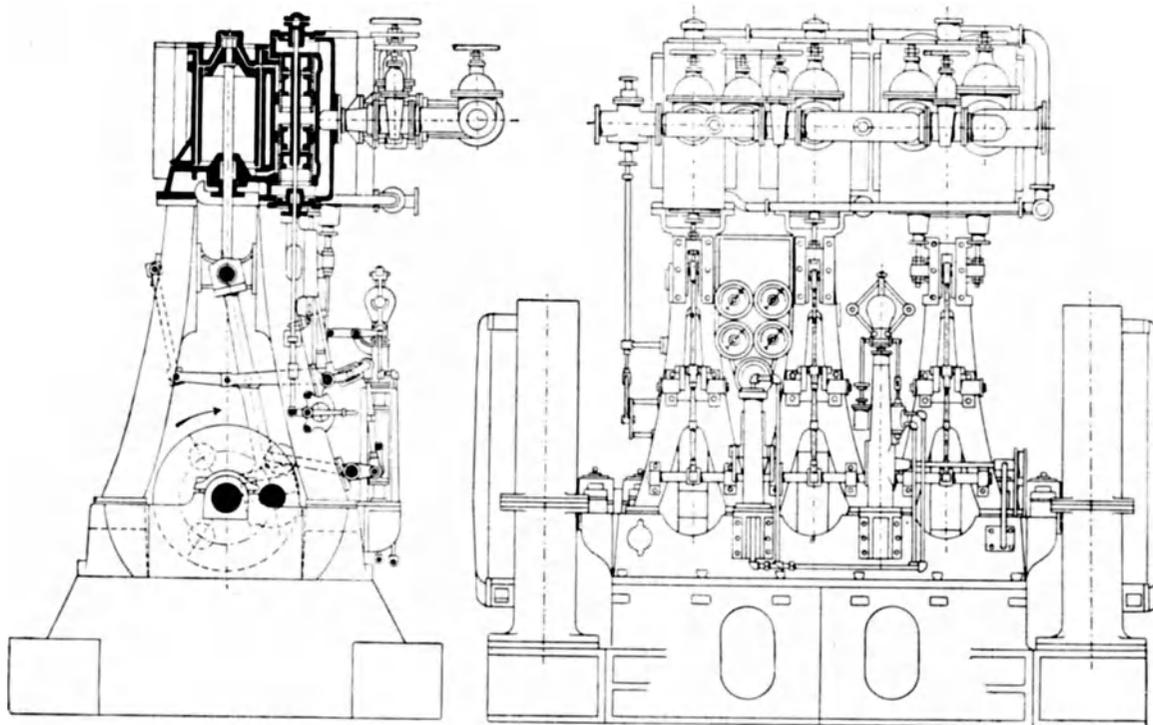
nen erfordern für eine gegebene Maschinenleistung wesentlich kleineren Raum und gestatten dadurch besonders gute Ausnutzung der vorhandenen schwierigen Bauverhältnisse. Diese Raumausnutzung durch die Dampfmaschinen wird, abgesehen

Fig. 3.

Edison-Lichtwerke in New York.

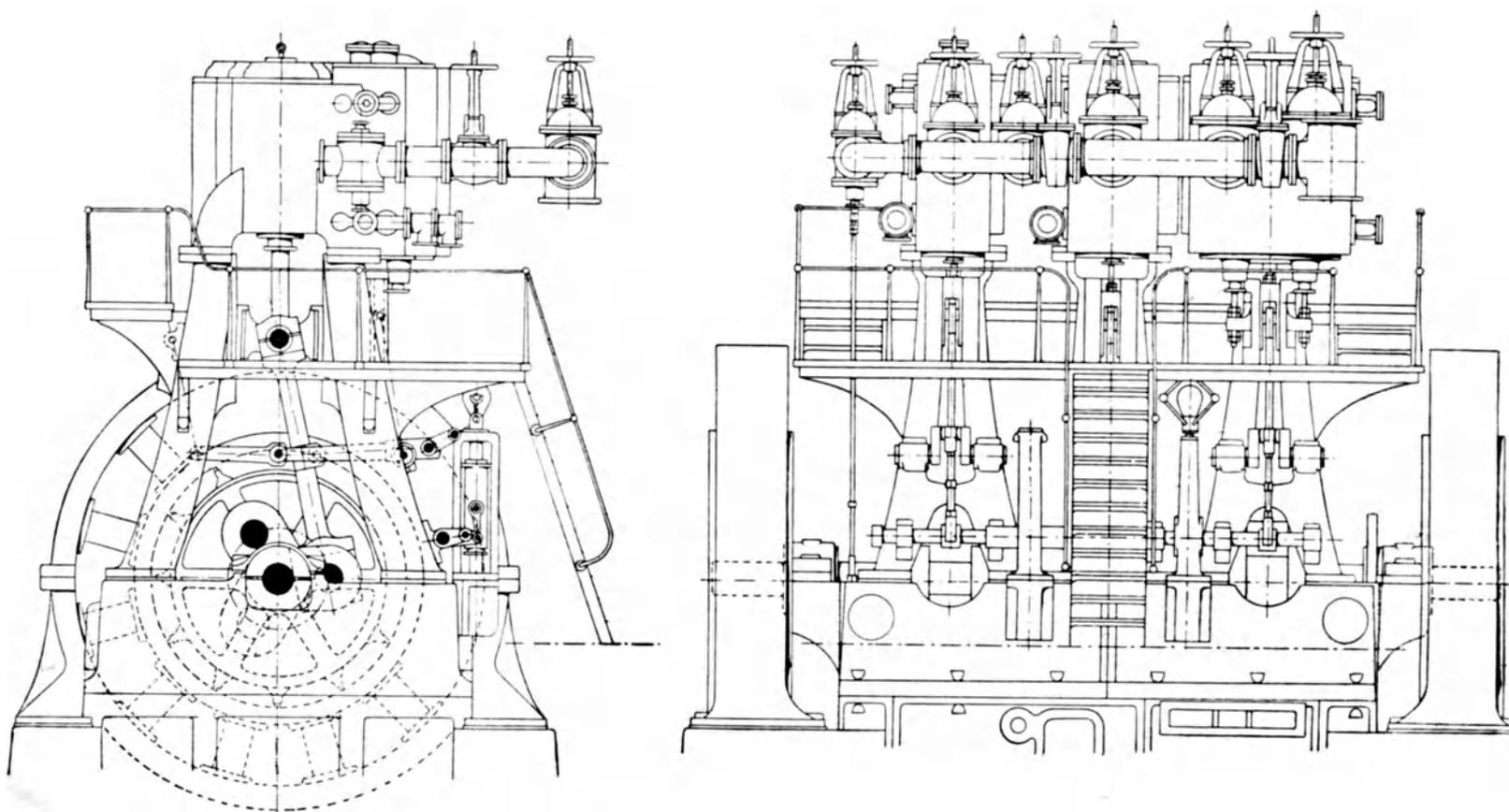
Lichtmaschine von 600 PS.

Mafsstab 1:60.

*Fig. 4.*

Lichtmaschine von 1250 PS.

Mafsstab 1:60.



von der vertikalen Bauart und von der Verwendung kurzen Maschinenhubes, insbesondere dadurch erreicht, dass die Schieberkasten der Dampfmaschinen nicht zwischen, sondern vor den Cylindern angebracht sind und so die Entfernung zwischen den Dampfzylindern möglichst beschränkt wird. Hierdurch können in dem verfügbaren Raum nahezu 50 pCt Maschinenkraft mehr untergebracht werden. Die Schieber werden durch Joy-Steuerung von der Schubstange aus angetrieben, wodurch der Vorteil der seitlich liegenden Schieberkasten mit dem zentrischen Antrieb der Steuerung erreicht und Uebersetzungshebel und -Wellen vermieden werden.

Die 600pferdigen Maschinen sind in ihrem wesentlichen Aufbau in Fig. 3 dargestellt, die 1250pferdigen Maschinen in Fig. 4. Besondere Erläuterung dieser Figuren dürfte entbehrlich sein. Einzelzeichnungen der Steuerung und wesentlicher Maschinenteile werde ich noch nachtragen.

Der Entwurf der Maschinen rührt von J. Van Vleck, dem Chefingenieur der Unternehmung, die Ausführung von der Dickson Manufacturing Co. in Scranton, Pa., her. Die Ausführung und die Ruhe des Ganges würden wir nach unseren Anforderungen als mittelmäßig bezeichnen; alle wesentlichen Teile der Maschinen, insbesondere Wellen, Stangen und Führungen, sind jedoch ungewöhnlich kräftig ausgeführt. Die Dampfzylinderdeckel und Kolben sind aus Gusstahl hergestellt. Eigentümlich ist die Fundirung der Maschinen. Obwohl der Maschinenrahmen ungewöhnlich kräftig ist, ist er doch noch auf einen etwa $1\frac{1}{2}$ m hohen besonderen schweren gusseisernen Rahmen aufgebaut, welcher auf Mauerwerk ruht, und dieses wiederum ruht auf einer $\frac{1}{2}$ m dicken Betonschicht. Besondere Gründe dieser eigentümlichen Fundirung waren nicht festzustellen; sie ist auch gegenüber der sehr kräftigen Bauart der Maschine nicht verständlich.

Die Maschinen von 600 und 1250 PS sind Dreifach-Verbundmaschinen, deren neben einander liegende Cylinder auf drei Kurbeln arbeiten.

Die 2500pferdigen Maschinen, welche die zukünftige Hauptanlage bilden werden, sind Vierfach-Verbundmaschinen, deren Hochdruck- und erster Mitteldruckzylinder, über einander liegend, auf eine Kurbel arbeiten, während der zweite Mitteldruck- und der Niederdruckzylinder auf eine zweite Kurbel wirken.

Keine der Maschinen besitzt ein besonderes Schwungrad. Die größte Betriebsgeschwindigkeit der 2500pferdigen Maschine beträgt 90, die normale 80 Min.-Umdr.; die der 1250pferdigen Maschinen bis zu 150 Min.-Umdr., die normale Geschwindigkeit der letzteren etwa 100.

Auf jeder Seite der Kurbelwelle wird ein Dynamo unmittelbar angetrieben.

In der Gesamtanordnung und in wesentlichen Einzelheiten ist der europäische Einfluss unverkennbar, wenn auch Vorbilder nicht erwähnt werden. Insbesondere der direkte Antrieb der Dynamomaschinen durch stehende Dampfmaschinen bricht mit der bisher herrschenden amerikanischen Praxis. Letztere besteht im wesentlichen in der Verwendung raschlaufender Dampfmaschinen mit einfacher Riemenübersetzung auf sehr raschlaufende Dynamos für kleinere Werke; und für größere Werke in der Verwendung normallaufender Dampfmaschinen mit Riemenübersetzung auf eine gemeinsame Transmissionswelle, welche unter Einschaltung von Reibungskupplungen durch eine zweite Riemenübersetzung eine Reihe von raschlaufenden Dynamos antreibt.

Die Dynamomaschinen sind in den Edison-Werken in Schenectady, N. Y., gebaut. An ihnen sind mehrere Verbesserungen durchgeführt: Aufsenspole, innerer Armaturring mit zentraler Unterstützung bei guter Lüftung und seitlicher Anbringung der Schleifbürsten.

Beachtenswert ist, dass die Dampfzuleitung und die Ueberströmung zu den Dampfzylindern in getrennten Röhren erfolgt und jede Rohrleitung mit einem Absperrschieber versehen wird. Hierdurch geht der Vorteil der kurzen Dampfwege verloren; doch wird der vermeintliche Vorteil erreicht, dass jede Maschine im Falle der Dienstuntauglichkeit eines Cylinders mit den übrigen Cylindern ohne wesentlichen Stillstand weiter betrieben werden kann (wenn die eingetretene Störung solche rasche Ausschaltung eines Cylinders überhaupt

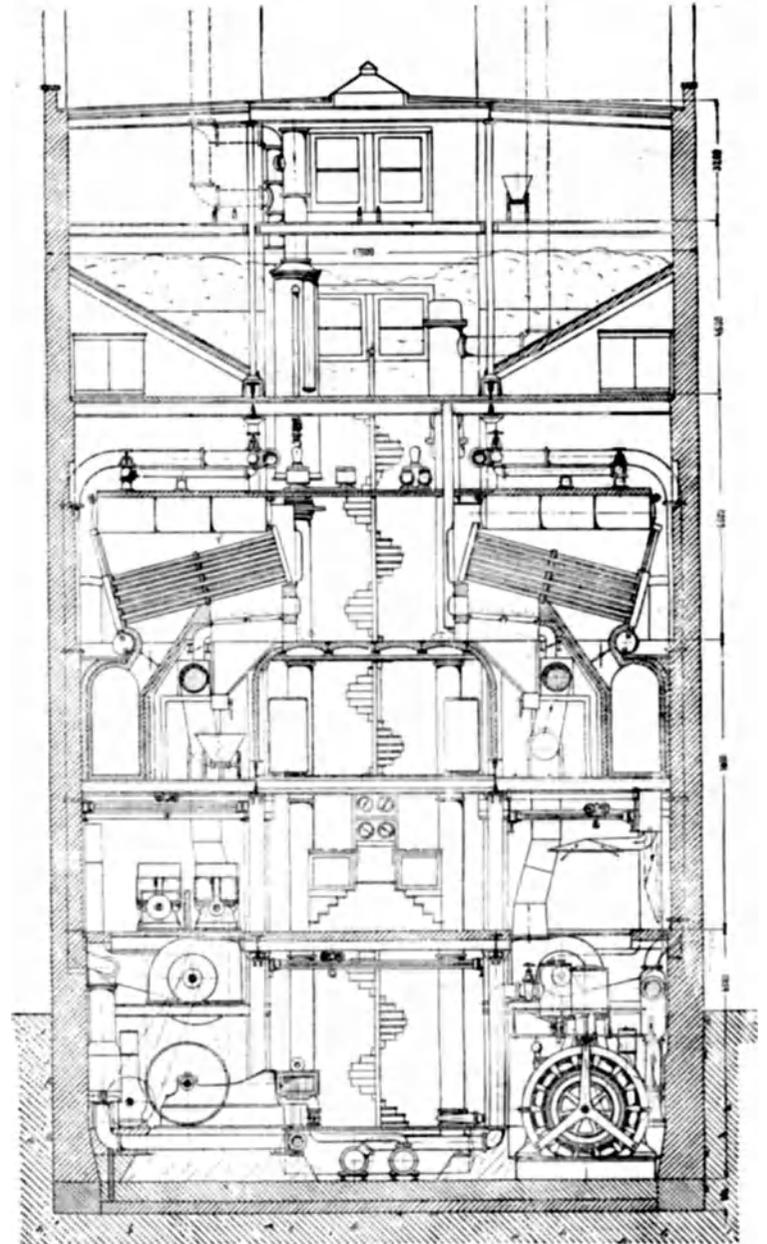
zulässt!). Die hierzu erforderliche etwas verwickelte Rohrleitung mit Absperrschiebern ist aus den Zeichnungen Fig. 3 und 4 ersichtlich.

Die Bauart der Maschinen erreicht den erwähnten Vorteil der Ausnutzung des Raumes bei leidlicher Zugänglichkeit; nur die Gelenke der Joy-Steuerung unmittelbar an der Schubstange sind unzugänglich. Die Regulierung erfolgt durch einen Porter-Regulator, welcher die Expansion in allen drei

Fig. 5.

Edison-Lichtwerk in New York 26. StraÙe.

Querschnitt 1 : 200.



Cylindern gleichzeitig verstellt. Um möglichst rasche Selbstregulierung zu erreichen, wird die erforderliche Energie durch einen hydraulischen Druckzylinder ausgeübt.

Die Maschinen laufen ausschließlich mit Oelschmierung, welche außerordentlich reichlich vorgesehen ist. Für die Auffangung des Schmieröles sind bis jetzt keine guten Einrichtungen vorgesehen.

Die Maschinen sind sowohl für Kondensations- als für Auspuffbetrieb eingerichtet. Zum Kondensationsbetriebe

dienen gewöhnliche Mischkondensatoren. Das Einspritzwasser wäre durch Tiefbrunnen zu liefern. Nach den in New York gegebenen Verhältnissen besteht jedoch keine Möglichkeit, auf diese Weise auch nur einen sehr geringen Teil der geplanten Maschinenanlage mit Kondensation zu betreiben; auch die vorläufige Anlage wird ausschließlich mit freiem Auspuff betrieben, und es kann wohl angenommen werden, dass der größte Teil der Anlage andauernd so arbeiten wird. Die hierdurch entstehenden Betriebsverhältnisse einer großen Kraftanlage, die später auf 20000 PS ausgebaut werden soll und sich inmitten eines dicht belebten Stadtteiles befindet, sind bei uns einfach undenkbar; die Dampfvolken, welche die Umgegend belästigen, sind jetzt schon ungeheuer.

Die Cylinderabmessungen der 600 pferdigen Dreifach-Verbundmaschinen sind: Hochdruck 457 mm, Mitteldruck 686 mm, Niederdruck 1016 mm Dmr., 762 mm Hub; die normale Umdrehungszahl ist 120 i. d. Min., der Wellendmr. 203 mm.

Die Abmessungen der 1250 pferdigen Dreifach-Verbundmaschinen sind: Hochdruck 610 mm, Mitteldruck 890 mm, Niederdruck 1321 mm Dmr., 915 mm Hub, Wellendmr. 305 mm, normale Umdr.-Zahl 100 i. d. Min.

Die Hauptmaschinen der 20000 pferdigen Anlage Pearl Street werden nach dem vollständigen Ausbau die 2500 pferdigen Vierfach-Verbundmaschinen sein, von welchen 10 im genannten Maschinenraum unterzubringen sind. Davon ist eine Maschine gegenwärtig bei der Dickson Manufacturing Co. im Bau begriffen und soll im August d. J. in Betrieb kommen. Die Cylinderabmessungen sind: Hochdruck 660 mm, 1. Mitteldruck 940 mm, 2. Mitteldruck 1321 mm, Hub 915 mm, Dmr. der hohlen Welle 457 mm, normale Umdr.-Zahl 90 i. d. Min.

Auch diese Maschinen sind mit Kolbenschiebern und Joy-Steuerung ausgeführt. Jede Maschine ist für den Betrieb eines Paares von 800 Kilowatt-Dynamomaschinen bestimmt. Eine dieser Maschinen leistet dasselbe wie die Maschinen (liegende Verbundmaschinen mit Riemenübersetzung) der alten Zentralstation Pearl Street und beansprucht etwa $\frac{1}{10}$ der Grundfläche der alten Anlage.

Die in der Höhe schon ausgebaute Station der Edison Co. in der 26. Straße ist in Fig. 5 im Querschnitt dargestellt; sie ist im wesentlichen gleich der eben erwähnten.

Im Erdgeschoss liegen links die älteren liegenden Maschinen: 2 Tandemaschinen von je 230 PS und 5 eincylindrige Maschinen von je 200 PS, welche die im ersten Stock befindlichen Edison-Dynamos mittels Riemen antreiben; rechts befinden sich 2 seit anderthalb Jahren im Betriebe befindliche 600 pferdige Dreifach-Verbundmaschinen mit unmittelbarem Dynamoantrieb. Für die hydraulische Verstellung der Kulissen dieser beiden Maschinen ist eine kleine Pumpe mit Akkumulator aufgestellt; der Wasserdruck beträgt 10 Atm.

Im ersten Stock stehen 14 Edison-Dynamos von je 100 Kilowatt, wovon je 2 von einer Dampfmaschine angetrieben werden; in der Mitte des Raumes ist die Schaltbühne angebracht. Im zweiten Stock sind eine Reparaturwerkstatt und die Gleise für die Aschenabfuhr, im dritten Stockwerke 13 Babcock-Wilcox-Kessel untergebracht. Das Speisewasser wird durch stehende Vorwärmer vorgewärmt, die bis in das vierte Stockwerk reichen, woselbst auch die Speisepumpen stehen.

Im fünften Stock sind die Kohlenbunker und im sechsten die Anfahrt der Kohlenwagen zum Füllen der Bunker. Für die Kessel ist ebenfalls künstlicher Zug, der durch 2 Ventilatoren erzeugt wird, vorgesehen.

Die Station, die in sehr gutem Zustand ist, erzeugt ungefähr 3000 PS und speist 10000 Glühlampen von 16 Kerzen.

Die gegenwärtige Organisation des Unternehmens scheint eine sehr gute zu sein. Besonders übersichtlich und einfach wird die Berechnung der wöchentlichen Einzelkosten für jeden Teil des Betriebes durchgeführt, sodass jede schwache Seite des Unternehmens für die Leitung sofort erkenntlich wird. Ähnliches habe ich bei uns auch kennen gelernt, aber doch nie in so einfacher und übersichtlicher Handhabung.

Auf die Einzelheiten kann hier nicht näher eingegangen werden.

Erwähnt sei noch die Art und Weise, wie laufend der Plan des gesamten Verteilungsnetzes dem jeweiligen tatsächlichen Zustande entsprechend dargestellt wird. Das ganze Netz ist auf einer mit Firnis geschwärzten Glasplatte mit dem Stichel eingezeichnet, jede Aenderung des Netzes wird sofort in diese Platte eingetragen, wobei wegfallende Linien durch schwarze Farbe zugedeckt werden, und der augenblicklich richtige Stand des Verteilungsnetzes kann durch Blaukopien, die von der Glasplatte genommen werden, jederzeit festgestellt werden.

Die großen finanziellen Mittel des Unternehmens sichern ihm jetzt schon in New York, trotz der Konkurrenz der übrigen Gesellschaften, eine herrschende und mehr und mehr an Bedeutung zunehmende Stellung auf dem Beleuchtungsgebiete. Die Erfolge des Unternehmens seit 2 Jahren sind sehr bedeutend. (Reingewinn im abgelaufenen Jahre 475 000 \$; Zahl der Abnehmer 4300 gegen 1200 im Jahre 1889; Zahl der Glühlampen 142 500 gegen 39 800, Zahl der Bogenlichter 1600 gegen 110.) Für Motorenbetrieb werden gegenwärtig nominell 4000 PS abgegeben, worüber nähere Angaben unten folgen. Die Stärke des Gesamtbetriebes entspricht nahezu 200 000 Glühlampen. Die Zahl der Glühlampen allein hat im abgelaufenen Jahr um etwa 50 000 zugenommen, während die Gesamtzunahme des Licht- und Kraftbedarfes etwa 70 000 Glühlampen entspricht, ein Ergebnis, welches hier bisher von keinem ähnlichen Unternehmen erreicht wurde.

Die Anwendung des elektrischen Stromes innerhalb des Gebietes der Gesellschaft für andere als Beleuchtungszwecke ist mannigfaltig, der Menge nach aber unbedeutend. Die verschiedenartigen Apparate zur Verwendung des elektrischen Stromes, insbesondere für Heizzwecke, sind ausschließlich deutschen und im besonderen Berliner Ursprunges und unverändert benutzt. Fortschritte auf diesem Gebiete konnte ich nicht entdecken. Nur auf dem Gebiete der Anwendung von Motoren sind gegenüber europäischen Verhältnissen Fortschritte erzielt, aber auch dies nur hinsichtlich der Verbreitung der Motoren, nicht aber ihrer Bauart oder Benutzung. Trotz eines eigentlich viel älteren geordneten Betriebes, der nicht mehr als Versuchsbetrieb bezeichnet werden kann, ist bei uns die Verwendung der Motoren im Vergleich zum Lichtbetrieb verschwindend, während im Beleuchtungsgebiet der Edison Co. gegenwärtig etwa 1150 Motoren betrieben werden, und diese sind mit wenig Ausnahmen in den letzten 2 Jahren aufgestellt. Davon entfallen auf die untere Stadt rd. 760, auf die obere Stadt 380 Motoren. Die nominelle Leistung beträgt in der unteren Stadt rd. 3700, in der oberen 1180 PS. Nicht mitgerechnet sind dabei die im Sommer sehr zahlreich verwendeten kleinen etwa $\frac{1}{3}$ pferdigen Motoren zum Betriebe von Ventilatoren, die aber trotz ihrer großen Zahl auf den Kraftbedarf keinen nennenswerten Einfluss ausüben.

Es ist bezeichnend für amerikanische Verhältnisse, dass für solche Ventilatoren, die eine eigentliche Ventilation gar nicht bewirken, sondern innerhalb der Räume nur die Luft in Bewegung erhalten, also Zug erzeugen, dieselben Betriebskosten gefordert und bezahlt werden wie für Glühlampen, mit der weiteren Beschränkung, dass für den Betrieb eines solchen Ventilators mindestens der Betrag von 36 \$ jährlich bezahlt werden muss. Trotzdem sind tausende solcher Ventilatoren im Gebrauch.

Für die Abgabe von Licht und Kraft hat die Unternehmung Einheitssätze, die je nach der zunehmenden Höhe des Verbrauches des einzelnen Abnehmers um gewisse Prozentsätze ermäßigt werden. Für Bogenlicht beträgt der Einheitspreis für eine 8 Amp.-Lampe und Stunde 10 Cents; schon bei 100 bis 200 Lampenstunden für den Monat wird jedoch z. B. eine Ermäßigung von 10 pCt zugestanden, welche bis zu 35 pCt bei 1000 Lampenstunden steigt. Eine 16 kerzige Glühlampe kostet für die Stunde 1 Cent, welcher Preis bis zu $\frac{3}{4}$ Cent ermäßigt wird, wenn die monatliche Lampenstundenzahl 500 überschreitet. Bei Kraftabgabe rechnet man für 1 PS-Std. 10 Cents, giebt aber schon bei Entnahme von monatlich 100 PS-Std. 20 pCt Nachlass, der sich allmählich

bis zu 50 pCt steigert, wenn mehr als 1500 PS-Std. im Monat geliefert werden.

Die Lieferung elektrischen Stromes für Kraftzwecke verpflichtet die Abnehmer, mindestens 3 \$ monatlich zu bezahlen, auch für die kleinsten Motoren ($\frac{1}{8}$ PS).

Sehr wesentlich für die Beurteilung des Kraftbetriebes ist die Thatsache, dass die durchschnittliche Betriebsdauer der vorhandenen Motoren täglich (im Monatsdurchschnitt) nur etwa 2 Stunden beträgt, und dass der Unternehmung aus der Stromlieferung für Motoren eine Einnahme von 5,2 \$ für 1 PS im Monatsdurchschnitt für diese zweistündig betriebenen Motoren erwächst. Im Jahre werden demnach bei dem erwähnten nur zweistündigen Durchschnittsbetrieb der Unternehmung als mindester Preis für 1 PS 60 \$ zufließen; normal beträgt die Einnahme jedoch 75 \$.

Den bis jetzt nur vorhandenen kleinen Abnehmern kostet daher bei 10 stündigem Betriebe 1 PS jährlich $5 \times 75 \$ = 375 \$$.

Die Anzahl der Motoren beträgt gegenwärtig rd. 4000, von 3 bis 4 PS im mittel, die einer Anlage von ungefähr 200000 16 kerzigen Glühlampen gleichkommen.

Die Anschaffung und Aufstellung der Motoren ist Sache der Abnehmer. Die Edison Co. liefert nur den Strom und

die Zählwerke, die aber auch von den Kunden bezahlt werden müssen.

Die Hausinstallationen, die zum größten Teil zum Aufzugbetrieb dienen, sind sehr einfach und bestehen nur aus dem elektrochemischen Zählwerk, der Anlassvorrichtung und dem Elektromotor. Voltmeter und Ampèremeter sind nicht angebracht.

Bei den älteren Aufzügen arbeitet der Elektromotor beständig auf ein Vorgelege, sodass das Halten und Ingangsetzen der Aufzüge mittels Leer- und Vollscheibe erfolgt. Neuere Aufzüge treiben die Seiltrommel mittels Schnecke unmittelbar an, und Stillstand, Auf- und Abwärtsgang werden durch einen mit Rheostaten versehenen Umschalter, der vom Aufzug aus gehandhabt wird, bewirkt. Ueber die Einzelheiten solcher elektrischen Aufzüge wird noch besonderer Bericht nachfolgen.

Ueber den Wirkungsgrad der Kraftverteilung war nichts Näheres in Erfahrung zu bringen und auch keine Prüfung möglich. Ermittelt wurde nur, dass die Selbstkosten der in der Centrale erzeugten Kraft ungefähr die Hälfte des von den Kunden bezahlten Preises betragen.

A. Riedler.

Licht- und Kraftanlagen in Boston.

Die Elektrizitätswerke in Boston bieten in vieler Hinsicht Beachtenswertes, sowohl durch ihren verhältnismäßig großen Umfang und viele Einzelheiten als auch durch ihre geschichtliche Entwicklung; denn Boston ist den amerikanischen Städten in der Ausnutzung der Elektrizität stets vorangegangen, und nur im Umfang des elektrischen Betriebes ist es an anderen Stellen in der neuesten Zeit überflügelt worden.

Die bedeutendsten Lichtwerke der Stadt sind die Edison-Werke, die bedeutendste Kraftverteilung die Anlage der Westend-Straßenbahn-Co. Die wesentlichen Einrichtungen beider sind im Nachfolgenden beschrieben.

Es ist bezeichnend für die technische Entwicklung des Lichtbetriebes, dass die älteren Edison-Werke, welche 1886 gebaut wurden und mit ihren 18 Armington-Maschinen damals eine vielbewunderte Anlage waren, heute als gänzlich veraltet und minderwertig gelten. Nicht minder bezeichnend ist, dass es noch vor zwei Jahren vielfach schwierig war, Aufschluss über alle Einzelheiten des Betriebes zu erhalten, während der technische Besucher heute lebenswürdige Aufnahme erfährt und bereitwilligste Auskunft erhält.

Der inzwischen gemachte Fortschritt ist ein außerordentlicher, insbesondere mit Rücksicht darauf, dass die ersten Glühlampen in Amerika erst 1882 in kleinem Maßstabe und mit kleinen Maschinen (unter 100 PS) gebaut wurden, während gegenwärtig Maschinenanlagen von 10 000 bis 20 000 PS zu den gewöhnlichen gehören und kaum noch besondere Beachtung finden.

Die ältere Edison-Anlage in der Tremont-Straße ist für die Kraftanlagen, welche vor 3 bis 5 Jahren in Amerika gebaut wurden, typisch. Sie gewährt durch die raschlaufenden Dampfmaschinen mit großer Riemenübersetzung auf raschlaufende Dynamos nur den einzigen Vorteil der billigen Beschaffung der Motoren und Generatoren. Alle übrigen Eigentümlichkeiten der alten Anlagen bedeuten schwere Nachteile.

Die neue Edison-Kraftanlage in der Atlantic Avenue kann, wie die New Yorker, als Typus der Neuzeit gelten: Vermeidung aller Zwischenübersetzung; stehende, mächtig rasch laufende und vollkommener gebaute Dreifach-Verbunddampfmaschinen bei unmittelbarem Dynamoantrieb. Für die Einzelheiten dieser Anlage gilt im wesentlichen das bei der Beschreibung der New Yorker Edison-Anlage bereits Erwähnte, und es ist deshalb nur nötig, dass der Bostoner Anlage Eigentümliche durch einige Skizzen und Erläuterungen hervorzuheben.

Vorher möchte ich jedoch über den Betrieb der elektrischen Straßenbahnen in Boston einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken.

Die bedeutende Ausdehnung und auch die eigenartige Durchführung dieses elektrischen Straßenbahnbetriebes geben zu solchen Bemerkungen Anlass, die zugleich zur Kennzeichnung der örtlichen Verhältnisse dienen.

In jeder Stadt ist der Verkehr durch die örtlichen Verhältnisse bestimmt; in den amerikanischen Städten ist er noch besonders dadurch gekennzeichnet, dass die modernen Verkehrsmittel, vor allem die motorisch betriebenen Eisenbahnen, in größerem Maßstabe und auch schon seit längerer Zeit als bei uns für die ungeheuer anwachsenden Bedürfnisse der Städte herangezogen werden. Die Straßenbahnen eilen dabei

in neuen, äußeren Stadtteilen fast immer der Entwicklung der Stadt voran. Dort entfaltet sich das Verkehrswesen auch in normaler und vorteilhafter, der heutigen Entwicklung der Technik einigermaßen entsprechender Weise. Der Zustand der gewöhnlichen Straßen ist in fast allen Städten ein über alle Maßen schlechter, auch in den reichsten Städten ein geradezu schmachvoller. Teilweise Ausgleich schaffen das hochentwickelte Straßennetz und der motorische Betrieb, und wo dieses Netz in der erwähnten Weise mit der städtischen Entwicklung vorgeschritten ist, hat es bewirkt, dass die Stadtzentren entlastet werden und sich im Umkreise der Städte die eigentlichen Wohnbezirke durchschnittlich viel besser entwickeln, gesünder und billiger und auch für den minder bemittelten leichter zugänglich sind, als bei uns unter althergebrachten beschränkten Verhältnissen und bei vielfach unzureichenden Verkehrsmitteln.

Dieses moderne Element, die Eisenbahnen innerhalb der Städte, insbesondere die motorisch betriebenen Eisenbahnen, sind wohl in keiner Stadt, auch in keiner amerikanischen, planmäßig und rechtzeitig vorgesehen worden; höchstens in den äußeren Stadtteilen. Zur Zeit, als sich die Städte zu ihrer heutigen Form zu entwickeln begannen, d. i. zu Anfang der 60er Jahre, ist es verabsäumt worden, Raum für die modernen Verkehrsmittel vorzusehen. Wer damals weitblickend genug gewesen wäre, den Maschinenbetrieb im städtischen Verkehr vorzusehen und dem Stadtplan zielbewusst einzufügen, hätte Musterstädte schaffen können, die ohne Schwierigkeit allen Verkehrsforderungen genügen und von den schweren Mängeln der heutigen Großstädte sich hätten freihalten können. Die Folge dieser Verabsäumung ist, dass heute in allen größeren Städten die Bewältigung des Verkehrs außerordentlich viel zu wünschen übrig lässt, auch in Amerika, wo der planmäßigen Entwicklung der Städte mit den heutigen technischen Hilfsmitteln kein Hindernis entgegenstand, und dass es infolgedessen überall Verkehrsfragen gibt.

Gegenüber den gegebenen und überlieferten Verhältnissen ist heute Abhilfe schwierig und in vielen Fällen nur möglich durch die Anlage von Hoch- oder Tiefbahnen, oder durch die äußerste Verstärkung des Straßenbahnverkehrs.

Für Tiefbahnen sind die Anlagen in London bezeichnend¹⁾; es wird aber wenig Städte geben, welche dafür in gleicher Weise geeignet sind. Für Hochbahnen mag New York als bezeichnendstes Beispiel gelten. Die Entwicklung der Längsstraßen und die geringe Breite der Stadt haben im Verein mit der Rücksichtslosigkeit in der Durchführung der Hochbahnlinien mustergiltige Verkehrsverhältnisse geschaffen, insofern nur die praktische Seite beachtet wird. Dort, wo die örtlichen Verhältnisse Ähnliches nicht zulassen, d. i. in der Mehrzahl aller Städte, und dort, wo ästhetische Bedenken der Anlage von Hochbahnen inmitten der Städte entgegenstehen, wird die Hochbahn, wenn sie überhaupt möglich ist, im günstigsten Falle nur einen geringen Teil des Verkehrs, abseits von den Verkehrsmittelpunkten, auf sich nehmen.

Die Verstärkung der Leistung der Straßenbahnen durch motorischen Betrieb dürfte in Boston auf die höchste Stufe getrieben sein.

Für den motorischen Betrieb der Straßenbahnen kommen in Amerika bis jetzt nur die Seilbahn und die elektrische

¹⁾ Z. 1891 S. 145 u. f.; 1892 S. 53 u. f.

Bahn in betracht, während der viel einfachere und billigere Dampfbetrieb wenig angewendet wird, auch dort nicht, wo die Haupteisenbahnen lärmend mitten durch die Stadt laufen, also von Rücksichten der Schönheit oder des Behagens nicht die Rede sein kann. Seilbahnen sind in Boston kaum zu verwenden, da die engen und krummen Strafsen der alten Stadt die Seilführung erschweren. Die größten Vorteile gewährt für die Bostoner Verhältnisse der elektrische Betrieb, besonders durch die beliebige Teilung der Kraft, sodass mit einer großen Anzahl einzelner Wagen auch in den ungünstigsten gelegenen krummen Strafsen der Verkehr durchgeführt werden kann. In den Morgen-, Mittags- und Abendstunden wird auf den Bostoner Strafsenbahnen dasjenige geleistet, was technisch überhaupt möglich ist. Es zeigt sich aber auch auffällig, dass die absolute Grenze der Möglichkeit, nicht zu reden von der Zweckmäßigkeit, bereits erreicht ist. Die Wagen verkehren so dicht hinter einander, dass eine weitere Verstärkung des Betriebes unmöglich ist und jetzt schon durch die Zusammenstöße mit Fuhrwerk und Menschen, die auch die städtischen Strafsen zu benutzen ein Recht haben, die größten Unzukömmlichkeiten entstehen. Die elektrischen Bahnen verursachen nachweisbar mehr Verunglückungen, nicht durch den Strom, wohl aber durch Zusammenstöße, als alle übrigen Eisenbahnen. Es ist einfach kein Raum für den zu bestimmten Stunden zu bewältigenden Verkehr und noch weniger für eine weitere Entwicklung vorhanden, und Boston mit seinem hochentwickelten Strafsenbahnnetz hat mehr als andere Städte eine brennende Verkehrsfrage.

Die Projekte zu ihrer Lösung sind sehr zahlreich, Hochbahnen scheitern aber an den engen und ohnehin schon finsternen Strafsen, die Tiefbahnprojekte an der ungünstigen Beschaffenheit des Untergrundes. Um die unaufhörlichen Verkehrsstockungen in den beiden Hauptstrafsen, Tremont- und Washington-Straße, und in der Nähe der nördlichen Bahnhöfe zu beheben, ist sogar in ernster Weise ein Projekt aufgestellt worden, welches in diesen Strafsen Verkehrswege in mehreren Stockwerken über einander schaffen will: unten eine Tiefbahn und in 2 Stockwerken elektrische Hochbahnen, daneben breite Fußwege. Wie die solcher Art reichlich bedachten Strafsen Licht erhalten sollen, ist nicht gesagt.

Unter den gegebenen Verhältnissen ist Abhilfe wahrscheinlich nur möglich durch den Ausbau des Strafsenbahnnetzes bei gleichzeitiger Erweiterung der Hauptverkehrsstrafsen. Dies ist thatsächlich geplant, und es ist hierfür eine Ausgabe von 14 Millionen Dollar für die nächsten Jahre in Aussicht genommen. In der Tremont-Straße soll, aufser der Erweiterung der vorhandenen elektrischen Eisenbahn, eine elektrische Hochbahn angelegt werden.

Aber auch dies kann nur als Notbehelf angesehen werden, wenn eine weitere, sei es auch nur geringe Entwicklung der Stadt als wahrscheinlich und weitere Ausnutzung des Maschinenbetriebes im städtischen Verkehr als sicher angenommen wird. Wirkliche Abhilfe ist nur durch eine gründliche Regelung des Verkehrswesens zu erreichen. Die Eigenart des Verkehrs in den meisten amerikanischen Städten besteht in der Konzentration nahezu des gesamten Geschäftsverkehrs auf einen kleinen Teil der Stadt. Alles strömt diesem Stadtteil in den Morgenstunden zu, und nachmittags verlässt der Strom das Geschäftszentrum in umgekehrter Richtung. Diese Konzentration, die bei uns selten, höchstens in England in gleichem Maße vorkommt, ist auch der Grund, dass im Innern der Stadt turmhohe Geschäftshäuser gebaut werden. Dieses Streben nach Konzentration ist vorhanden, um den Verkehr der einzelnen Geschäfte unter einander auf eine möglichst geringe Entfernung und mit Hilfe der hochentwickelten Aufzüge in den Geschäftshäusern auch auf das ge-

ringste Zeiterfordernis zu beschränken; hieraus erwachsen aber für den allgemeinen Verkehr die erwähnten Nachteile.

In neuester Zeit tritt daher auch in fast allen amerikanischen Städten das Bestreben hervor, gründliche Abhilfe zu schaffen und der übermäßig ausgebildeten Geschäftszentralisierung entgegen zu wirken. Es giebt aber nur ein einziges und wenig wirksames Mittel: das Verbot, Geschäftshäuser in beliebiger Höhe aufzuführen. Solches Verbot besteht bereits in Boston; die Höhe der Häuser darf seit neuester Zeit die $2\frac{1}{2}$ fache Strafsenbreite nicht überschreiten. Das gleiche Verbot ist in Chicago beabsichtigt, wo die erwähnten Verhältnisse in den letzten 2 Jahren zum Bau von 20 Stock hohen Geschäftshäusern geführt haben. Die Folge davon wird sein, dass der Geschäftsverkehr sich auf ein größeres Gebiet ausdehnen und verteilen muss.

So lange diese eigenartigen Verhältnisse herrschen, ist die Verkehrsbewältigung nur in solchen Städten vollkommen möglich, wo Hoch- oder Tiefbahnen angelegt werden können. Der motorische Betrieb der Strafsenbahnen und die Verdichtung des Verkehrs allein thun es nicht, wie Boston zeigt, weil die Dichtigkeit des Verkehrs und die Kollisionen mit dem übrigen Verkehr eine Grenze setzen.

Außerdem ist nicht anzunehmen, dass irgend eine Großstadt der Welt sich ein solches Gespinnst von Drähten für den elektrischen Strafsenbahnbetrieb gefallen lassen wird wie Boston. Bei aller technischen Großartigkeit des Betriebes sind die Bostoner elektrischen Strafsenbahnen ein abschreckendes Beispiel von Hässlichkeit und mindestens so reich an Nachteilen und Belästigungen, wie der Betrieb mit irgend welchen anderen motorischen Mitteln. Selbst in Amerika, wo die Vorliebe für elektrische Anlagen außergewöhnlich groß ist, verschließt man sich nicht gegenüber den Nachteilen, welche das Trolley-System und der elektrische Betrieb mit sich bringen. Selbst die Nachteile des gewöhnlichen Dampfbetriebes würden in keiner Weise größer sein, und es giebt viele maßgebende amerikanische Ingenieure, welche an eine weitere Entwicklung dieses Systems nicht glauben und für Strafsenbahnbetrieb nicht den Zentralstationen und der Kraftverteilung, sondern der Kraftaufspeicherung auf den Wagen im Zusammenhang mit Füllstationen die Zukunft zusprechen.

Leider fehlt es in dieser Richtung auch in Amerika an ernstesten Bestrebungen und Versuchen; es ist nur eine große Menge mehr oder weniger unklarer Bestrebungen oder Experimente zu verzeichnen, über welche ich vielleicht später im Zusammenhang zu berichten Gelegenheit finde.

Bei dem ausgedehnten elektrischen Betrieb in amerikanischen Städten ist noch erwähnenswert, dass auch hier insbesondere die elektrische Strafsenbahn den Kampf zwischen Stark- und Schwachstromtechnik hervorgerufen hat, in welchem vorläufig die Schwachstromtechnik, zunächst die Telephongesellschaften, unterlegen sind. Diese sind hier ausschließlich Privatunternehmungen, und es ist ihnen nicht gelungen, für sich die Erde für die Rückleitung in Anspruch zu nehmen; sie wurden gezwungen, besondere Rückleitungen auszuführen.

Neuestens richtet sich jedoch der Kampf gegen die elektrischen Leitungen für Strafsenbahnbetrieb; einerseits werden selbst die Amerikaner in ihren hässlichen Strafsen, der noch hässlicheren und gefährlichen Drahtleitungen überdrüssig, und andererseits wird von ihnen nicht oder schlecht geschlossenen Erdleitungen schädlicher elektrolytischer Einfluss auf die Gas- und Wasserleitungen behauptet, welche Behauptung sich schwer auf ihre wirkliche Berechtigung prüfen lässt.

Im Nachfolgenden sind die bezeichnenden Einzelheiten der beiden großen Elektrizitätswerke in Boston angegeben.

Neue Lichtanlage der Edison Co. in Boston.

Die Edison Electric Illuminating Co. hat in Boston ausschließlich die Lichtlieferung und Kraftversorgung für Private in Händen, während sich die Westend Co. infolge Ueber-einkommens lediglich mit dem Betrieb der elektrischen Strafsenbahnen befasst.

Die Lichtlieferung der Edison Co. begann in Boston im Jahre 1886 mit einer in der Nähe des Bijou-Theaters gelegenen Anlage, die nur aus einer 75 pferd. Armington-Maschine mit 2 Dynamos bestand. Diese Anlage wurde von der Edison-Gesellschaft angekauft und bei einem Kapital von 100 000 \$ mit einer neuen Station am Head Place für 1600 Lampen betrieben (3 Maschinen und 6 Dynamos). 1887 wurde eine neue große Edison-Station mit 40 Dynamos angelegt, welche zur damaligen Zeit wohl die bedeutendste Anlage dieser Art war. Im Juni 1888 brannten die Station und 14 Dynamomaschinen ab; nach 20 Stunden wurde mit den übrigen Maschinen der Betrieb wieder aufgenommen; die Station wurde darauf wieder hergestellt, und zwar nach amerikanischen Begriffen »fire proof«.

1888 wurde die zweite Station in Hawkins Street mit 10 Maschinen und 20 Dynamos in Betrieb gesetzt, 1890 in der Station Head Place 3 Stockwerke aufgebaut und die Station entsprechend vergrößert.

Die Station enthält jetzt 18 im Kellergeschoss aufgestellte Armington & Sims-Maschinen, die 26 Edison-Dynamos antreiben. Die Dampfmaschinen arbeiten mit 265 Min.-Umdr. und entwickeln je 150 PS, bei einer Dampfspannung von 7 Atm. Die Maschinen sind sehr dicht in 4 Reihen aufgestellt und treiben die in dem darüber gelegenen Stockwerk aufgestellten Dynamos mittels Riemen an. Die Dynamomaschinen sind 60 Kilowatt-Edison-Maschinen; sie sind in 4 Reihen aufgestellt und in der Mitte durch das Schaltbrett getrennt.

Das Kesselhaus ist an der Seite der Maschinenräume angebracht; die Dampfzuführung zu den Maschinen erfolgt unterirdisch. Ursprünglich waren 6 noch jetzt im Betrieb befindliche Röhrenkessel vorhanden, die auf gleichem Stockwerk mit den Maschinen aufgestellt sind. Es wurden später bei Vergrößerung der Station das Kesselhaus um 3 Stock-

werke erhöht und 5 Babcock-Wilcox-Kessel im dritten Stock aufgestellt. Ueber diesen Babcock-Wilcox-Kesseln befinden sich die Kohlenbehälter, von denen aus die Kohlenzuführung mittels Röhren zu jeder einzelnen Feuerung erfolgt. In den unmittelbar unter den Kesseln befindlichen Stockwerken befindet sich die Aschenabfuhr durch Falltrichter, die durch Schieber verschließbar sind. Für die Aschenabfuhr und Kohlenzufuhr ist ein elektrisch betriebener Aufzug vorhanden. Die schon erwähnte Station in der Hawkins-Strasse hat dieselben Maschinen und Dynamos wie die eben beschriebene, auch dieselbe Anordnung.

1888 wurde der Bau einer weiteren neuen Zentralstation in der Atlantic Avenue und die Herstellung unterirdischer Leitungen beschlossen. Diese neue Zentralstation wurde 1891 ausgeführt. Sie enthält Dreifach-Verbundmaschinen stehender Bauart, welche die Dynamos direkt antreiben. Die Anlage wurde unmittelbar an die Seeküste, Atlantic Avenue, gelegt und größere Entfernung für die Fernleitung zugelassen, um die Vorteile der Kohlenzufuhr und der reichlichen Wasserbeschaffung auszunutzen. Wegen dieser Vorteile kann auch thatsächlich der Dampf mit etwa halb so großen Kosten wie bisher erzeugt werden. Für den Maschinenbetrieb kann genügend Kondensationswasser (Seewasser) beschafft werden, und die Oertlichkeit gewährt genügenden Raum zur weiteren Ausdehnung der Anlage.

Zum Zwecke der vorteilhaften Kohlenbeschaffung wurden am Ufer 2 große Krane, s. Fig. 6, und ein Kohlenbehälter für 5000 t aufgestellt. Der Gesamtplan ist so angelegt, dass die Station auf 25 000 PS ausgebaut werden kann.

Gegenwärtig ist die Station nur auf 11 000 PS ausgeführt und enthält 6 Maschinen von je 1500 PS und 15 Dampfkessel von je 325 PS, s. Grundriss Fig. 7.

Alle Gebäude mussten am Seeufer in aufgeschwemmtem Lande auf Pfählen fundirt werden, was beträchtliche Baukosten verursachte. Besondere Schwierigkeit machte die Fundirung der Schornsteine und des Maschinenhauses. Der Maschinenraum, Fig. 8, ist durch einen Laufkran von 12 t Tragkraft überspannt. Der Kesselraum gestattet die Auf-

Fig. 6.

Neues Edison-Lichtwerk Boston.

Mafsstab 1:600.

Längsschnitt.

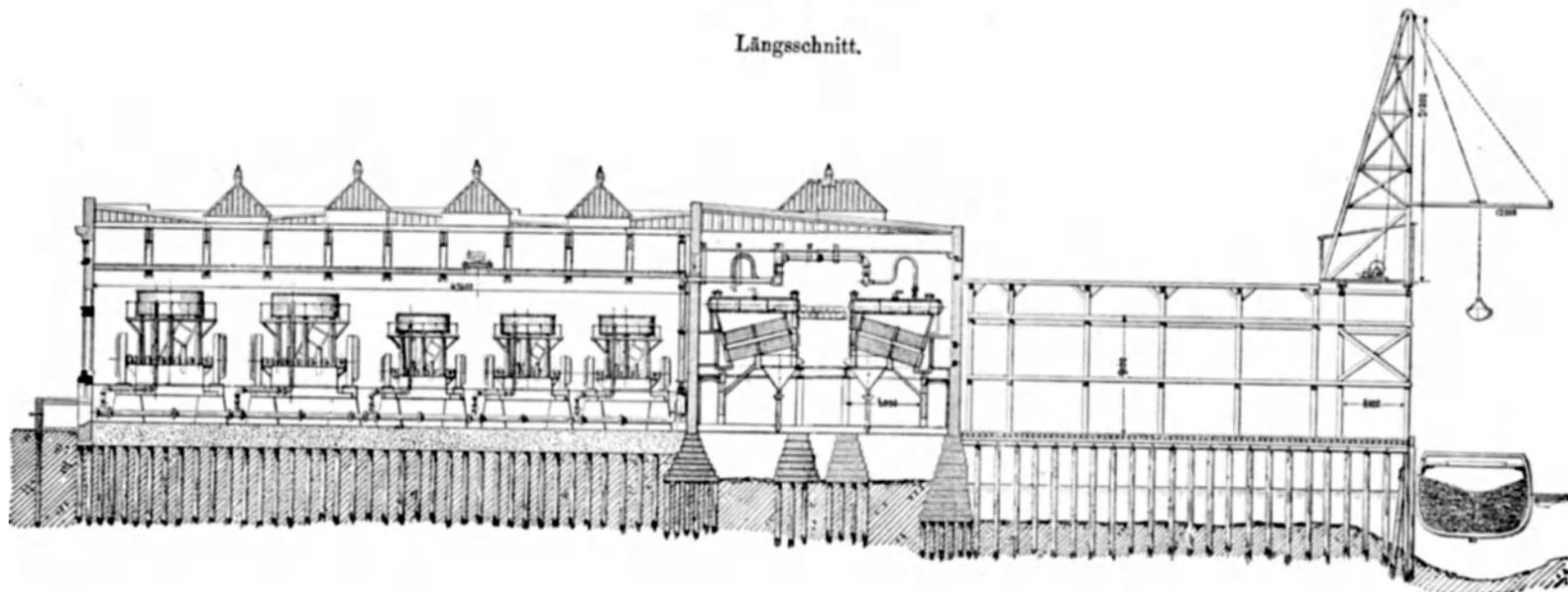
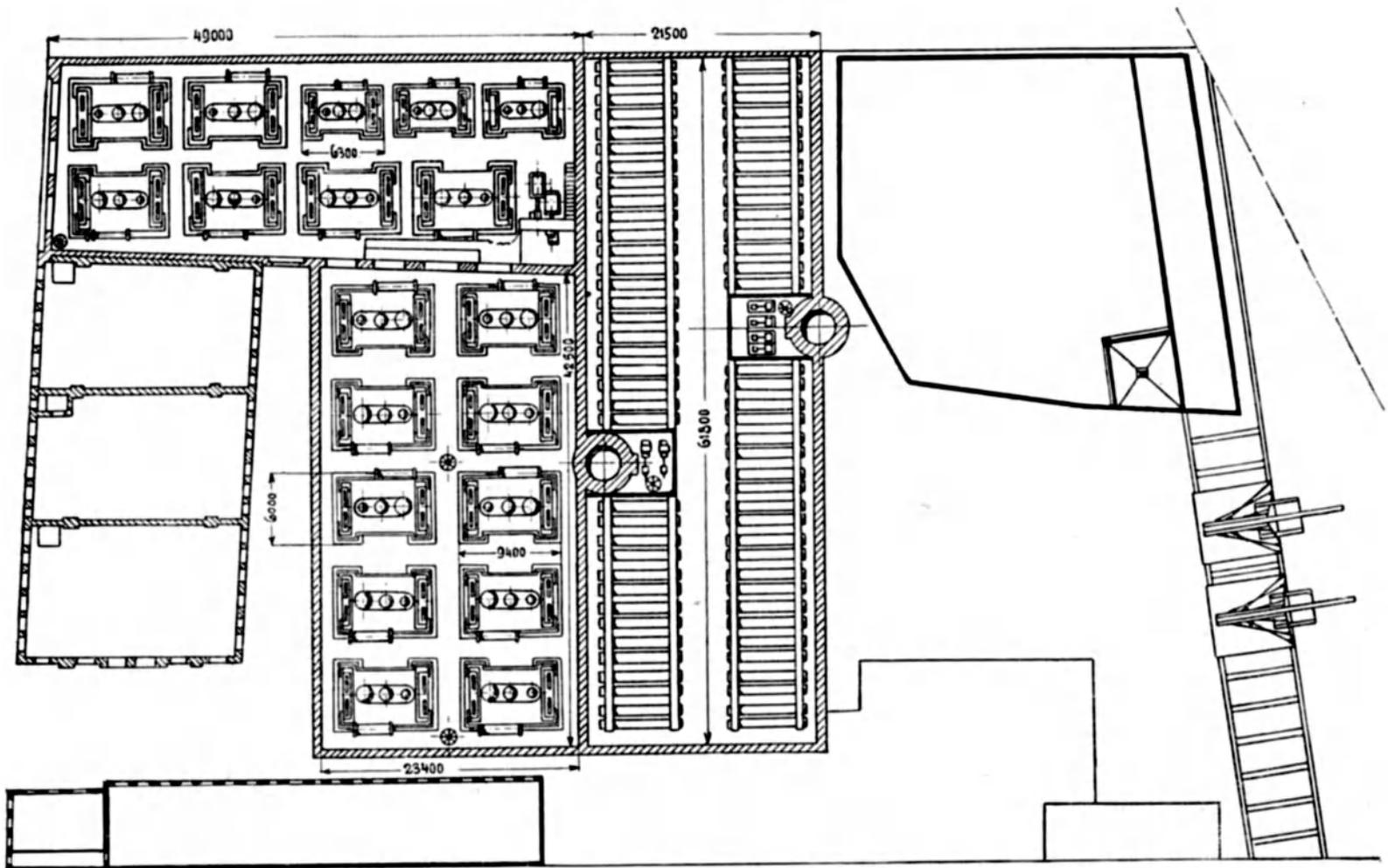


Fig. 7.

Neues Edison-Lichtwerk in Boston.
Grundriss. Maßstab 1:600.



stellung von 15 Babcock - Wilcox - Kesseln, s. Fig. 7. Für diese Kesselanlage reicht 1 Schornstein (200' = 61 m hoch, 18' = 5,5 m äußerer, 11½' = 3,5 m innerer Durchmesser) aus. Die Kessel befinden sich, von der Fundierung aus gemessen, im zweiten Stockwerk. Die Konstruktionslast wird durch gusseiserne Säulen und genietete Kästräger aufgenommen. Die Kessel wurden nicht in Amerika, sondern von den Glasgower Werkstätten der Firma hergestellt. Angeblich konnten sie wegen des hohen künftigen Betriebsdruckes von 225 Pfd. (17,6 kg/qcm) nicht in Amerika gebaut werden. Der gegenwärtige Betriebsdruck beträgt nur 160 Pfd. (11,2 kg/qcm).

Selbstthätige Zuführung von den Kohlenbehältern zu den Kesseln wurde in Aussicht genommen, jedoch nicht ausgeführt, ebenso wenig die selbstthätige Aschenabführung, weil vorläufig die Asche, und zwar wahrscheinlich für mehrere Betriebsjahre, in den Hohlräumen zwischen den Pfählen unter dem Kesselhaus und unter der Landungsbrücke, Fig. 9 (s. a. Fig. 6), abgelagert werden kann.

Der Maschinenraum, soweit er bis jetzt ausgebaut ist, reicht für die Aufnahme von 9 Maschinen aus (6 von 1500 PS, 3 von 750 PS). Alle Antriebsmaschinen sind stehende Dreifach-Verbundmaschinen mit Oberflächenkondensation. Sie treiben an jedem Ende der Kurbelwelle (8" = 203 mm Dmr.) direkt eine Dynamomaschine an, deren Armatur zugleich als Schwungrad dient. Die Anordnung der Maschinen zeigt der Grundriss, Fig. 10. Die 1500pferd. Maschinen sind bisher noch nicht ausgeführt.

Die Abmessungen der 750pferd. Maschinen sind: Hochdruckcylinder 16¼" = 413 mm, Mitteldruckcylinder 23⅞" = 606 mm, Niederdruckcylinder 38½" = 978 mm, Hub 30" =

Fig. 8.

Querschnitt durch das Maschinenhaus.
Maßstab 1:300.

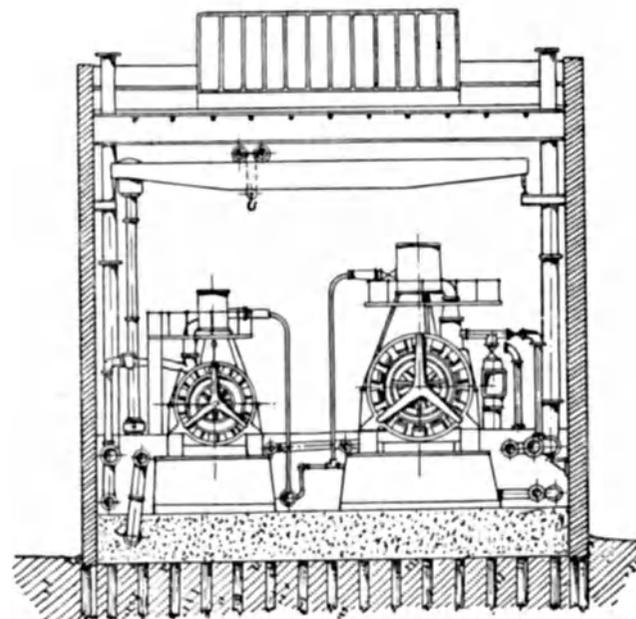
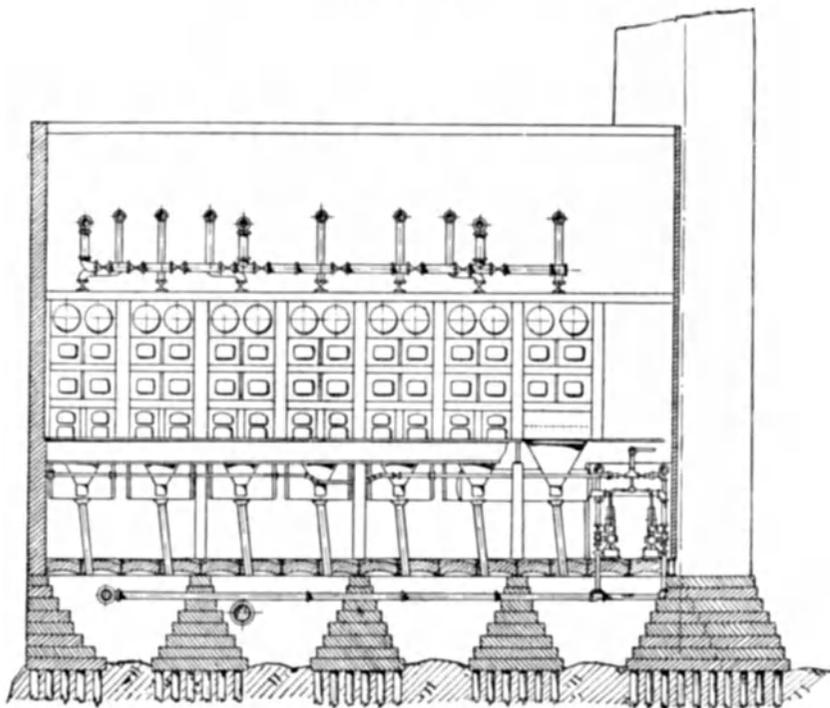


Fig. 9.
Längsschnitt durch das Kesselhaus.
Maßstab 1:300.



762 mm. Die Betriebsspannung beträgt 160 Pfd. = 11,2 kg/qcm, die Geschwindigkeit 125 Min.-Umdr. Garantiert ist ein Dampfverbrauch von 15 Pfd. = 6,8 kg für 1 PS-Std.

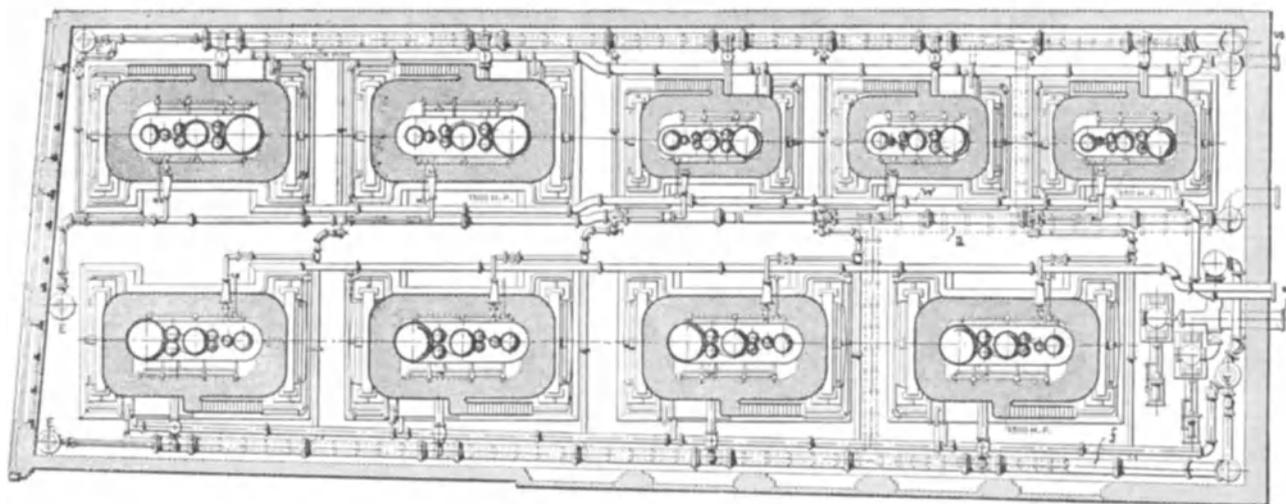
Die Steuerung der Maschine erfolgt durch Kolbenschieber bei selbstthätiger Regulierung durch Federregulator in den Kurbelscheiben. Alle Cylinder haben Dampfmäntel, für Kondensation dient ein Wheelerscher Oberflächenkondensator mit unten liegender Luft- und Umlaufpumpe.

Für die großen 1500pferd. Maschinen sind getrennte Luftpumpen in Aussicht genommen, und zwar 2 Verbundmaschinen und 2 Pumpen, wovon eine im Bedarfsfalle für den Betrieb der ganzen Anlage ausreicht.

Die unmittelbar mit 120 Min.-Umdr. angetriebenen Dynamos arbeiten mit 160 V und 1333 A. Die Stromverteilung erfolgt nach dem Dreileitersystem. Die Dynamos haben 14 Außenpole und innenliegenden Armaturring. Der Durchmesser der Armatur ist $7\frac{3}{16}'' = 186$ mm, das Gewicht beträgt 10 900 Pfd. = rd. 4900 kg, und das Gesamtgewicht jeder Dynamomaschine 43 300 Pfd. = 19 600 kg. Die Dynamos sind vom Edison-Werk in Schenectady gebaut. Ueber den elektrischen Teil, die Anforderungen der Leitungen, Schaltbretter usw., sind nähere Angaben im Electrical Engineer vom 10. August 1892 enthalten.

Auf die Ausführung der Dampfrohrleitungen wurde wegen der beabsichtigten ungewöhnlich hohen Spannung besondere Sorgfalt verwendet. Quer über jeder Kesselbatterie liegt ein 12zölliges (305 mm) Dampfrohr, welches mit jedem Kessel durch ein 8zölliges (203 mm) Rohr verbunden ist. Letztere sind doppelt abgekrümmt, sodass keine besonderen Ausdehnungsvorrichtungen notwendig sind. Die Absperr-

Fig. 10.
Grundriss des Maschinenhauses.
Maßstab 1:300.



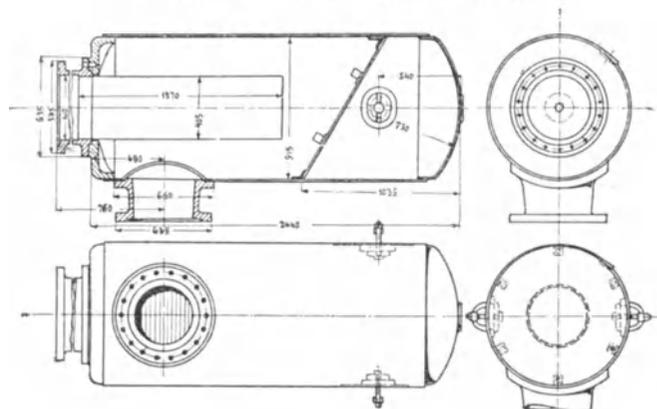
s Kühlwasser-Saugrohr a Abflussrohr f freier Dampfauspuff w Warmwasserabfluss

ventile sind so angebracht, dass jede Kesselgruppe mit dem zugehörigen Teile der Hauptleitung abgesperrt werden kann, ohne dass der übrige Betrieb gestört wird. Die drei 12zölligen Hauptleitungen sind unter den Dachbindern durchgeführt. Drei 16zöllige (406 mm) Röhren durchlaufen die ganze Länge des Maschinenraumes. Jede von ihnen ist mit jeder der Antriebsmaschinen verbunden. Jede Maschine wird in der Regel durch 2 Dampfleitungen gespeist. Am Ende jeder Zweigleitung ist ein Wasserabscheider, Fig. 11, angebracht.

Die Einzelheiten der Hauptdampfleitung sind in Fig. 12 u. 13 dargestellt; sie besteht aus starken, gewalzten, schmiedeisernen Röhren mit starken Flanschen; in diese sind die Röhren eingeschraubt und außerdem umgebogen. Der Außenrand der Flansche kann verstemmt werden.

Die Auspuffröhren der Dampfmaschinen führen in den Oberflächenkondensator oder im Bedarfsfalle, wenn ohne Kondensation gearbeitet werden muss, in die freie Luft. In das Auspuffrohr ist ein selbstthätiges Rückschlagventil ein-

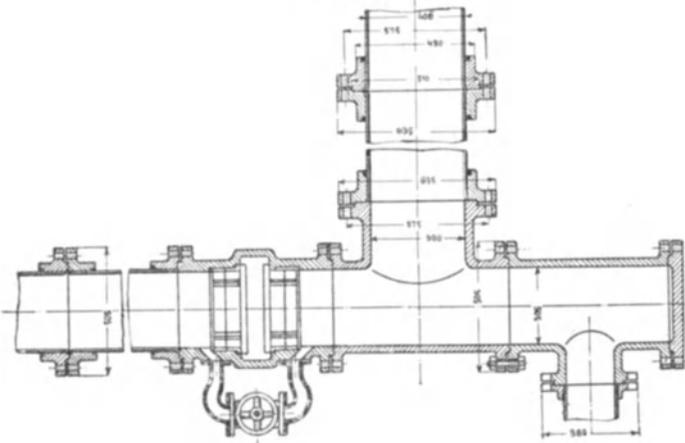
Fig. 11.
Wasserabscheider. Maßstab 1:60.



geschaltet, welches bei Störung des Kondensatorbetriebes sofort freien Auspuff gestattet. Die Auspuffröhren sind aus spiralförmig genietetem, verzinnem Blech hergestellt.

Für die Oberflächenkondensation wird das Kühlwasser aus dem Hafen entnommen, und zwar durch eine gusseiserne Leitung von 18" = 457 mm.

Fig. 12.
Maßstab 1:30.

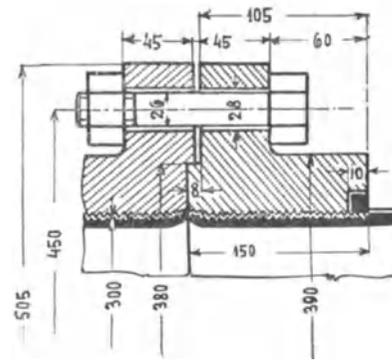


Die Edison-Gesellschaft hat jetzt ein neugelegtes unterirdisches Kabelnetz von ungefähr 50 Meilen = 800 km Länge. Von den früheren Luftleitungen sind nur noch 2 1/2 Meilen vorhanden.

Mit der dritten Station zusammen giebt jetzt die Gesellschaft an 3415 Kunden Elektrizität ab. Die Entnahme verteilt sich auf den Betrieb von 1054 Motoren mit 3300 PS, auf 75800 Glühlampen und 550 Bogenlampen.

Fig. 13.

Maßstab 1:5.



Nachfolgende Tabelle zeigt die Verteilung der Produktion auf die verschiedenen Versorgungsgebiete:

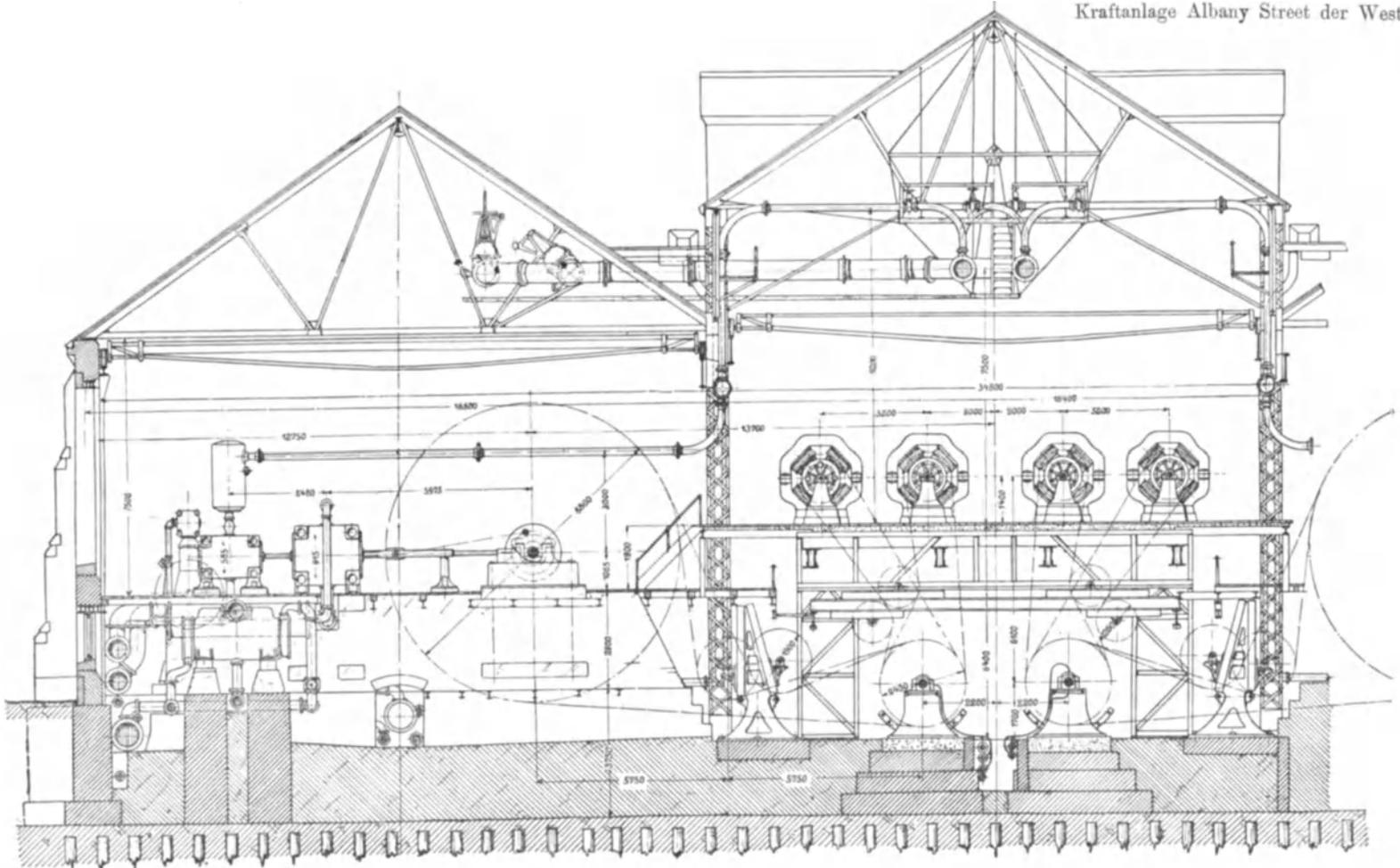
	1. Station Head Place	2. Station Hawkins- Strafse	3. Station Atlantic Avenue
Kunden	1188	1057	1175
Glühlampen	37806	17080	20155
Bogenlampen	268	168	767
Motoren	384	353	345
Motor-PS	880	1005	1445

Die durchschnittliche Betriebszeit bezw. Ausnutzung der Motoren beträgt 2 1/2 Stunden. Die oft gehörte Behauptung, dass in amerikanischen Städten, insbesondere in Boston, Hunderttausende von Pferdestärken in Elektromotoren verwendet werden, ist unrichtig; selbst in Boston beschränkt sich der größte Teil der Kraftstromlieferung auf Straßenbahnen. Die größte Anlage dieser Art ist im Folgenden beschrieben.

Kraftanlage der Westend-Straßenbahn-Co. in Boston.

Fig.

Kraftanlage Albany Street der Westend-



Weitaus die bedeutendsten elektrischen Anlagen sind die Zentralstationen der Westend-Straßenbahn-Co. in Albany Street in Boston und in Cambridge bei Boston. Sie dienen ausschließlich zum Betrieb der Bostoner elektrischen Straßenbahn, deren weitverzweigtes Netz über 200 Meilen = 320 km Gleislänge umfasst und einen täglichen Verkehr bis zu 500 Wagen zu bewältigen hat.

Die Bostoner Anlage bestand ursprünglich aus kleineren Tandem-Auspuffmaschinen von McIntosh & Seymour in Auburn (N. Y.). Diese Maschinen sind auch im Zusammenhang mit der seither vergrößerten Anlage noch in Betrieb, sie arbeiten mit 10 Atm. Dampfspannung und 210 Min.-Umdr. und entwickeln je 450 PS, welche durch 2 über einander auf einem Schwungrad laufende Riemen an 2 Thomson-Houston-Dynamos von 500 V abgegeben werden. Die Anordnung dieser Maschinen ist so getroffen, dass die Dampfmaschinen an der einen Seite, das Schaltbrett an der gegenüber liegenden Seite des Gebäudes und die Dynamos dazwischen aufgestellt sind. Aus dem nach dem Schaltbrett zu liegenden Kesselraum sind gegenwärtig die alten Kessel herausgenommen und an ihrer Stelle 5 aus einer älteren Station entnommene 450pferdige McIntosh-Maschinen und 10 Dynamos aufgestellt, denen der Dampf nun von dem großen Kesselhaus der weiter unten zu besprechenden Neuanlage zugeführt wird.

Nachdem aber diese ältere Maschinenanlage für den gesteigerten Betrieb nicht mehr genügte, wurde eine Neuanlage im großen Maßstabe beschlossen und 1891 zur Hälfte ausgeführt.

Maßgebend für den Entwurf waren die Forderungen der Betriebssicherheit. Da das Werk nur Strom für den Straßenbahnenbetrieb liefert und Tag und Nacht arbeitet, so mussten genügende Hilfsmittel vorhanden sein, um Stillstände möglichst auszuschließen.

Die Neuanlage besteht gegenwärtig aus 6 Dreifach-Verbundmaschinen von je 1600 bis 2000 PS, von der Allis Co. in Milwaukee gebaut, die zu je dreien an den Seiten des

105 m langen und 57 m breiten Maschinenhauses aufgestellt sind. Der Raum in der Mitte dient zur Unterbringung der Dynamos, das Untergeschoss für den Riementrieb.

Fig. 14 zeigt die allgemeine Anordnung der Maschine der Kraftanlage.

Die liegenden Dreifach-Verbundmaschinen sind im Erdgeschoss aufgestellt, das Untergeschoss für die Aufnahme der Kondensation und der verzweigten Rohrleitung freilassend. 3 solche 1600 bis 2000pferdige Betriebsmaschinen sind neben einander im linken Maschinengebäude, 3 gleiche Maschinen im rechten Maschinenhause aufgestellt, welches sich an das Mittelgebäude mit den Dynamos unmittelbar anschließt.

Die Kraft der 6 Dampfmaschinen wird durch einen großartigen Riementrieb von jeder Maschinenhaushälfte auf eine im Kellergeschoss durchlaufende Zwischenwelle und von dieser durch einen zweiten Riementrieb auf die Dynamos übertragen. Beide Riementriebe sind mit stellbaren Spannrollen versehen.

Die Dynamos sind auf Eisengerüsten im Obergeschoss aufgestellt. An beiden Seiten des Mittelgebäudes sind die Schaltbretter angeordnet. Aus Fig. 15 ist die Anordnung des Zwischentriebwerkes und der Maschinenfundamente, aus Fig. 16 die Anordnung der Spannrollen und der Kondensationsrohrleitungen ersichtlich.

Die Cylinder der Dampfmaschinen sind so angeordnet, dass auf der einen Seite hinter einander Hoch- und Mitteldruck-, auf der anderen Seite der Niederdruckcylinder sich befindet. Die Durchmesser sind: Hochdruckcylinder 625 mm, Mitteldruckcylinder 900 mm und Niederdruckcylinder 1800 mm bei 1200 mm gemeinsamem Hub. Die Betriebsgeschwindigkeit ist 70 Min.-Umdr. Die Dampfspannung an der Maschine erreicht 12 Atm. Alle drei Cylinder haben Corliss-Steuerung mit Ausklinkung, die bei Hoch- und Mitteldruckcylinder vom Regulator beherrscht wird. Die Exzenterstangen sind während des Betriebs aushängbar, um bei Unfällen sofort stillhalten zu können. Freilich läuft man dabei Gefahr, die Maschine vollständig zu zerschlagen, zumal die Wasserschlagventile zu klein sind, um die dann auftretende Kompression zu verhüten.

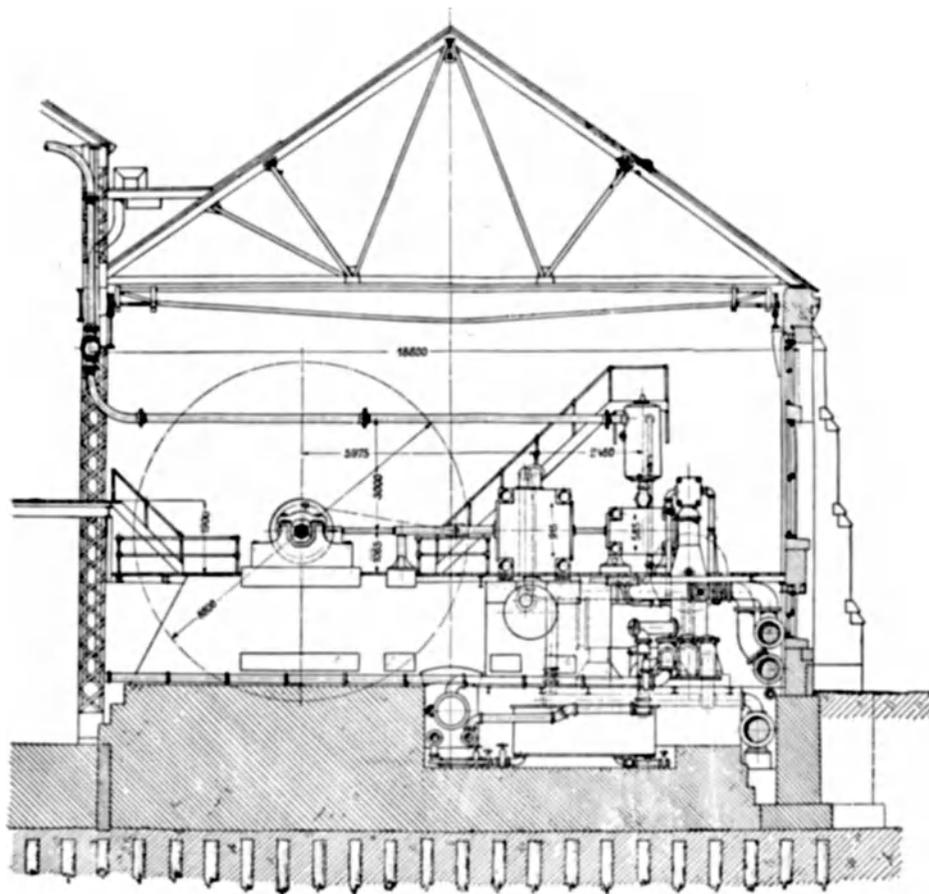
Die Receiver sind unter den Maschinen untergebracht und mit frischem Dampf geheizt, haben jedoch in der ursprünglichen Ausführung zu Anständen Anlass gegeben. Sie be-

standen aus schmiedeisernen, in einander gebauten Cylindern mit gusseisernen Böden. Der Heizdampf befindet sich im äußeren Mantelraum. Die durch verschiedene Dampftemperatur bewirkte ungleiche Ausdehnung hatte sehr häufiges Undichtwerden im Gefolge. Der innere Cylinder wurde deshalb herausgenommen und durch eine Rohrspirale ersetzt, durch die der Heizdampf strömt, während der Raum des äußeren Cylinders als Aufnehmerraum benutzt wird. Das 80t schwere Schwungrad von 8,8 m Dmr. und 3 m Breite dient als Doppelriemscheibe; es ist aus 2 Kränzen zusammengeschrubt und jeder Kranz wieder aus 10 Segmenten mit eben so viel getrennten Armen. Sämtliche Schrauben zur Verbindung der Arme mit den Naben und Kränzen sind auf Abscherung beansprucht. Auf dem Schwungrad laufen 2 doppelte Riemen von je 1,35 m Breite, geliefert von der Munson Belting Co. in Chicago. Die Riemen sind aus einzelnen Stücken von je 1250 mm Länge zusammengeleimt, derart, dass eine Lage aus 2 je 725 mm breiten, und eine Lage aus 3 je 450 mm breiten Stücken besteht.

Sämtliche 6 Maschinen der neuen Anlage arbeiten mit Oberflächenkondensatoren von Wheeler. Oberflächenkondensatoren wurden gewählt, da das städtische Wasser zu kostspielig ist und nur Salzwasser in ausgiebiger Menge aus der nahen South Bay zur Verfügung steht, das durch 2 gusseiserne Röhren von je 900 mm Dmr. der Station zugeführt wird. Der tägliche Bedarf an Kühlwasser ist jetzt ungefähr 50 000 cbm. Die Luftpumpen stehender Bauart sind durch direkt gekuppelte stehende Maschinen mit Corliss-Steuerung

14.

Straßenbahn-Co. in Boston. Maßstab 1:200.



angetrieben, die auch die Zirkulationspumpe und die Speisepumpe antreiben. Diese unabhängigen Luftpumpmaschinen sind hinter den Niederdruckzylindern aufgestellt. Die Pumpen liegen unter Flur. Die Luft- und Speisepumpen sowie die Auspuffrohrleitung der Niederdruckzylinder aller Maschinen sind unter einander durch rings um das Gebäude laufende Röhren verbunden und so reichlich bemessen, dass bei Ausbetriebsetzung einer Kondensationsmaschine die anderen die Kondensation übernehmen können. Für alle Fälle ist auch Auspuffbetrieb vorgesehen. Diese Leitungen sind aus Gusseisen mit eingeschalteten Ausdehnern von Kupferwellblech hergestellt. Die Auspuffröhren sind für alle Maschinen doppelt ausgeführt; ihre Anordnung zeigen Fig. 14 sowie die Grundrisse Fig. 15 und 16.

Auch die Hauptdampfleitungen sind doppelt auf einer besonderen an der Dachkonstruktion aufgehängten Gallerie angebracht. Das Kesselhaus, 53 m lang, enthält auf jeder Seite 8 Babcock-Wilcox-Kessel für je 280 PS. Auf jedem Kessel sind Wasserabscheider und Sicherheitsrückschlagventile angebracht, welche durch hoch ansteigende Krümmer mit den beiden in der Mitte des Gebäudes liegenden Hauptdampfröhren von 500 mm lichter Weite verbunden sind. Die Absperrventile der Rohrleitung sind vom Kesselflur aus zu bedienen.

Die Aschenabfuhr und der Abzug der Rauchgase sind aus Fig. 17 ersichtlich. Die Rauchgase, welche den Kessel mit etwa 200° C verlassen, werden in den Vorwärmern zur Speisewasservorwärmung bis auf 150° C ausgenutzt und durch

Fig. 15 und 16.

Kraftanlage Albany Street der Westend-Straßenbahn-Co. in Boston.

Maßstab 1:500.

Fig. 15.

Grundriss: Kellergeschoss mit Haupt-Triebwellen.

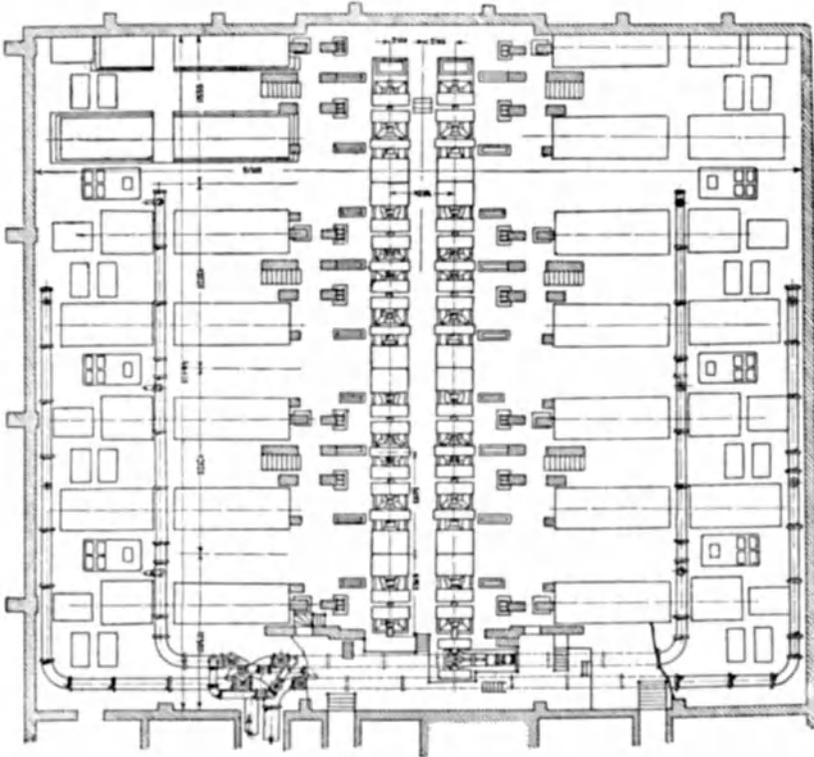
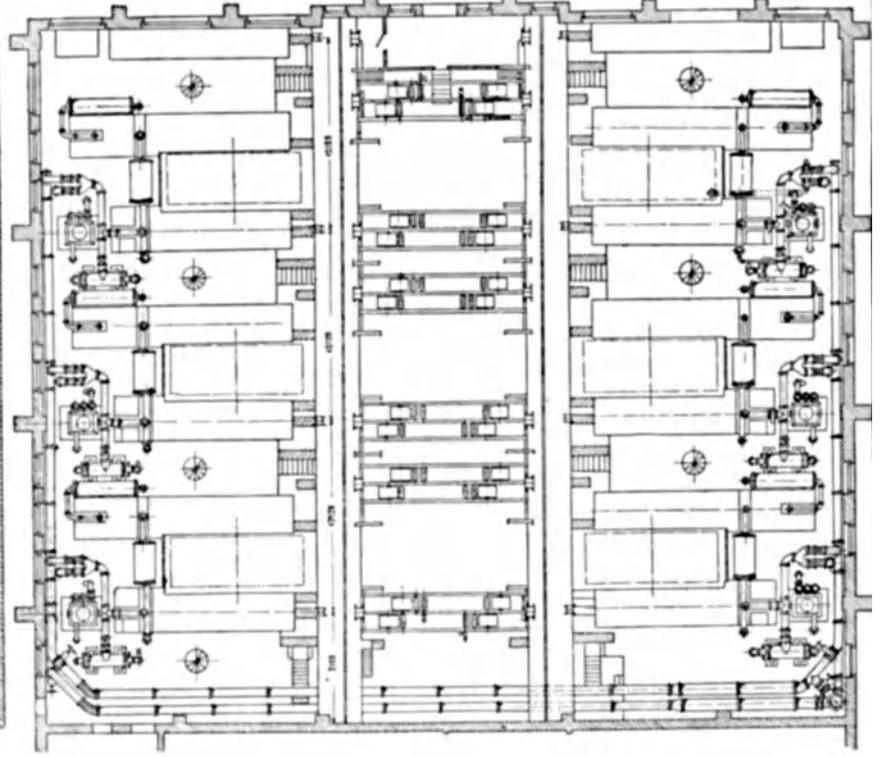


Fig. 16.

Grundriss: Erdgeschoss mit Rohrleitungen.



einen Kamin von 84 m Höhe und 4,75 m Dmr. abgeführt. Die Hauptzüge sind aus Ersparnisrücksichten aus Eisenblech hergestellt und mit Wärmeschutzmasse umhüllt; die Isolierung der Kesselböden, Dampfröhren und Dichtungsflansche mittels Asbestzement ist vorzüglich und sieht gefällig aus. Sämtliche Flansche sind mit einfacher Nietreihe auf die schmiedeeisernen Dampfröhren, die Flansche selbst mit doppelter Nietreihe an einander genietet. Expansionsvorrichtungen sind nicht ausgeführt und durch die langen Krümmer umgangen. Die Rohrleitung ist von Riter & Conley in Pittsburg ausgeführt worden und schon für die endgültige Anlage von 12 Dampfmaschinen bemessen, sodass die Vergrößerung einfach durch Hinzufügen der Maschinen erfolgen kann.

Kondenswasserableiter sind bei der ganzen Dampfrohrleitung nicht vorhanden. Die Röhren sind vom Kesselhaus nach den Maschinen zu etwas geneigt, sodass das Wasser dem über dem Absperrventil der Maschine aufgestellten, erst später hinzugefügten Wasserabscheider zuläuft.

Die Speisewasserleitungen sind ebenfalls zweifach ausgeführt, mit der Eigentümlichkeit, dass sämtliche Ueberström-

Absperr- und Umschaltungsventile planmäßig in einem Raum untergebracht sind, in dem sich auch die Reserve-(Workington-)Speisepumpe befindet. Die für vermehrte Rohrleitung hierbei aufzuwendenden Kosten machen sich reichlich durch die damit erreichte Betriebssicherheit und Bequemlichkeit bezahlt.

Für die Wahl der Riemenantriebe mit Einschaltung zweier Zwischenwellen war die Möglichkeit ausschlaggebend, vermittels der eingeschalteten Reibungskupplungen mit irgend einer Maschine eine beliebige Dynamo anzutreiben und den mechanischen vom elektrischen Dienst vollständig zu trennen. Die Aufgabe ist vom Elektriker der Unternehmung, H. Pardon, und von H. Hirt, dem Ingenieur der Gesellschaft, gelöst worden.

Das Schwungrad jeder 2000 pferdigen Antriebsmaschine ist eine Doppelriemscheibe, deren beide Treibriemen über Spannrollen zu der im Kellergeschoss liegenden Transmissionswelle geführt werden. Diese letztere besteht aus 3 durch Reibungskupplungen verbundenen Teilen von je 12 m Länge, Fig. 18 und 19, und trägt Scheiben von 2,43 m

Fig. 17.

Kraftanlage der Westend-Straßenbahn-Co.
in Boston.

Querschnitt durch das Kesselhaus.
Mafstab 1:200.

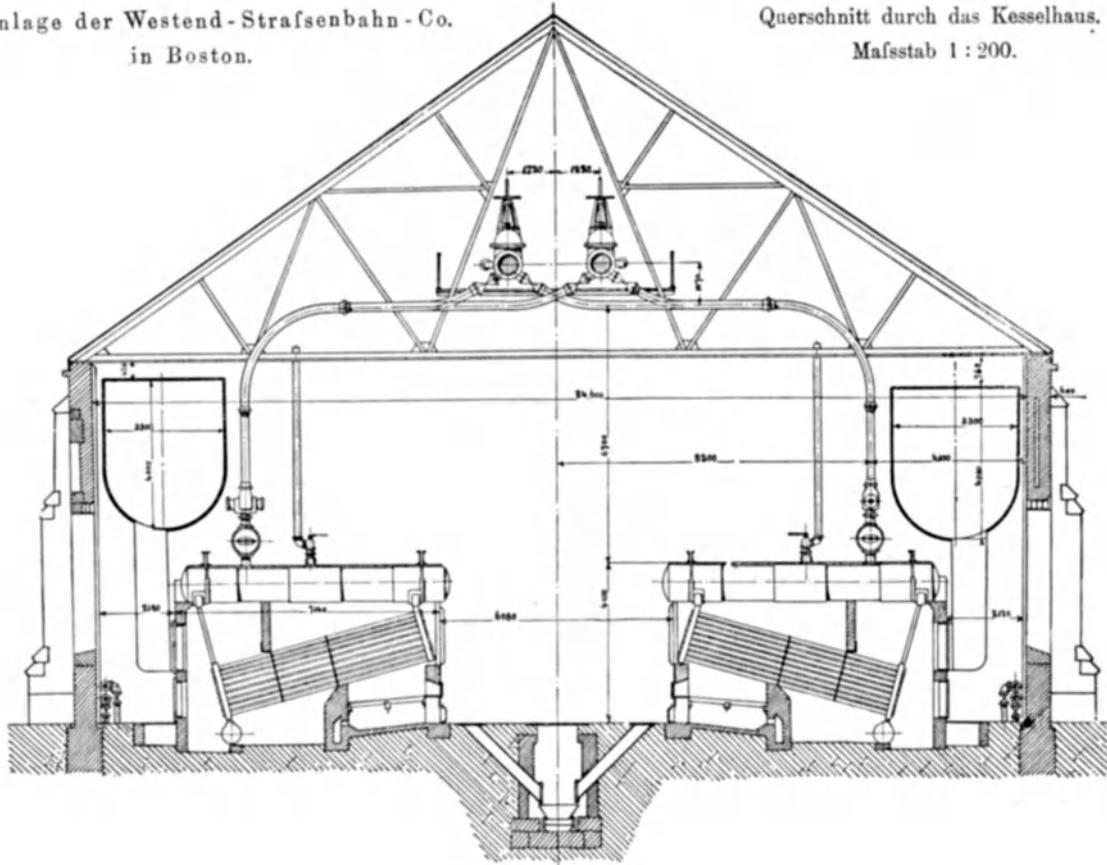
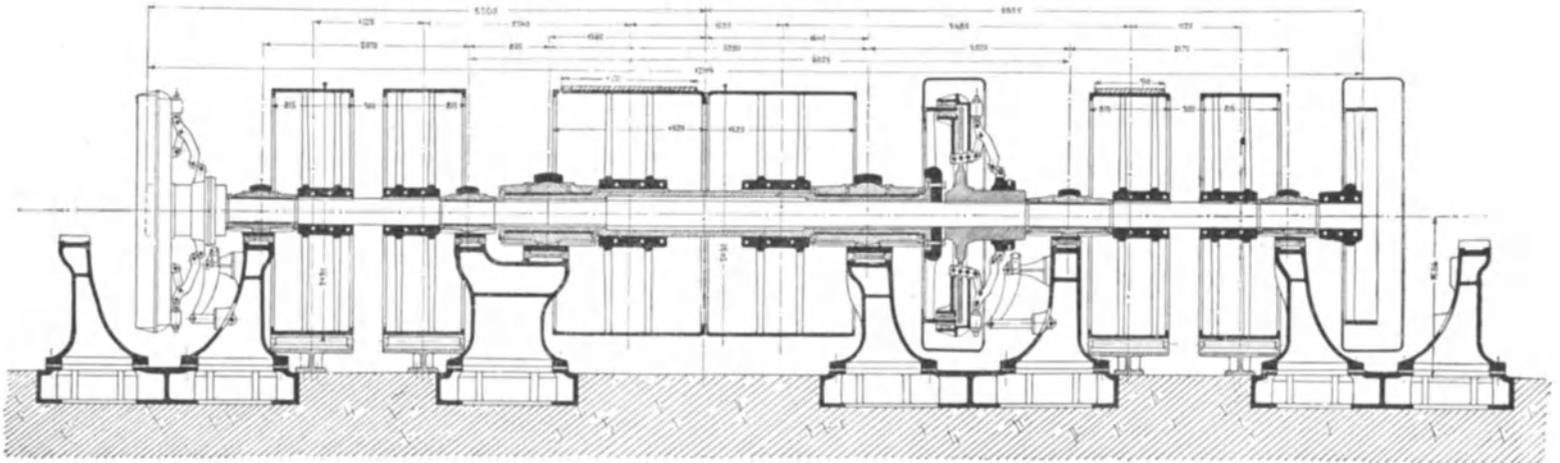


Fig. 18.

Längsschnitt durch die Transmission.
Mafstab 1:75.

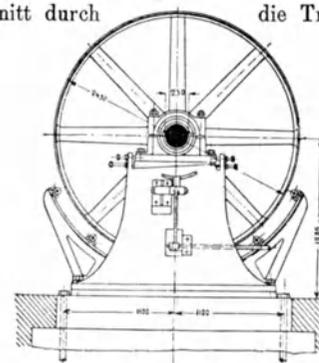


Dmr., von denen aus die Dynamos angetrieben werden, welche auf einer soliden, aus genieteten Kastenträgern gebauten Eisenkonstruktion aufgebaut sind. Bei Berechnung der Träger ist eine Beanspruchung von 300 kg/qcm zu grunde gelegt. Auch die Treibriemen von 800 mm Breite für die Dynamos sind über Spannrollen geführt, die mittels Handrades, Schneckengetriebe und Schrauben während des Betriebes beliebig verstellbar und auch festgeklemmt werden können. Die zu beiden Seiten gelagerten Riemscheiben der Dynamos machen 375 Min.-Umdr. und können durch Reibungskupplungen vor jeder Dynamomaschine aus- und eingeschaltet werden.

Die 500 Kilowatt-Dynamos, deren je 4 auf 1 Dampfmaschine kommen, haben 4 Feldmagnete und können bis zu 600 V und 1000 A liefern. Sie sind sämtlich von der Thomson-Houston Co. in Lynn geliefert und sind die

Fig. 19.

Querschnitt durch die Transmission.
Mafstab 1:75.



größten Generatoren, die je für Strafsenbahnzwecke gebaut worden sind; sie sind $9' = 2,7$ m hoch, $8' = 2,4$ m breit und $16' = 4,9$ m lang mit einem Gesamtgewicht von 35 t.

Die Lager der Transmissionswellen und Dynamos werden mit umlaufendem Wasser gekühlt und beständig durch eine Ölpumpe geschmiert, wobei das durchgelaufene Öl durch Filterung immer wieder gebrauchsfähig gemacht wird. Die Öl- und Wasserleitungsröhren liegen unterhalb der Haupttransmission in einem Fundamentschlitz in der Mitte des Maschinenhauses übersichtlich neben einander; von dort zweigen die Kühl- und Schmierröhren und die Rücklaufrohre ab.

Die Lager sind sehr breit gehalten und kugelförmig ausgebildet, sodass sie kleine Verschiebungen zulassen. Die Anlage der Transmissionen ist mit vieler Sorgfalt ausgeführt, um Störungen zu verhüten, und in der That sind solche auch bei dem einjährigen Betrieb bisher noch nicht vorgekommen.

Gegenwärtig sind 24 Dynamos und 6 Dampfmaschinen von je 2000 PS aufgestellt. Eine Vergrößerung der Anlage auf das Doppelte ist geplant.

Sämtliche Bauten mussten auf Pfahlrosten ausgeführt werden, da in Boston das Gelände in der nächsten Nähe des Hafens sumpfig ist.

Die Kraftstation reicht für den gegenwärtigen Betrieb der Strafsenbahnen gerade aus. In den Abendstunden zwischen 5 und 7 Uhr ist der Betrieb am stärksten; es arbeiten dann 5 große 1600 pferdige und 4 von den älteren Mc Intosh-Maschinen, welche zusammen 10000 A erzeugen. Morgens zwischen 2 und 4 Uhr, zur Zeit des schwächsten Betriebes, genügen 2 große Maschinen.

Eine kleinere Station, derselben Gesellschaft und zu demselben Betriebe gehörig, befindet sich in Cambridge. Es sind dort 2 große 1600 pferdige Dreifach-Expansionsmaschinen von der besprochenen Bauart und eine 750 pferdige Maschine der Allis Co. im Betrieb, welche die Thomson-Houston-Dynamos genau in derselben Weise wie in der Westend-Station antreiben. Die Aufstellung der Maschinen, Transmission und Dynamos stimmt vollständig mit der vorhin beschriebenen überein, mit dem Unterschied, dass die Maschinen nur auf der einen Seite des Gebäudes untergebracht sind und die Receiver über den Cylindern liegen.

Es sind demnach in Boston lediglich für den Betrieb der Strafsenbahnen rd. 17000 PS aufgestellt; diese dienen zum Betrieb von 850 langen Wagen, deren jeder 31 bis 33 A verbraucht, was bei der gebräuchlichen Spannung von 500 V ungefähr 25 PS entspricht. Nach dem geplanten Ausbau der Westendstation auf 26000 PS werden für den Bahnbetrieb 31000 PS zur Verfügung stehen, genügend zum Betrieb von 1500 Wagen.

Die eben beschriebene Kraftanlage der Westend-Strafsenbahn in Boston ist eine der bedeutendsten in Amerika. Sie ist auf Grund der seit 1885 gemachten Betriebserfahrungen angelegt worden. Die Kraftanlage ist nicht unter dem durch eine bereits vorhandene alte und verkrüppelte Maschinenanlage geschaffenen Zwang, sondern planmäßig ausgeführt und jedenfalls gründlich studiert worden. Gerade deshalb dürften einige kritische Bemerkungen zu dem Vorangegangenen gerechtfertigt sein, um so mehr, als die Anlage erst vor 2 Jahren geplant und erst seit einem Jahre im Betrieb ist, daher jedenfalls als Muster einer amerikanischen Neuanlage gelten kann.

Die kritische Vergleichung ergibt, dass wir keinen Anlass haben, die wesentlichen Eigentümlichkeiten dieser an sich großartigen elektrischen Anlage nachzuahmen, dass wir vielmehr allen Grund haben, ihnen möglichst weit aus dem Wege zu gehen.

Meiner Ansicht nach sind folgende Einzelheiten verfehlt:

Für den Strafsenbahnbetrieb, besonders bei den Bostoner Verhältnissen, war von vornherein ein ununterbrochener Dauerbetrieb mit fast der halben Maschinenanlage und starkes Steigerungsbedürfnis während 4 bis 5 Stunden täglich anzunehmen. Für solchen Betrieb ist die Kesselanlage unzureichend. Die Dampfkonomie erlangt bei derartigem Dauerbetrieb wesentlichen Einfluss, und bei der ungenügenden Heizfläche, der Verwendung von Wasserröhrenkesseln und ihrer

übermäßigen Anstrengung ist schlechte Dampfbeschaffenheit die selbstverständliche Folge. Der nasse Dampf hat denn auch wiederholt Schwierigkeiten veranlasst.

Vor allem aber ist die Art des Betriebes nicht nachahmenswert. Es ist bekannt, dass die Amerikaner im Riementrieb Großartiges leisten, und der Riementrieb dieser Kraftstation ist hierfür ein hervorragendes Beispiel. Welchen Sinn es aber haben soll, solchen, wenn auch großartigen Zwischentrieb nur der konstruktiven Liebhaberei wegen zu verwenden, ohne dass für die Gesamtanlage und deren Betrieb irgend ein Vorteil erwächst, ist nicht erfindlich. Ich hatte Gelegenheit, einen Kostenanschlag für eine gleiche Kraftstation zu sehen und zu prüfen; nach diesem Entwurf konnten mit den kostspieligsten stehenden Dreifach-Verbundmaschinen und den gleichfalls kostspieligeren, unmittelbar angetriebenen Dynamos, also nach europäischem Vorbild, und bei nur 100 minutlichen Umdrehungen die Anlagekosten der Kraftstation insgesamt auf nur $\frac{3}{4}$ der Kosten der Bostoner Anlage und die erforderliche Grundfläche auf nur $\frac{1}{2}$ der hier verbauten Fläche vermindert werden. Dabei fällt der Riementrieb mit seinen Kosten und Gefahren ganz weg; die stehenden Dreifach-Verbundmaschinen sind zudem vollkommeneren Maschinen als die in Boston verwendeten liegenden, und vor allem ist die geforderte Betriebssicherheit bei solcher vereinfachten Ausführung eine ungleich höhere, wozu außerdem für ununterbrochenen Betrieb nicht geringe Vorteile hinzukommen, dass er sparsamer ist und viel geringere Reparaturen erfordert.

Die vermeintlichen Vorteile des Riementriebes in Verbindung mit so angeordneten Reibungskupplungen, dass jede Dampfmaschine jede Dynamo antreibt und hierdurch der Betrieb sichergestellt werden soll, bestehen nur in der Einbildung. Denn die viel einfacheren und sicheren direkt treibenden Maschinen bedürfen bei mäßigerer Umdrehungszahl solcher Vorsicht nicht, und selbst wenn man letztere für unerlässlich hält, lässt sich durch kleinere Maschineneinheit eine viel weitgehendere Betriebssicherheit erzielen als durch die verwickelten Riementriebe und ihre Ausschaltungen.

Reibungskupplungen für so große Kraft wie im vorliegenden Falle sind außerdem ein höchst unsicheres Element. Es liegt in ihnen bei Uebertragung großer Kräfte nicht diejenige Sicherheit, welche wir von Hauptteilen einer Anlage fordern. Die ausgedehnte Verwendung von Haupttransmissionswellen und Reibungskupplungen bildet ein charakteristisches Element der meisten amerikanischen Elektrizitätsanlagen, welche in den letzten 3 bis 4 Jahren gebaut wurden.

Ein besonders bezeichnendes Beispiel dieser Art, welches hier für den Vergleich herangezogen werden kann, ist die Narragansett-Lichtanlage in Providence, R. I., veröffentlicht in Z. 1891 S. 660. Dort ist, ähnlich wie bei der Westend-Strafsenbahn, eine Hauptzwischenwelle mit Kupplung angelegt, um jede Dynamo unabhängig betreiben zu können, und dies giebt eine solche Verwicklung, dass eine Anordnung solcher Art bei uns überhaupt nicht als betriebssicher zugelassen werden würde. Bei dieser Narragansett-Anlage ist in 2 Betriebsjahren die Mehrzahl der Hillschen Reibungskupplungen gebrochen und musste durch andere ersetzt werden, welche ähnlich wie die in Boston verwendeten und in Fig. 18 dargestellten den Reibungskranz von beiden Seiten erfassen. Die Narragansett-Anlage in Providence ist in diesem Jahre bedeutend vergrößert worden, und es ist bezeichnend, dass hierbei mit dem bisherigen System gebrochen und nur direkt von den liegenden Dampfmaschinen angetriebene Dynamos aufgestellt worden sind.

Es gehört erfahrungsgemäß zu den übertriebenen und ganz zwecklosen Forderungen der Elektrotechniker, dass jeder Motor jeden Generator betreiben müsse. Dies führt immer zu verwickelten und betriebsgefährlichen Anlagen, während die wirkliche Sicherheit nur in der Vereinfachung des Betriebes und in der Einhaltung mäßiger Umlaufgeschwindigkeit liegt.

In gleicher Weise gehört zu den unberechtigten und in vielen Fällen zwecklosen Forderungen: dass alle Rohrleitungen von Elektrizitätsanlagen doppelt ausgeführt sein müssen. Dies führt erfahrungsgemäß zu unzweckmäßigen Anordnungen,

und die Bostoner Westend-Anlage liefert auch hierzu einen bezeichnenden Beleg. Auch hier sind alle Rohrleitungen der vermeintlichen Betriebssicherheit wegen doppelt ausgeführt. Es liegen zwei Rohrleitungen oben in den Dachbindern aufgehängt, und unnützer Weise hat jedes Rohr den für den gesamten Betrieb erforderlichen Querschnitt, was nur zu Verlusten und Schwierigkeiten führt. Dabei sind aber die langen Abzweigungsrohren vom Hauptdampfrohr abwärts zu den Hochdruckdampfzylindern der Maschine doch nur einfach ausgeführt; gerade an diesen Leitungen aber sind bei sehr mangelhaften Ausdehnungsvorrichtungen und nassem Dampf die meisten Störungen zu befürchten und auch thatsächlich schon eingetreten.

Noch schlimmer ist die Röhrenanordnung im Untergeschoss, wo die Dampfauspuffröhren und Verbindungen mit dem Kondensator und den Kühlwasserröhren doppelt ausgeführt sind; dort giebt es haarsträubende Rohrverbindungen. Die Röhren sind wahrscheinlich von einem Elektrotechniker so wie die Kabel am Schaltbrett angeordnet, und der Ausführung ist nicht genügende Sorgfalt zugewendet worden.

Es kommen dort Rohrkreuzungen vor, welche richtige Anschlüsse und Verbindungen nicht zulassen, und schon aus den Skizzen Fig. 15, 16 und 18 sind die Unvollkommenheiten erkenntlich.

Ich würde solche Kritik nicht üben, wenn sich dies und Aehnliches nicht bei fast allen Kraftanlagen wiederholte und wenn die Bostoner Anlage nicht in sonstiger Beziehung eine sehr hervorragende und planmäßig angelegte wäre. Es zeigt sich aber auch hier wieder, dass aus vermeintlichen kleinteiligen Betriebsrücksichten nur Komplikationen geschaffen werden, während den unerlässlichen und zwingenden Forderungen des praktischen Betriebes nur durch die Einfachheit der Anlage entsprochen wird. Dies würde auch in Amerika am besten durch die Verwendung direkt angetriebener Maschinen geschehen, und es ist anzunehmen, dass die zwar maschinentechnisch hochinteressanten Kraftanlagen mit Zwischentriebwerk, von welchen die Bostoner ein hervorragendes Beispiel ist, auch in Amerika in Kürze ganz verschwinden und einfacheren weichen werden.

A. Riedler.

Die Kraftanlage der Arc Light Co. in Chicago.

Fig. 22 zeigt den Grundriss dieser, jetzt der Edison Co. gehörigen alten, wenig planmässig gebauten Anlage, Fig. 20 den Querschnitt durch das Maschinenhaus und Fig. 21 den Querschnitt durch das Kesselhaus.

Die liegenden Tandem-Verbundmaschinen treiben nach oben vermittels Seile eine Zwischenwelle mit Reibungskuppelungen, von welcher aus der Riementrieb auf die Thomson-Houston-Dynamomaschinen nach abwärts geht.

Fig. 20.

Querschnitt durch das Maschinenhaus.
Mafsstab 1 : 240.

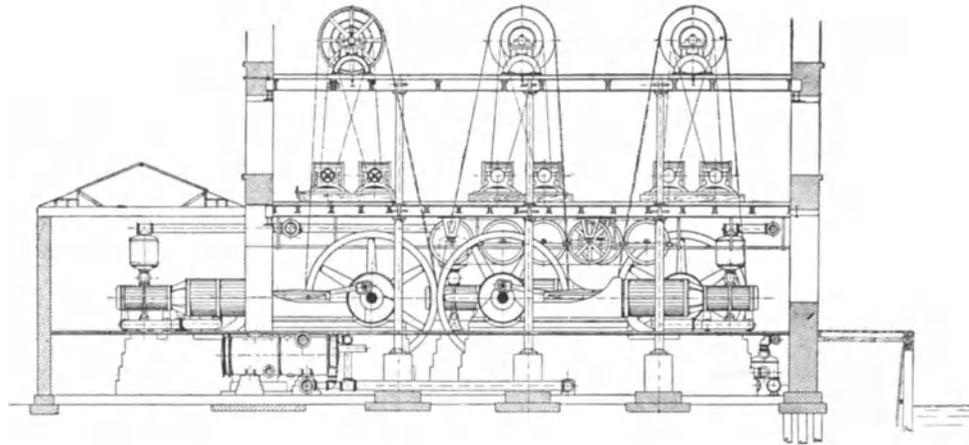
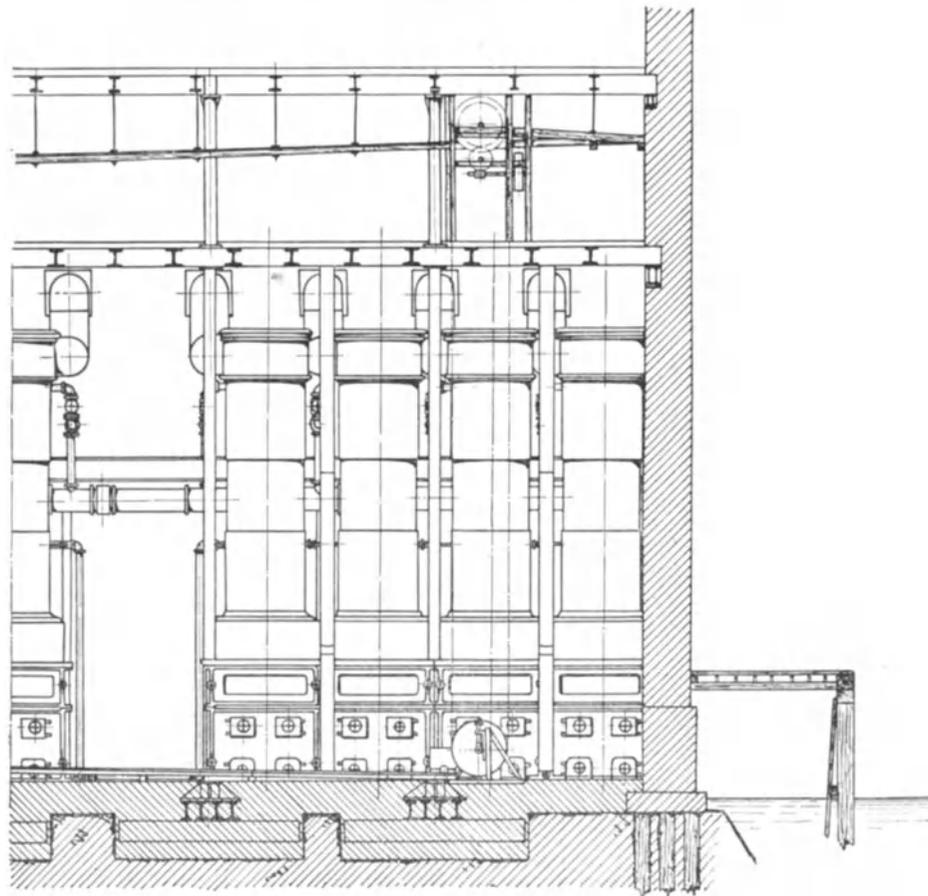


Fig. 21.

Querschnitt durch das Kesselhaus mit Manning-Kesseln.
Mafsstab 1 : 140.



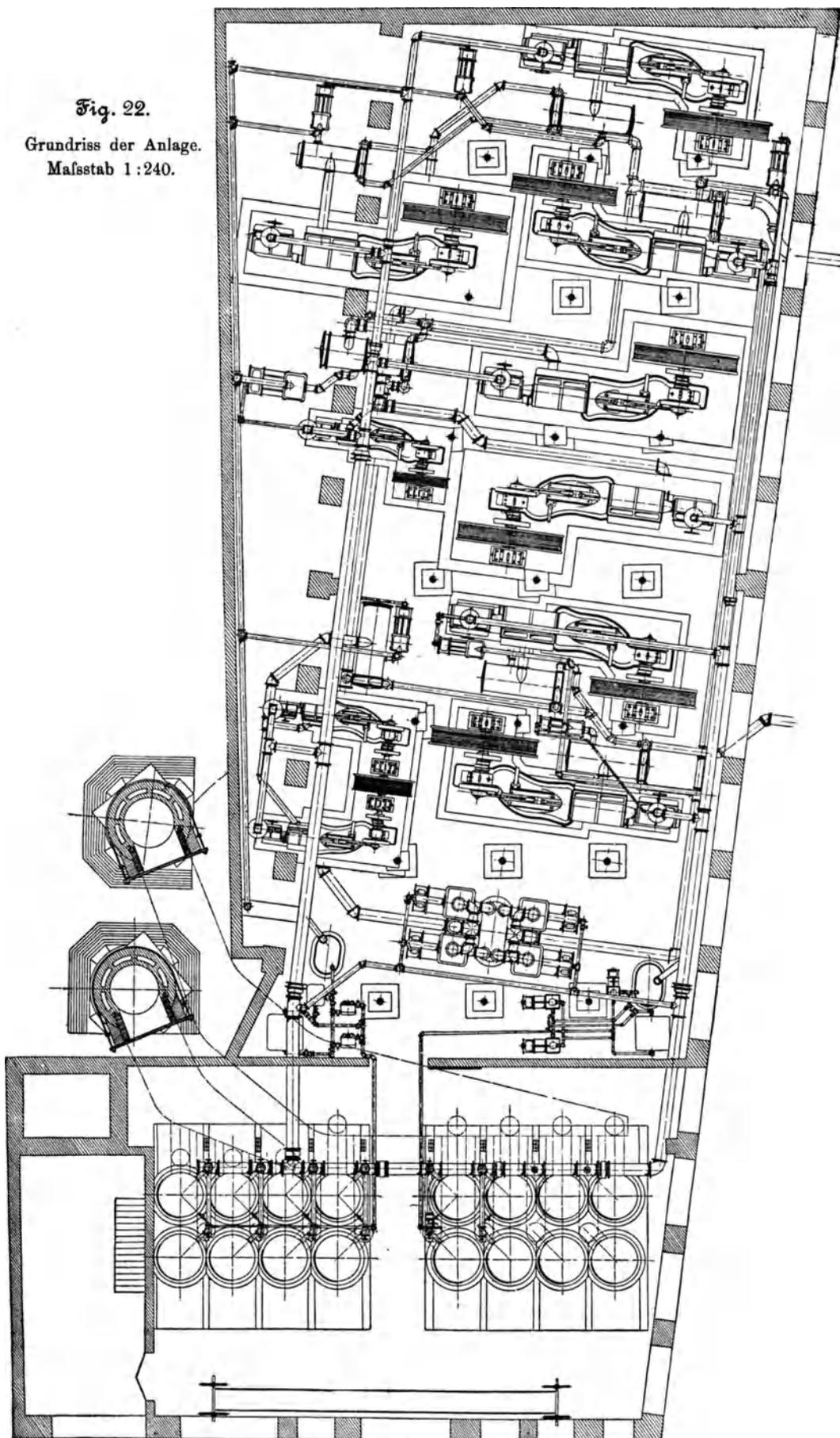
Die Anlage liegt unmittelbar am Fluss an der Ecke der Washington-Strasse und versorgt ungefähr 2500 Bogenlampen, 1800 Glühlampen und Motoren von zusammen

500 PS. Es sind gegenwärtig vorhanden: 1 Maschine von 600 PS (140 Min.-Umdr.), 3 von 500 PS (135 Min.-Umdr.) und 1 kleine Maschine von 25 PS, die für den Betrieb von

Mitternacht bis 6 $\frac{1}{2}$ Uhr morgens dient. Die Maschinen liegen im Erdgeschoss, sind schwerfälliger Bauart und von den Williams Engineering Works in Biloid, Wis., ausgeführt.

Sämtliche Lager der Maschinen werden mit Wasser gekühlt, um an Schmiermaterial zu sparen. Das Flusswasser wird zur Oberflächenkondensation benutzt. Alle Maschinen

Fig. 22.
Grundriss der Anlage.
Maßstab 1:240.



haben eigenen Kondensator, bis auf zwei 500pferdige Maschinen, die an einen gemeinsamen Kondensator angeschlossen sind. Fig. 22 zeigt die zugehörige verwickelte Rohrleitung.

Im Maschinenhause befinden sich ferner 2 Zirkulationspumpen und 2 Worthington-Speisepumpen, im Untergeschoss die Luftpumpen und noch einige Hilfspumpen. Es ist beabsichtigt, die Anlage, so wie skizzirt, zu vergrößern, und zwar soll eine der neuen 500pferdigen Maschinen zum Betriebe einer 250 pferdigen Dynamo aufgestellt werden, die nur zur Kraftlieferung bestimmt ist.

An das Maschinenhaus schließt sich das enge Kesselhaus mit 10 Manning-Kesseln, Fig. 21, und einem Climax-Kessel an. Beide Kesselsysteme sind stehender Bauart mit senkrechten Rauchröhren.

Die Transmissionswelle läuft mit 278 Min.-Umdr. Jede Riemscheibe auf den Zwischenwellen treibt 2 Dynamos und sitzt auf einer hohlen Welle, die mit der Transmissionswelle durch Hillsche Reibungskupplung verbunden werden kann. Das Seil zum Antrieb der Transmissionswelle wird behufs Spannung über eine wagerechte Scheibe geführt, die an der Decke befestigt ist, und deren Achse durch ein Gewicht von etwa 12 kg gespannt erhalten wird.

Für Bogenlicht werden schnelllaufende Thomson-Houston-Maschinen verwandt, und zwar 12 Dynamos von je 35 Lampenstärken und 40 Dynamos von 50 Lampenstärken zu je 50 V. Die Lampen sind sämtlich hinter einander geschaltet, sodass die Spannung der Maschinen 1750 bis 2500 V beträgt. Für den Betrieb der Glühlampen sind 2 Dynamos vorhanden, welche erst $1\frac{1}{2}$ Jahre laufen.

Der Betrieb der Kraftversorgung wird von 5 Dynamomaschinen, einer Maschine von 100 PS und 4 von je 80 PS, geleistet. Eine neue Dynamomaschine von 250 PS gelangt nächstens zur Aufstellung. Im ganzen sind im Maschinensaal 65 Dynamos vorhanden. Die Spannung für die Kraftübertragung beträgt 500 V, für die Glühlampen 225 V.

Der Preis für eine Bogenlampe von etwa 2000 Kerzen bei 10 A Stromverbrauch beträgt für die Zeit von Anbruch der Dunkelheit bis Mitternacht 50 Cents = 2 *M.*; für Lampen, die auch den Tag über brennen, nur 70 Cents = 2,80 *M.* In diesen Preisen ist das Auswechseln der Kohlen, das von der Gesellschaft besorgt wird, inbegriffen.

Der Stromverbrauch der Bogenlampen wird nicht nach Elektrizitätsmessern, sondern für Lampe und Tag berechnet. In einzelnen Fällen wird der Stromverbrauch der Lampe auch nach Stunden berechnet und 7 Cents = 28 Pfg. für die Stunde in Ansatz gebracht.

Für Glühlampen wird ungefähr 1 Cent für die Stunde berechnet. Der Strom wird gemessen und zum Einheitspreise von 10 Cents für 1000 Watt verkauft.

Beim Bezug von Kraft müssen die Kunden die Motoren selbst beschaffen; sie beziehen sie aber gewöhnlich von der Gesellschaft, die dann Thomson-Houston-Motoren liefert. Im allgemeinen liefert die Gesellschaft aber nur den Strom und berechnet ihn, wie bei den Glühlampen, nach der Angabe der Messapparate mit 10 Cents für 1000 Watt. 1 PS-Std. stellt sich einschliesslich Verluste auf etwa 9 Cents.

Nachfolgendes ist ein anderes Beispiel der vielen älteren, planlos nur nach augenblicklichem Bedürfnis angelegten Kraftwerke.

Lichtwerk der Westinghouse Co. in New York, Greenwich und Vandam Str.

Die Westinghouse-Anlagen in New York sind durchweg sehr schlecht gehalten, besonders die oben erwähnte, die übrigens damit sehr gut zu dem Stadtviertel passt, in dem sie liegt. Die Maschinen und Dynamos sind planlos aufgestellt, wie es eben dem Bedürfnis entsprach, und machen mehr den Eindruck einer vorläufigen Anlage als eines Werkes, das schon 4 Jahre im Betrieb ist.

Gefährlich wegen der vielen Riemen und geradezu unerträglich wegen der Hitze ist der Dienst im Dynamoraum, der, obgleich an sich schon eng, doch noch als Ablagerungs-ort von alten Dynamos, Kasten usw. dient.

Die Dampfmaschinen liegen im Kellergeschoss und bestehen aus 2 500 pferd. Eincylindermaschinen, Improved Greene Engines genannt und von der Providence Steam Engine Co. gebaut, 2 gewöhnlichen Westinghouse-Maschinen von je 300 PS und 2 liegenden Maschinen von je 100 PS.

An den Maschinenraum grenzt der Kesselraum, bestehend aus 6 stehenden Climax-Kesseln. Die Wärmeverluste durch diese freistehenden Kessel sind sehr bedeutend, daher auch die große Hitze in dem über dem Maschinensaal gelegenen Dynamoraum, bis zu dessen Höhe die Kessel heranragen. Die Dampfspannung ist 10 Atm.

Die Dynamomaschinen zur Glühlichtversorgung sind sämtlich von der Westinghouse Electric Co. in Pittsburgh gebaut. Es sind vorhanden: 1 Dynamo für 4000 Lampen, 1 für 3000 und je 2 für 1500 und 750 Lampen.

Diese Dynamos speisen etwa 12500 Lampen. Die von der Station versorgten 750 Bogenlichter werden von 12 alten Dynamos von je 50, 3 neuen von der Excelsior Co. gelieferten Holzhausen-Dynamos von je 35 Lampen und einigen alten Gramme-Maschinen gespeist.

Zur Vervollständigung der Beispiele über Kraftanlagen erübrigt es noch, die allgemeine Anordnung der hier im Lande besonders zahlreichen kleinen Anlagen in kleinen Städten und für vorübergehende Zwecke zu skizzieren, insbesondere auch solche Anlagen, welche zu Beginn des Betriebes als Vorläufer größerer Anlagen angewendet werden. Bei diesen ist in der Regel die größte Einfachheit und Raumersparnis Hauptsache, sodass Anlagen in ganz engem Raum, welchen wir für die Aufnahme größerer Maschinenleistung nicht geeignet halten würden, für ganz bedeutende Betriebe benutzt werden. Die nachfolgenden Skizzen geben hierüber einige Uebersicht.

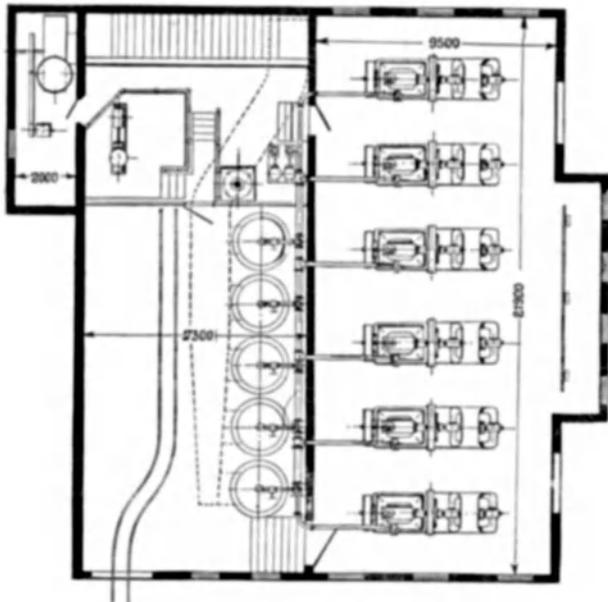
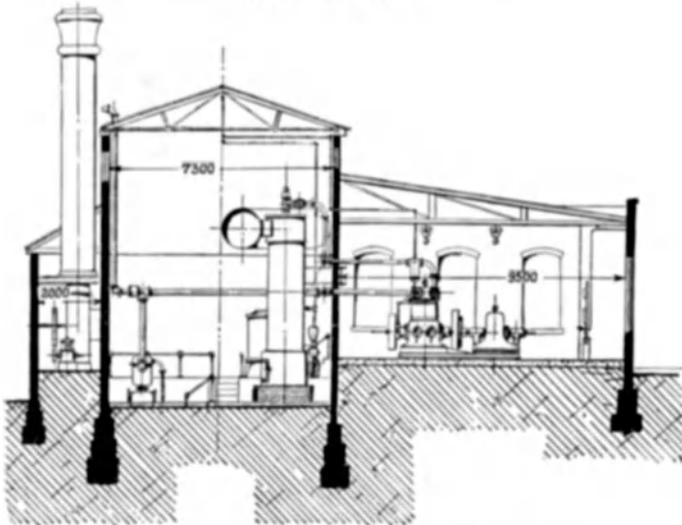
Fig. 23 und 24 zeigen im Querschnitt und Grundriss eine Kraftanlage in Newhaven, bestehend aus 6 Westinghouse-Verbundmaschinen von 160 PS und direktem Betrieb von Westinghouse-Generatoren.

Der Dampf wird durch stehende Röhrenkessel geliefert, für deren Betrieb künstlicher Zug durch eine besondere 2pferd. Ventilatormaschine erzeugt wird.

Fig. 25 zeigt den Grundriss einer Kraftanlage in Sacco (Maine). Die Anlage enthält zwei stehende Westinghouse-Verbundmaschinen von je 130 PS mit Dampfzylindern von 12" und 20" (305 mm und 508 mm) bei 12" = 305 Hub und einfacher Riemenübersetzung auf die Generatoren. Die Entfernung beträgt 5,5 m. Motor und Generatoren sind schräg aufgestellt, um den Raum auszunutzen und die Maschinen im Falle von Auswechslungen zugänglich zu halten.

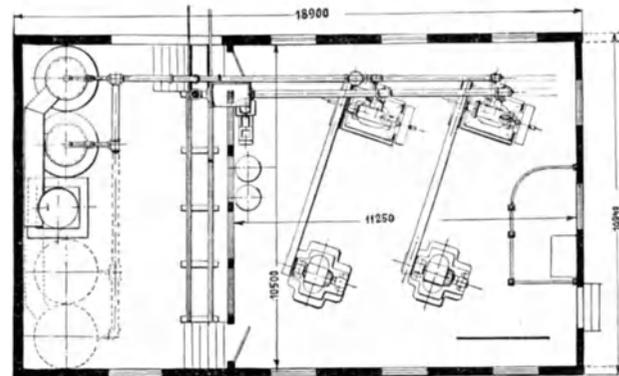
Die Betriebsdampfspannung beträgt 9 Atm. Der Dampfkesselraum hat 6,7 m Weite, 10,4 m Tiefe und enthält jetzt

Fig. 23 und 24.

Kraftanlage in Newhaven.
Mafsstab 1:250.

zwei stehende Manning-Kessel von 1,2 m Dmr., 7 m Höhe und je 102 qm Heizfläche, entsprechend ungefähr 1 qm für

Fig. 25.

Kraftanlage in Sacco.
Grundriss des Maschinenhauses.
Mafsstab 1:250

1 PS. Schornstein und Kesselraum sind für die Aufnahme zweier weiterer Kessel vorgesehen.

Die Lichtanlage in Fort Wayne besitzt 4 Turbinen zu je 280 PS (Gefälle 5,2 m, Umdrehungszahl 125 i. d. Min.), welche mittels Seiltriebes auf eine Haupttransmissionswelle wirken. Mit letzterer kann eine 500 pferd. Dampfmaschine gekuppelt werden. Von der Transmissionswelle werden etwa 12 Dynamomaschinen älterer Konstruktion angetrieben, darunter eine für die elektrische Strafsenbahn auf Lake Side. Die Spannung beträgt 55 V für elektrisches Licht und 500 für die Strafsenbahn.

5 Dampfkessel zu 100 PS werden mit Naturgas geheizt. Der starke Winterbedarf an Gas, welches in der Stadt für Hauszwecke allgemein verwendet wird, bedingt, dass zeitweilig die Gasfeuerung unterbrochen wird; es ist deshalb stets ein genügend großer Kohlenvorrat vorhanden.

Der Preis des Naturgases ist 15 Cents für 1000 Gallonen (17 Pfg. für 1000 ltr.), während das künstliche Gas ungefähr 1 1/2 \$ kostet. Das Naturgas wird aus einer Entfernung von ungefähr 50 km nach Fort Wayne geleitet und in allen Haushaltungen der Stadt verwandt, sowohl für Beleuchtung der Wohnräume als auch für die Küche.

A. Riedler.

Die Dampfverteilungsanlage in New York.

Die in New York seit etwa 10 Jahren bestehende Anlage zur Verteilung von Dampf für Kraft- und Heizungszwecke ist bei uns wiederholt als ganz ungeeignet, ja geradezu zweckwidrig bezeichnet worden. Von vornherein ist klar, dass, trotz der Einfachheit gewöhnlicher und selbst langer Dampfleitungen, bei Fernleitungen durch die Wärmeverluste und die Kondensation des Dampfes, besonders bei höherer Spannung, große technische Schwierigkeiten entstehen; für die Verteilung auf große Entfernungen ist der Dampf jedenfalls sehr ungeeignet und von allen bekannten Kraftmitteln am schwierigsten zu behandeln.

Dennoch wäre es ganz verkehrt, deshalb die New Yorker Anlage als verfehlt zu betrachten. Die Verhältnisse sind hier von den unsrigen so durchaus verschieden und im allgemeinen gerade für die Kraft- und Wärmeverteilung durch Dampf so vorteilhaft, dass bei richtiger Ausführung solche Anlage lebensfähig sein kann. Es handelt sich hier, bei den gegebenen örtlichen Verhältnissen, nicht um eine Verteilung in einem sehr weit verzweigten Netze, auch nicht um die Uebertragung auf sehr große Entfernungen; etwa $1\frac{1}{2}$ km kann als die größte erforderliche Entfernung von der Zentralstation eingehalten werden. Die großen Geschäftshäuser, welche die Hauptabnehmer bilden, sind in Entfernungen von kaum $\frac{3}{4}$ km mit Wärme und Kraft zu versorgen, denn ähnlich wie in Chicago konzentriert sich das gewaltige Geschäftsleben auf eine kleine Fläche, den engen unteren Teil der Stadt.

Der Verbrauch für Kraft und Wärme ist dort verhältnismäßig außerordentlich hoch. Wie in Chicago finden sich öffentliche und Geschäftshäuser, z. B. Post Office, Mills Building, Equitable Building, Western Union Telegraph Company und in neuester Zeit Hotels usw., deren jedes hunderte, ja tausende von Pferdestärken für Kraft und Heizzwecke benötigt. In den meisten großen Gebäuden überschreitet der Bedarf 1000 PS. Auch sind in New York die Fundierungs- und Bauverhältnisse wegen des felsigen Untergrundes derart, dass eine richtige Entwicklung guter Dampfkesselanlagen in den Untergeschossen der Gebäude schwer möglich ist; getrennte Dampfkesselanlagen außerhalb der Gebäude sind wegen der Kostspieligkeit des Baugrundes überhaupt unmöglich. Damit ist für eine zentrale Kraft- und Wärmelieferung und mit Rücksicht auf die vorhandenen zahlreichen Dampfmaschinen und Dampfheizanlagen von vornherein ein sehr günstiger Boden geschaffen. Schon der Wegfall des Kesselbetriebes und die Ersparnis an Maschinenpersonal sind ein Vorteil von entscheidender Bedeutung.

Da die örtlichen Verhältnisse lange Leitungen nicht erfordern und die Verteilung sich auf eine verhältnismäßig geringe Zahl großer Abnehmer beschränkt, so können die Ver-

luste durch Kondensation und Undichtheit auf ein geringes, erträgliches Maß beschränkt werden. Zudem sind die Verluste durch die eigentliche Dampfleitung bei normalem Betriebe überhaupt nur sehr gering und überschreiten durchschnittlich nicht 5 pCt der gesamten Energie. Die Verluste werden erst bei unrichtiger Ausführung, durch die Nebenverluste der Anschlussleitungen und bei schwachem Betrieb sehr empfindlich. So ungünstig also die Eigenschaften des Dampfes für die Verteilung auf große Entfernungen sind, so günstig liegen in New York und anderen amerikanischen Städten die örtlichen Verhältnisse für die Ausnutzung dieses Kraftmittels.

Die New Yorker Anlage ist seit 10 Jahren in Betrieb, bisher aber nicht recht lebensfähig gewesen und hat auch im großen Stil bisher in amerikanischen Städten wenig Nachahmung gefunden, obschon die Verhältnisse in anderen Städten ganz ähnlich liegen. Die Anlage wurde aber bisher unverändert aufrecht erhalten, und in neuerer Zeit haben sich selbst einige große Gebäude ausschließlich auf die Dampflieferung von dieser Zentralstelle aus eingerichtet und die Aufstellung eigener Kessel unterlassen. In anderen Fällen hat man Neuanlagen an die Dampfleitung angeschlossen, trotzdem die Kesselanlagen innerhalb der zu versorgenden Gebäude ausgeführt waren, angeblich um auf die Preisforderung nachdrücklich einwirken zu können.

Durch andere Kraftmittel als Dampf liefse sich das Unternehmen in New York viel vorteilhafter durchführen, worüber später noch ausführliche Begründung nachfolgt. Für die einmal gewählte Dampfverteilung sind die Grundlagen richtig, nur Einzelheiten sehr schlecht ausgeführt. Für das bestehende Unternehmen gilt außerdem in erhöhtem Maße, was über große Anlagen im allgemeinen im vorangegangenen Berichte bemerkt wurde. Es hat mit der technischen Sache nichts zu thun, ist jedoch bestimmend für den wirtschaftlichen Erfolg, wie und durch wen ein solches verzweigtes geschäftliches und technisches Unternehmen ins Leben gesetzt und durchgeführt wird.

Die Anlagen der New Yorker Dampf-Co. sind zwar in mehreren, wenn auch nicht allen Einzelheiten gut durchdacht und planmäßig durchgeführt, aber zumeist schlecht ausgeführt. Die Mängel beginnen schon bei der nie ganz ausgebauten Zentralstation, in der schlechten Kohlenzu- und Aschenabfuhr und vor allem in der mangelhaft ausgeführten Rohrleitung. Statt die gemachten Fehler zu beseitigen und die Kosten des Umbaus als unvermeidliches Lehrgeld zu tragen, wird noch jetzt, nach zehn Jahren, mit den ursprünglichen schlechten Rohrleitungen und Einrichtungen fortgearbeitet. Die Anlage ist vom Ingenieur Ch. E. Emery entworfen. Betreffs der Einzelheiten kann auf seine eigene sehr

ausführliche Veröffentlichung in den Transactions der American Society of Civil Engineers verwiesen werden¹⁾.

Die wesentlichsten Fehler bei der Ausführung wurden durch die nachlässige Fundirung und Verlegung der Rohrleitungen gemacht, welche andauernd Betriebsstörungen verursachten. Besonders verfehlt aber ist die Anlage der Rückleitungsröhren für das Kondensationswasser. Diese Rückleitungsröhren haben sich, wie unten angegeben, nicht bewährt und mussten entfernt werden. Infolgedessen arbeitet die Unternehmung gegenwärtig nicht mehr mit einem geschlossenen Röhrensystem, sondern mit freiem Auslass des Kondensationswassers in die Abzugskanäle der Stadt. Aus diesen entweichen daher allenthalben gewaltige Dampfsäulen, die eine Eigentümlichkeit der Stadt geworden sind. Ich erwähne dies hier besonders, weil vielfach die irrige Meinung besteht, diese Dampfsäulen würden durch die Undichtheit der Kraftleitung verursacht. Das ist nicht der Fall. Die eigentliche Dampfleitung ist trotz ihrer mangelhaften Herstellung ziemlich dicht, aber die Verluste durch Ausblasen der Entwässerungsvorrichtungen in die Abzugskanäle, die Verschwendung und die Verluste bei allen Heizanlagen sind sehr bedeutend.

Im Hochsommer bei über 40° C im Schatten ist die untere Stadt für Europäer eine besondere Sehenswürdigkeit, wenn die Sonne die Strafsen von oben, die in ununterbrochener Reihe aufgestellten Dampfkessel unter den Bürgersteigen und außerdem die Dampfleitungen der New York Steam Co. die Strafsen von unten heizen.

Das Wesentliche der technischen Sache lässt sich kurz in Folgendem zusammenfassen.

Die Verteilung von Dampf durch unterirdische Leitungen für Heiz- und Kraftzwecke, ähnlich den Gas- und Wasserleitungen, ist in Amerika bereits in großem Mafsstabe und in bedeutendem, bisher aber noch wenig bekanntem Umfange in vielen Städten durchgeführt worden. Allgemeiner bekannt ist nur die größte der bestehenden Anlagen, die von New York; aufser dieser bestehen oder bestanden zahlreiche kleinere in vielen amerikanischen Städten, u. a. in Troy, Syracuse, Boston, Minneapolis, St. Paul, Milwaukee usw. Die erste Anlage dieser Art wurde in Annapolis (Maryland) ausgeführt, wo die Dampfleitungen zugleich mit den Gas- und Wasserleitungen in gedeckten Einschnitten verlegt wurden. 1877 wurden von Holly Patente auf Dampfleitungen zu Verteilungszwecken und auf Ausdehnungsvorrichtungen genommen und durch ihn bezw. durch die Holly Co., jetzige American District Steam Heating Co., zahlreiche kleinere Anlagen gebaut, die jedoch nur zu Heizzwecken dienen. Die Verteilung beschränkte sich ausschliesslich auf die Dampfleitung. Eine Rückleitung für das Kondensationswasser war nicht vorhanden. Von der Holly Co. wurden Anlagen ausgeführt in Pottsville, Reading, Lebanon, Harrisburg, Wilkes-Barre, Syracuse, N. Y., Cedar Rapids, Des Moines, Ottawa and Dubuque, Denver, Col., und anderen Städten.

Eine Messung des abgegebenen Dampfes hat hierbei in den meisten Fällen nicht stattgefunden. Es wurden nur Absperrventile vor jeder Verbrauchsstelle angebracht, deren kontrollirte Einstellung zugleich die abgegebene Dampfmenge beschränken sollte. Damit war von vornherein allen Unzukömmlichkeiten und der Verschwendung Thür und Thor geöffnet. Trotzdem haben die Anlagen vielfach Erfolge gehabt, und dieser Erfolg veranlasste, wie dies in Amerika üblich, sofort die Entstehung zahlreicher Konkurrenzunternehmungen, von denen indes die meisten wieder untergegangen sind.

Nur wenige der genannten Anlagen verteilen Dampf für Kraftzwecke; viele sind nur für Heizzwecke oder zur Verwertung des Auspuffdampfes von Maschinenanlagen ausgeführt, welcher Vorgang neuestens in Zusammenhang mit Kraftanlagen in Amerika sehr in Aufschwung kommt.

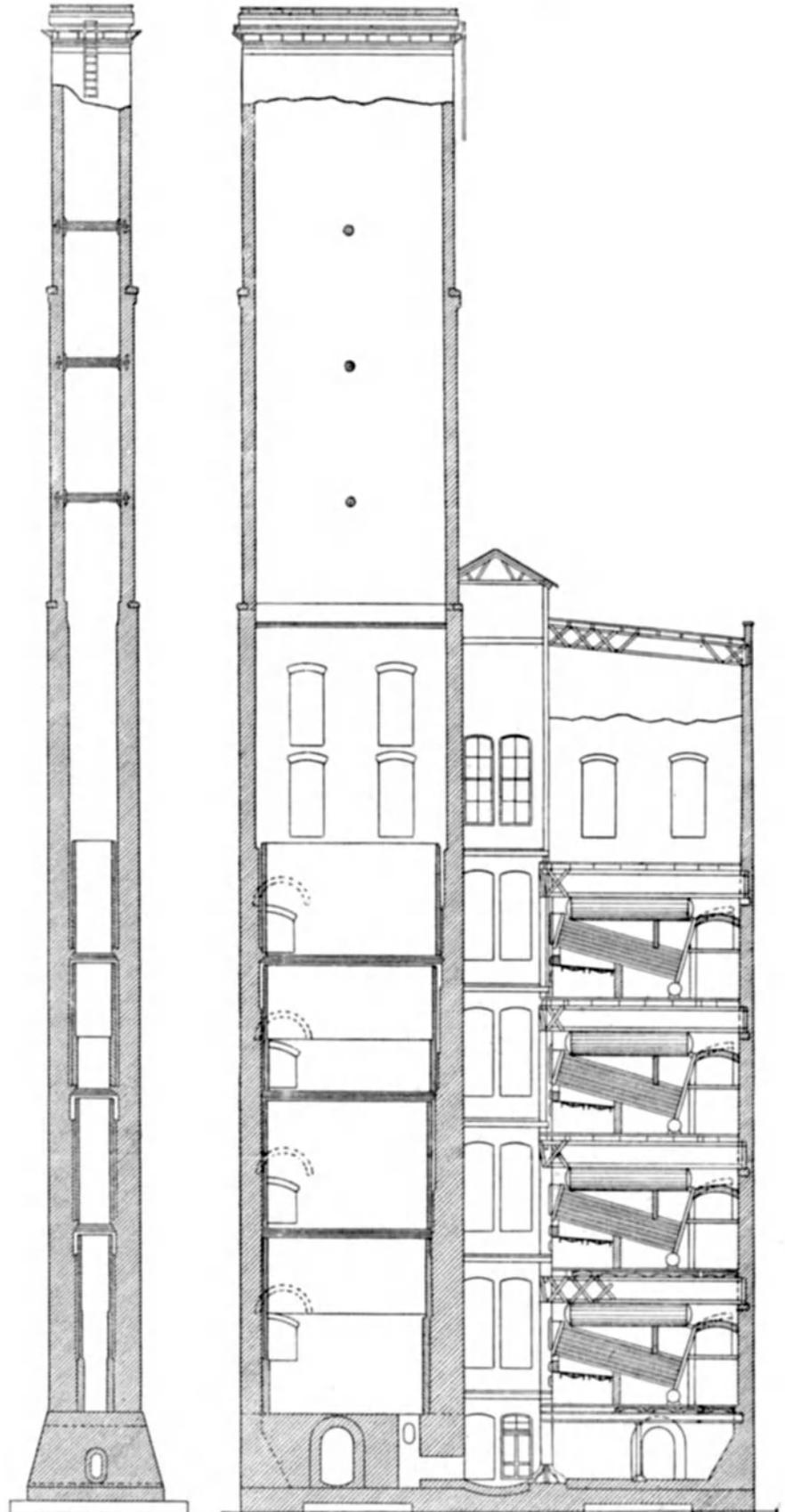
Die New Yorker Anlage ist bis jetzt die größte und die einzige, welche hochgespannten Dampf von 6 Atm. verteilt, der also auch unmittelbar zum Betrieb der gewöhnlichen Dampfmaschinen geeignet ist. Die in New York vorhandenen Dampfmaschinen werden überwiegend mit weniger als

5,5 Atm. Dampfspannung betrieben, sodass die Einführung zentraler Dampflieferung keine Veränderung der bestehenden Dampfmaschinen notwendig macht.

Die New Yorker Dampfverteilungsanlage wurde 1869 geplant, in großem Mafsstabe aber erst anfangs der 80er

Fig. 26.

Station »B«, Kesselhaus. Mafsstab 1:300.



¹⁾ s. a. Z. 1885 S. 169.

Jahre ausgeführt. Die Unternehmung erwarb den Baugrund für etwa 10 Zentralstationen und begann 1881 den Bau der Station in der oberen Stadt und der großen Station »B« in der unteren Stadt (Cortland Street), welche Anlagen im April 1882 in Betrieb gesetzt wurden und seitdem im Betrieb stehen.

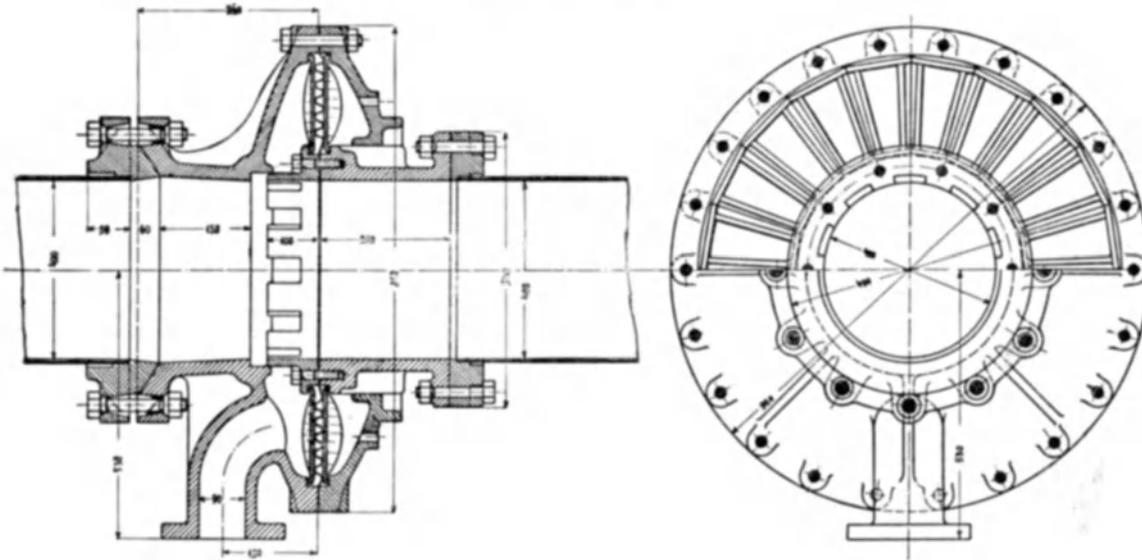
Die Anlage der unteren Stadt hat im wesentlichen das Zentrum des Geschäftsverkehrs zu versorgen. Sie besteht aus einem 4 Stock hohen Kesselhaus, Fig. 26, mit Kesseln von 16 000 PS in zwei Reihen, jeder Kessel von etwa 250 PS (1 Kessel-PS wird in Amerika für 30 Pfd. Verdampfung gerechnet). Jede Kesselhaussseite besitzt einen eigenen Schornstein; der an der südlichen Seite wurde vollständig ausgebaut und erhielt viereckigen Querschnitt, der an der nördlichen Seite wurde für später beschränkten Betrieb und wegen der geringeren Kosten mit achteckigem Querschnitt ausgeführt. Die Schornsteinhöhe beträgt 67 m. Als Betriebskohle wird ausschließlich rauchloser Anthrazit verwendet.

Ursprünglich war selbstthätige Kohlenzufuhr geplant in der Weise, dass in der Mitte des Kesselhauses vom west-

lichen Straßenzugang, der nach dem Hafen zu liegt, bis zwischen die Schornsteine eine geneigte Seilbahn mit Förderschale angelegt, die Kohle in genügender Höhe ausgestürzt und unmittelbar aus den Kohlenbehältern durch Gerinne und Röhren selbstthätig zu den Kesseln geführt werden sollte. Mechanische Beschickung der Roste war dabei nicht in Aussicht genommen. Diese Anlage kam jedoch nicht zur Ausführung. Statt ihrer wurde eine vorläufige Einrichtung geschaffen, die noch jetzt betrieben wird, bestehend in seitlicher Zufuhr, Vorrichtung zum Hochheben der Kohle durch Becherwerk in einem besonderen Förderturm, horizontalem Transport durch Riemen und Verteilung der Kohlen durch Transportschnecke in die Kohlenbehälter über den Dampfkesseln, eine Einrichtung, welche zu vielen Störungen Anlass gegeben hat und teilweise auch außer Betrieb ist. Zum Transport der Asche sind unter den Dampfkesseln Sammeltrichter angebracht, welche durch gusseiserne, durch Schieber abschließbare Röhren die Asche den Sammelwagen zuführen. Diese Wagen werden durch Aufzüge an die Straße befördert, wo die Verladung in die Abfuhrwagen erfolgt.

Fig. 27.

Ausdehner von Emery.
Maßstab 1:15.



In den ersten 3 Stockwerken sind je 16 Kessel von je 250 PS aufgestellt, in vierten nur 8 von je 300 PS, zusammen also 56. Jeder Kessel ist unabhängig aufgestellt, sodass er ohne Nachteil für die anderen herausgenommen werden kann. Die beiden Walzenrohre jedes Kessels sind an der Eisenkonstruktion des darüberliegenden Stockwerkes aufgehängt. Die Planroste der Kessel werden durch Finger, die von 4 Hebeln bedient werden und zwischen die Roststäbe greifen, gereinigt.

Die Kessel sind sämtlich an eine senkrecht durch alle Geschosse laufende Hauptleitung angeschlossen. Jeder einzelne Kessel ist mit einem Sicherheitsventil versehen, das bei Rohrbrüchen, also plötzlich auftretender großer Dampfgeschwindigkeit, die Kessel abschließt.

Außer dem außen 440 mm starken Hauptverteilungsrohr ist ein kleineres vorhanden, das bei Rohrbrüchen mit höherem Druck betrieben wird und die Ausschaltung eines Stranges der Hauptleitung ohne Betriebsunterbrechung gestattet.

Wochentags sind ungefähr (im März) 50 Kessel, Sonntags nur 25 im Betrieb.

Die erste Hauptdampfleitung wurde nur für ungefähr $\frac{4}{10}$ der Gesamtproduktion angelegt und der Hauptstrang bis jetzt nicht weiter ausgebaut. Für zahlreiche Strecken geht der ausgeführte Röhrendurchmesser weit über den gegen-

wärtigen Bedarf hinaus. Das Versorgungsgebiet umfasst gegenwärtig ungefähr 9 km Hauptdampfleitung von rd. 400 mm innerem Dmr.

Das Hauptabsatzgebiet für den erzeugten Dampf bilden Heizungsanlagen, Aufzugsmaschinen, Licht- und Lüftungsmaschinen und gewöhnliche Betriebsmaschinen in Geschäftshäusern, Zeitungs- und Buchdruckereien und in Fabriken. 75 pCt des Dampfes dienen zu Kraftzwecken, und zwar sollen gegenwärtig 500 Dampfmaschinen im Betrieb sein; darunter einige Maschinen mit über 100 PS. Der Kraftbedarf einzelner großer Abnehmer, wie z. B. der Post Office, beträgt im Winter einschl. Heizung etwa 800 bis 1000 PS für die kurze Zeit des größten Bedarfes (früh).

Die Rohrverlegung stiefs wegen des felsigen Untergrundes, mehr aber noch wegen der vorhandenen planlos gelegten Rohr- und Drahtleitungen für Gas und Wasser, Kanalisation, Telegraphen, Rohrpost, elektrische Kraft- und Lichtübertragung auf große, in richtiger Weise kaum überwindbare Schwierigkeiten; insbesondere an den Kreuzungstellen der großen Verkehrsstraßen waren die Schwierigkeiten außerordentlich groß, sodass eine regelrechte Anordnung nicht durchgeführt werden konnte. Der größte Teil der Rohrleitung liegt in Einschnitten, nicht in gewölbten Kanälen, und die Einschnitte sind mit Schlackenwolle als schlechtem

Wärmeleiter ausgefüllt und mit Steinplatten überdeckt und ohne Wegnahme dieser nicht zugänglich.

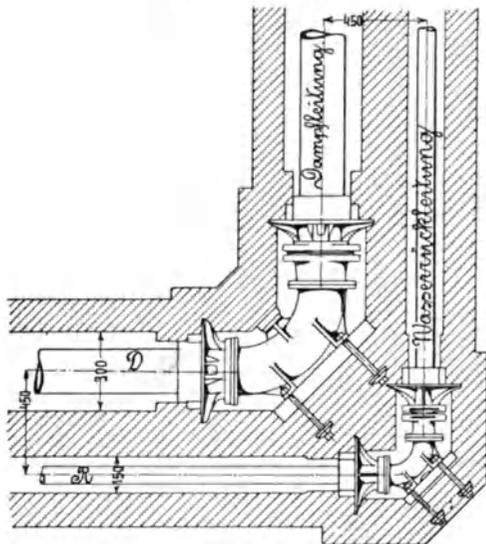
Für die Lebensfähigkeit einer Dampfleitung, welche unterirdisch verlegt wird, ist die Verwendung einer unbedingt verlässlichen Ausdehnungsvorrichtung von höchster Bedeutung. Aus allgemeinen technischen Gründen und wegen der erwähnten beschränkten Bauverhältnisse konnte von der Anbringung der gewöhnlichen Expansionsvorrichtungen oder Stopfbüchsen, welche andauernd Instandhaltungsarbeiten erfordern, nicht die Rede sein, um so weniger, als der motorische Betrieb fortlaufend Dampfspannungen von mindestens 5,5 Atm. notwendig machte.

Gewöhnliche Rohrkrümmer und Schlangenhöhen als Ausdehner mussten schon wegen Raumbeschränkung ausgeschlossen werden; gewöhnliche Stopfbüchsenausdehner waren unmöglich, weil solche nicht in der ganzen Stadt zugänglich gehalten werden konnten und erfahrungsgemäß solche Ausdehner nur bei regelmäßiger Erneuerung der Dichtung verwendbar sind. Es musste daher eine Ausdehnungsvorrichtung angewendet werden, welche ohne jede Dichtung verlässlich entspricht.

In New York wurde die von Emery entworfene und in Fig. 27 dargestellte Ausdehnungsvorrichtung angewendet, bestehend aus einer biegsamen und versteiften Kupferplatte, welche zwischen den Rohrenden eingespannt ist. Die Stärke

Fig. 28.

Verankerung der Rohrkrümmer.
Mafsstab 1:30.



der Kupferplatte ist wegen der erforderlichen Elastizität sehr gering. Um dem Dampfdrucke zu widerstehen, wird die Platte durch darüber gelegte Segmentplatten verstärkt; dehnt sich die elastische Kupferplatte unter dem Dampfdruck aus, so legt sie sich gegen die Segmente, und deren Stützpunkte nehmen den Dampfdruck auf. Der Seitenschub, durch die großen Druckflächen der Ausdehnungsvorrichtung hervorgerufen, muss an den Verankerungsstellen, insbesondere an den Rohrkrümmungen (letztere in Fig. 28 dargestellt) durch kräftige Fundirung aufgenommen werden.

Diese Anordnung hat sich bei eingehenden Versuchen und nach Beseitigung einiger unwesentlicher Schwierigkeiten vollständig bewährt und wurde später auch von anderen Dampfgesellschaften, namentlich auch von der Holly Co. ausgeführt. Die geringe Verschiebbarkeit erfordert aber eine große Zahl solcher Ausdehner, etwa alle 15 m, sodass die Anlagekosten recht hohe werden.

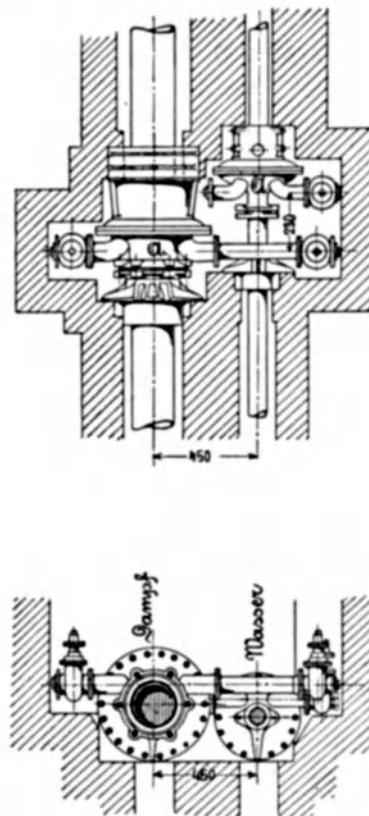
Die Konstruktion von Emery, Variator genannt, wird teils einfach, mit einer beweglichen Kupferwand, teils doppelt, mit symmetrischen Kupferplatten ausgeführt. Um ihre

Festigkeit und Ausdehnungsfähigkeit zu erhöhen, sind die Kupferplatten wellenförmig hergestellt (Wellenhöhe 10 mm). Die zulässige radiale Ausdehnung der Kupferplatte ist mit 150 mm für alle Dimensionen der Dampfrohre angenommen, die zulässige Verschiebung bei den doppelt ausgeführten mit 38 mm. Die tatsächliche Verschiebung erreicht aber hierbei nur 25 mm und bei den einfachen 16 bis 20 mm. Dementsprechend würden solche Ausdehner in Entfernungen von je 15 m in die Rohrleitung einzuschalten sein. Die Anordnung der Ausdehner ist so getroffen, dass ungefähr in der Entfernung von 80 m fest verankerte Absperrventile eingebaut sind; in 15 m Entfernung von einem Ventil ist ein doppelseitiger Ausdehner angebracht, und hieran schließen sich, entsprechend verteilt, 4 einfache Ausdehner. Die normale Beanspruchung der Ausdehnerplatten im dauernden Betriebe ist naturgemäß nur gering und entspricht den Temperaturschwankungen; ihre erhöhte Beanspruchung tritt nur bei Stillständen auf.

Die Ausmündungen für die Dampfentnahme an den Verbrauchsstellen sind in der Nähe der Ausdehnungsvorrichtung angebracht, wie in Fig. 27 dargestellt, ebenso in Fig. 29, welche

Fig. 29.

Rohrleitungen mit Ausdehnern und Äbweichungen.
Mafsstab 1:30.



die Anordnung eines Dampfrohres und eines Wasserrückleitungsrohres mit Ausdehnungsvorrichtung A zeigt, außerdem die Äbweichungen und Absperrvorrichtungen.

Der Ausdehner von Emery beruht auf der einzig richtigen Grundlage, jedes Dichtungsmaterial zu vermeiden und durch elastische Ausdehnung eines Zwischenstückes zu ersetzen. Jede andere Konstruktion, welche Instandhaltung und eigentliche Dichtungen erfordern würde, wäre gegenüber den Schwierigkeiten der Zugänglichkeit in den Straßen vollständig unbrauchbar. Eine laufende Instandhaltung solcher Dichtungen kann für Verteilungszwecke ebensowenig für die Ausdehnungsvorrichtungen wie für die eigentlichen Flanschenverbindungen angenommen werden.

Bei der Wichtigkeit dieser Eigenschaft sind in neuerer Zeit viele andere Konstruktionen versucht worden, welche auf ähnlichem Wege einfachere Ausführung anstreben. Der Emery-Ausdehner leidet in der That an dem Mangel, dass der durch den großen Dampfdruck auf die Stirnfläche der Ausdehnungsplatte ausgeübte Horizontalschub eine mächtige Verankerung der Rohrleitung, insbesondere in den Krümmungen, erfordert, und dass bei mangelhafter Ausführung der letzteren der Ausdehner selbst unzulässig in Anspruch genommen wird und wohl auch zerrissen werden kann, da sich Verschraubung und Einzelheiten für den großen Dampfdruck ohne Verankerung nicht wohl widerstandsfähig ausführen lassen. Auch sind die Kosten der Rohrleitung mit solchen Ausdehnern wegen der erforderlichen großen Zahl derselben sehr hoch.

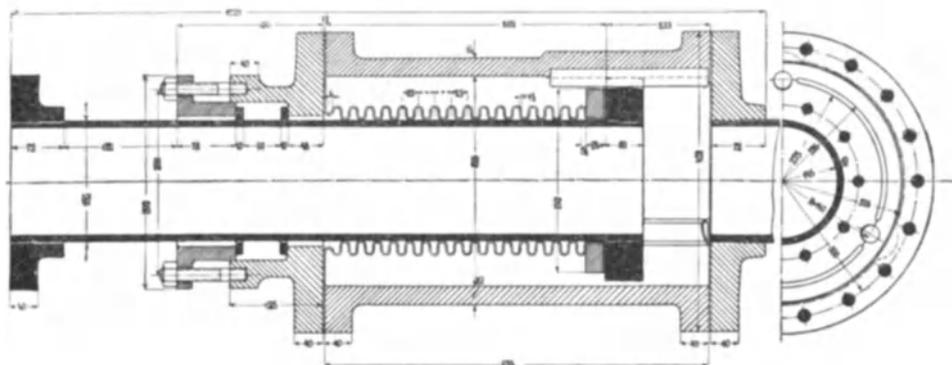
Im wesentlichen beruhen die Verbesserungen solcher Ausdehner in dem Bestreben, diesen Horizontalschub zu ver-

meiden und dem Dampfdruck möglichst geringe Druckfläche darzubieten. Solche Konstruktion ist in Fig. 30 dargestellt; sie rührt von Osborne in Chicago her und ist bei zahlreichen kleineren Dampfverteilungen, insbesondere in St. Paul, Milwaukee, ausgeführt.

Das Wesen dieser Osborneschen Konstruktion besteht in der Vermeidung innerer Dichtung und in der Verwendung eines Cylinders aus Wellblech, bei dessen Ausdehnung und Zusammendrückung der Rohrstrang sich verschieben kann. Die äußere Stopfbüchse ist nur eine Zugabe und bei guter Ausführung nicht erforderlich und soll nur im Falle eines Bruches des Ausströmen des Dampfes verhüten. Das Wellrohr ist im fest verankerten Rohrstück und im beweglichen Rohrende eingeklemmt. Drehung des Rohrendes wird durch eingelegte Bolzen verhindert. Alles übrige ist aus der Detailzeichnung Fig. 30 ersichtlich.

Fig. 30.

Ausdehner von Osborne.
Mafsstab 1:10.



In Fig. 31 und 32 ist die Rohranordnung solcher von Osborne ausgeführten Dampfverteilungsanlagen dargestellt, über deren Einzelheiten ich später noch zu berichten beabsichtige. Fig. 31 zeigt die Querschnitte einer Rohrleitung für eine Dampfverteilungsanlage für frischen Dampf und Auspuffdampf. In beiden Fällen liegt das 205 mm-Dampfrohr für den Auspuffdampf am untersten Teil des Einschnittes und

ist wegen der Ausdehnung auf Rollen (Rohrstücken) gelagert. Eine Vertiefung im Einschnitt dient als Entwässerungskanal für allfälliges Tropfwasser. Ueber dem Auspuffdampfrohr liegt ein Hochdruckdampfrohr *h*, neben diesem das Rücklaufrohr für das Kondensationswasser *r* und über beiden ein 125 mm-Wasserleitungsrohr *W*. Der rechte Teil der Figur zeigt eine andere Anordnung der Röhren; es liegt hier über

Fig. 31.

Dampfverteilungsanlage von Osborne.
Mafsstab 1:15.

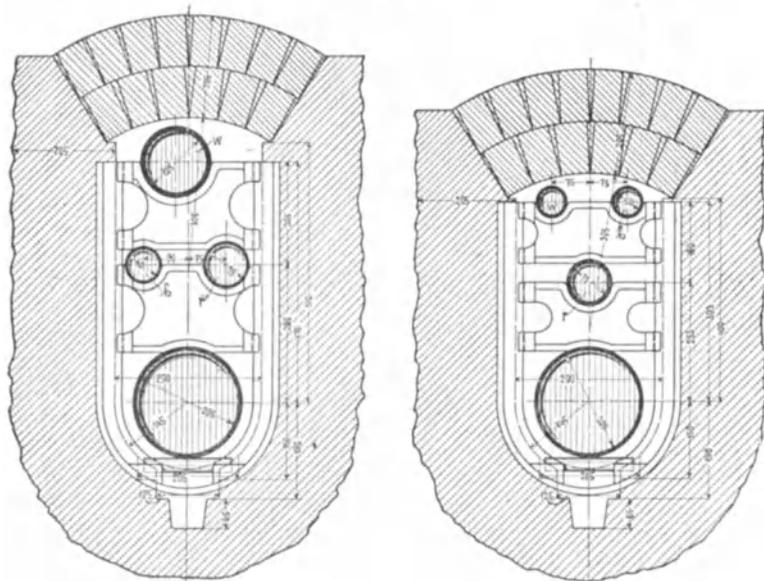
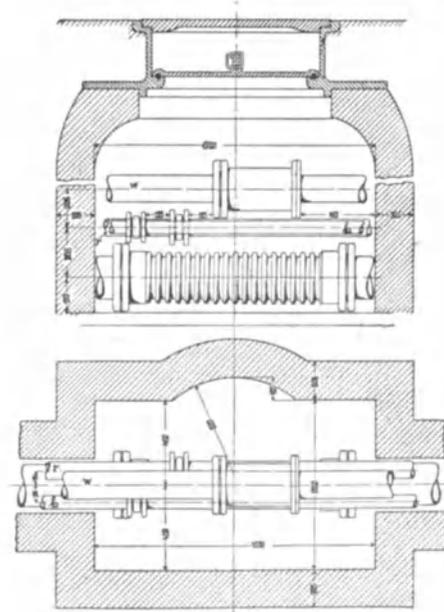


Fig. 32.

Mafsstab 1:40.



dem Auspuffdampfrohr von 205 mm Dmr. ein 75 mm-Rücklaufrohr r und über diesem eine kleine Doppelleitung, von der die linke die Nutzwasserleitung W , die rechte die Hochdruckdampfleitung h ist.

Die Rohrunterstützung erfolgt durch gusseiserne Träger, welche in eingemauerten Rahmen geführt sind. Fig. 32 zeigt die Seitenansicht und den Grundriss der Kammer, in welcher die Rohrverbindungen und die Ausdehner angebracht sind.

Die Eigentümlichkeit und Wichtigkeit solcher geschlossenen Ausdehner veranlasste mich, eine genaue Berechnung derselben und einen Vergleich mit den bei uns üblichen Vorrichtungen dieser Art anzustellen. Dieser ergab übereinstimmend, dass schon bei Dampfspannungen von 4 Atm. nur bei sehr hoher Materialbeanspruchung (über 1500 kg/qcm) genügende Ausdehnung erzielt werden kann, welche es ermöglicht, die erforderliche Anzahl Ausdehner auf ein praktisch brauchbares Maß (etwa 50 m Entfernung) zu bringen. Hierüber möchte ich mir besondere Begründung und Mitteilungs vorbehalten.

Die allgemeine Anordnung der Dampfleitungen ist aus den vorangegangenen Figuren ersichtlich; außerdem ist in Fig. 33 eine Rohrkreuzung dargestellt. Dampfleitung und

eisernen Flanschen eingeschraubt und in dem konisch ausgedrehten Teil der Flanschen aufgewalzt. Durch die Ausdehnung kam auf diese 3 Gewindegänge eine so große Belastung, dass sie einfach abrissen. Man entschloss sich daher, das Aufwalzen aufzugeben und die Röhren in die ganze Breite der Flanschen einzuschrauben. Das Rohrnetz wurde allmählich in dieser Weise umgestaltet, was allein einen Kostenaufwand von 1 Million \$ verursachte.

Eine weitere Vervollkommnung war die Lagerung der Flanschen. Man legte sie auf Holzbohlen, auf denen sie sich verschieben konnten. Diese Bohlen verbrannten aber im Laufe der Jahre und mussten sämtlich durch Eisenkonstruktion ersetzt werden.

Als Dichtung zwischen den Flanschen wurden ausschließlich Kupfersiebe verwandt, welche Anordnung sich vollständig bewährte.

Da, wo die normale Richtung der Rohrleitungen nicht eingehalten werden konnte oder Abweichungen wenigstens als möglich angenommen werden mussten, sowie in unmittelbarer Nähe der Ausdehner sind bewegliche Dichtungsflanschen, Fig. 34, mit kugelförmigen Berührungsflächen eingeschaltet.

Fig. 33.

Rohrkrümmer.
Maßstab 1:30

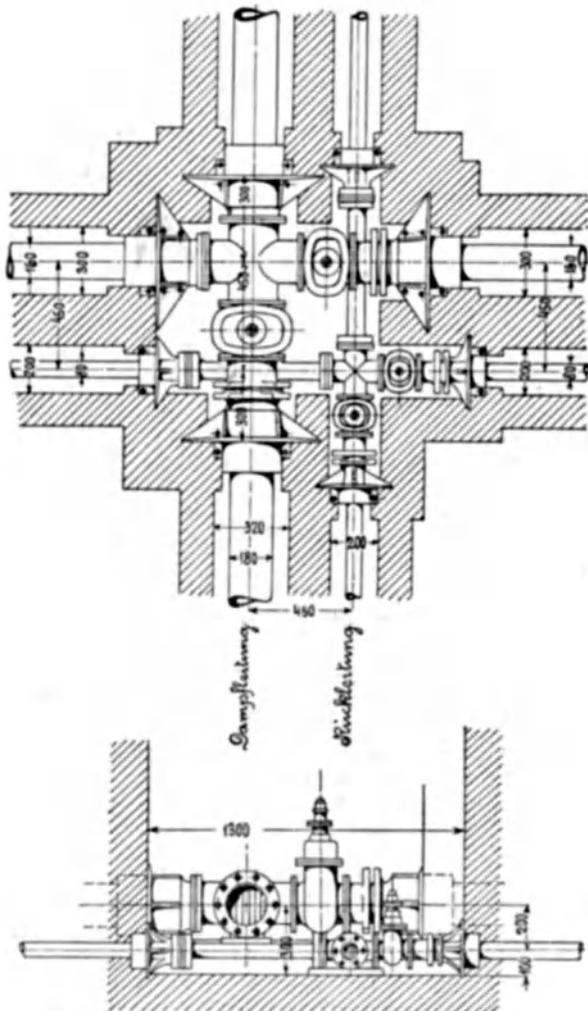
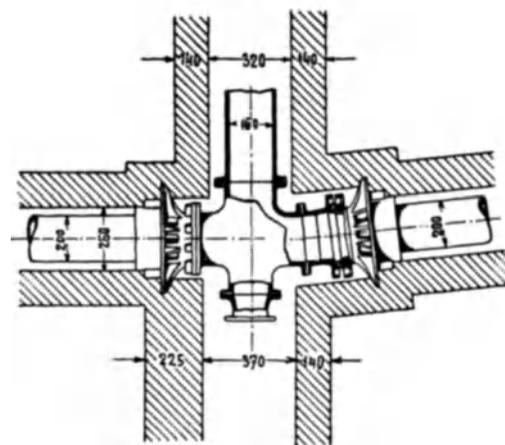


Fig. 34.

Rohrabschluss.
Maßstab 1:30.



s. a. Fig. 27. Dies geschieht auch dort, wo die Herstellung von Passstücken erleichtert werden soll.

Von besonderer Wichtigkeit für die Sicherung des Betriebes ist die vollständige Entwässerung der Dampfleitungen; die Erfahrung hat gezeigt, dass auch bei ansteigenden Rohrleitungen schon bei Dampfgeschwindigkeiten von 15 m alles Kondensationswasser mitgerissen wird und dadurch Störungen hervorgerufen werden.

Unbedingt gefährlich ist aber die Ansammlung des Wassers in größeren Mengen, insbesondere bei Stillständen. Daher ist ununterbrochener Betrieb der Dampfleitungen eine nahezu unerlässliche Bedingung, um so mehr, als auch bei öfteren Außerbetriebsetzungen der Rohre die Dichtungen lecken. Die Dampfrohre haben in dem 10jährigen Betriebe gar nicht durch Rosten gelitten, was von der Betriebsleitung auch auf den ununterbrochenen Betrieb zurückgeführt wird. Häufige Stillstände oder unrichtig angelegte Entwässerung verursachen unter allen Umständen Wasseransammlungen, die beim Wiederanlassen der Dampfleitung in Bewegung gesetzt werden und durch Massenstoß jede Rohrleitung zertrümmern und durch Temperaturunterschiede und Rost jede Rohrleitung zerstören können.

In dieser Beziehung mag als besonders beachtenswert hervorgehoben werden, dass nach dem ersten erfolgreichen Betriebe der Steam Co. ein Konkurrenzunternehmen, die United Steam Co., im östlichen Teile der Stadt eine Anlage herstellte. Diese Anlage wurde gut geplant,

Rückleitung sind so nahe an einander gelegt, wie die Zugänglichkeit es zulässt. Die Rohrleitungen sind ausschließlich aus Schmiedeisen hergestellt und sind jetzt mit aufgeschraubten Flanschen versehen. Die ursprünglichen Rohrleitungen hatten 380 mm Dmr. und 6 mm Wandstärke. Diese Leitungsröhren waren mit nur 3 Gewindegängen in die guss-

aber mit äußerst geringer Sachkenntnis ausgeführt; es wurde dabei auf die Fortleitung von überhitztem Dampf gerechnet und in unsinniger Weise Entwässerungsvorrichtungen an wesentlichen Stellen überhaupt nicht ausgeführt. Die Folge davon war die Ansammlung großer Wassermassen und die Zertrümmerung der Rohrleitungen schon in den ersten Betriebstagen, sodass die Unternehmung schon nach etwa einjährigem Betriebe gänzlich aufgegeben wurde.

Eine erwähnenswerte Einzelheit ist die bei dieser Anlage angewandte Art der Isolierung der Röhren durch Rufs, welcher allerdings ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, dessen Handhabung aber praktisch sehr lästig ist. Diese Isolierung durch Rufs ist seitdem in Amerika bei kleinen Dampfanlagen sehr häufig ausgeführt worden und hat sich dabei ausgezeichnet bewährt. Das Umherschleudern der Isolirmasse bei Rohrzertrümmerungen hat der genannten Unternehmung viel Spott eingetragen und ihr ein schlechtes Andenken bereitet. Diese verunglückte Anlage mag auch als Beispiel dafür dienen, wie eine an sich lebensfähige Sache durch unverständige Behandlung zu ungeheuerlichen Misserfolgen führen kann.

Ein für den Betrieb der New Yorker Unternehmung wichtige Frage war die Messung des verkauften Dampfes. Nach längeren sehr kostspieligen Versuchen wurde ein Dampfmesser eingeführt, der im wesentlichen darin besteht, dass ein belasteter Kolben unter bestimmtem Dampfdruck eine Durchgangsöffnung frei macht, durch welche bei bestimmtem Pressungsverluste eine empirisch bestimmte Dampfmenge hindurchströmt. Die Eichung der Messapparate geschieht in einer besonderen Station durch Kondensation des durchgeströmten Dampfes und Wägung des Wassers. Der Kolben ist so eingerichtet, dass bei veränderlichem Druck die durchströmende Menge konstant bleibt, derart, dass sich zwar die erste Durchflussöffnung je nach der abnehmenden oder zunehmenden Dampfspannung verringert oder vergrößert, dass aber die zweite Durchflussöffnung konstant bleibt und durch die Öffnung die Spannung vermindert oder vermehrt wird. Der Preis eines solchen Dampfmessers ist sehr hoch und beträgt 250 bis 300 \$.

Die Behauptung, dass Dampfmesser dieser Bauart verlässliche Anzeige ergeben, lässt sich nicht prüfen. Ich habe nach mehreren Beobachtungen Grund zur Annahme, dass die Zuverlässigkeit fehlt und die Messer mehr einen moralischen Zweck erfüllen und durch ihr Vorhandensein die Abnehmer vor Verschwendung abhalten.

Für die Einheit des verbrauchten Dampfes hat Emery die Bezeichnung »Kal« eingeführt. Ein »Kal« ist ein Pfund Wasser in Dampf verwandelt. Der ursprüngliche Verkaufspreis des Dampfes war 50 Cents für 1000 Kals. Später wurde ein Staffeltarif eingeführt, welcher den Verkaufspreis auf 70 Cents für kleine Abnehmer erhöhte und auf 40 Cents für große Abnehmer verringerte. Mit den Abnehmern von Dampf für Kraft und Wärme während der Nachtzeit wurde ein Verkaufspreis von 30 Cents vereinbart.

Ursprünglich wurde die verbrauchte Dampfmenge nur geschätzt. Dies führte aber sofort zu unhaltbaren Zuständen, da der Verschwendung nicht Einhalt gethan werden konnte. Die Mehrzahl der Abnehmer stellte unter allen Umständen höhere Temperatur in ihren Wohnungen her, als erforderlich war, und behalf sich, statt genauer Regulierung der Heizapparate, lieber mit Öffnen der Fenster u. dergl. Auch kam es vielfach vor, dass die Heizung überhaupt nicht abgestellt wurde. Die seitdem eingeführten Dampfmesser haben sich im wesentlichen bewährt. Versuche mit Geschwindigkeitsmessern haben zu Misserfolgen geführt.

Die Isolierung erfolgte ausschließlich durch Ausfüllen aller Hohlräume der Rohrkanäle mit Schlackenwolle. Unmittelbar zugänglich wurden nur die Entwässerungsvorrichtungen, Fig. 35, gehalten, aber auch für diese wurden nur schmale Zugangsschächte vorgesehen.

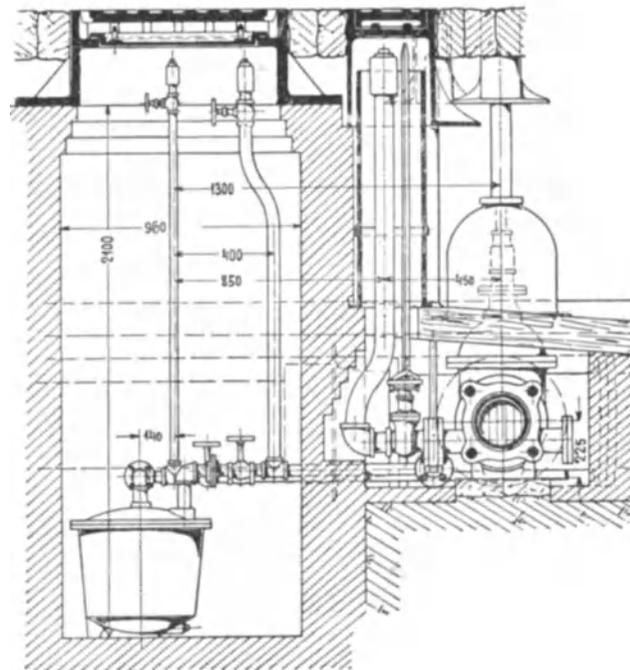
Die Kosten der Rohrleitung einschliesslich aller Straassenarbeiten betragen nach Angabe Emery's etwa 110 \mathcal{M} für 1 m bei 150 mm weiten Leitungen, 205 \mathcal{M} für 1 m bei 380 mm weiten Leitungen.

Die Nebenausgaben infolge der sehr unvollkommenen ersten Ausführung waren sehr bedeutend und steigerten die

Fig. 35.

Entwässerung.

Maßstab 1:30.



durchschnittlichen Ausgaben für 1 m Rohrleitung auf etwa 260 \mathcal{M} , dürften aber seither durch Nacharbeiten noch weit höher geworden sein.

Ueber die tatsächlichen gesamten Leitungsverluste bestehen leider keinerlei zuverlässige Erfahrungen und sehr wenig Versuchsergebnisse, da die Leitungen seit der ersten Inangsetzung ohne wesentlichen Stillstand betrieben worden sind und für Versuchszwecke angeblich nicht zur Verfügung gestellt werden konnten. Versuche wurden nur im Jahre 1888 bei einer Leistung für etwa 6000 PS durchgeführt, wobei die Verluste durch Kondensation angeblich $2\frac{1}{2}$ pCt, die durch Undichtheit etwa 5 pCt betragen, welche Angaben sich aber, wenn sie überhaupt zuverlässig sind, nur auf die Hauptleitung allein ohne ihre Abzweigungen beziehen können. Auch eine annähernde Schätzung ist nicht möglich, da der Bedarf sowohl für Kraft als für Heizungsbetrieb und somit die Beanspruchung der Leitung an den verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Tageszeiten außerordentlich wechselt. Außerdem lassen sich die Verlustanteile durch Kondensation und durch Undichtheit getrennt nicht feststellen, und gerade dies würde gegenüber den geschilderten Verhältnissen besonders notwendig sein, um Schlussfolgerungen ziehen zu können.

Die Folgen der Undichtheiten sind sehr un bequem, da bei der Unmöglichkeit, die Dichtungen zugänglich zu halten, eine einmal beginnende Undichtheit selbstverständlich durch die mechanische Wirkung des ausströmenden Dampfes sich schnell vergrößert und bedeutende Verluste verursacht. Die Zugänglichkeit der Dichtungen könnte praktisch nur ermöglicht werden, wenn die Leitungen in weiten Zugangskanälen untergebracht würden, was in neuester Zeit bei verschiedenen anderen Kraftanlagen in großem Maßstabe angestrebt wird. Gleichwohl können die Verluste durch Undichtheiten bei richtiger Ausführung der Leitungen unbedingt vermieden werden, wie durch die in neuerer Zeit angelegten großen Dampfrohrleitungen erwiesen ist.

Um das bei Heizungsanlagen sich bildende, meist noch heiße Kondensationswasser zurückzugewinnen, namentlich aber, um Verluste und Verschwendung zu verhüten, wurde eine Wasserrückleitung nach der Zentrale gelegt. Beide New Yorker Anlagen, die der unteren und der oberen Stadt, sind

mit solchen Rückleitungen ausgeführt worden, beide haben sich nicht bewährt und sind wieder abgelegt worden, und es wird nur mit offenem System gearbeitet.

Die Ansichten über diesen Misserfolg gehen weit auseinander, Thatsachen sind: wiederholt gefährliche Brüche der Rückleitungen und teilweises Zerfressen der schmiedeeisernen Röhren von aussen und innen. Letzteres wurde, weil es auch bei ähnlichen Anlagen beobachtet wurde, als eine unvermeidliche chemische Wirkung betrachtet. Es wird angenommen, dass gerade die bestimmte Temperatur dieser Rückleitungen von etwa 100°C es dem Wasser und der Kohlensäure der Luft ermöglicht, die Röhren von aussen zu zerfressen. Die Thatsache der Zerstörung der Rückleitungen lässt sich nicht widerlegen; über die Ursachen der Zerstörung und des Misserfolges bin ich jedoch auf grund genauen Studiums durchaus nicht der erwähnten Ansicht und werde meine Meinung später noch begründen.

Das Warmwasser der Rückleitungen kommt bei normalem Betriebe ungefähr mit Siedetemperatur in der Zentralstation wieder an, wird dort in grosse Behälter geleitet, fließt darin über eingelegte Zwischenwände und mischt sich mit dem Speisewasser, welches der städtischen Wasserleitung entnommen wird. Ausserdem wird in diese Behälter aller Auspuffdampf der Hilfsmaschinen, Speisepumpen, der Ventilations- und Lichtmaschinen geleitet, sodass schliesslich das Kessel-speisewasser aus diesen Behältern den Speisepumpen und Dampfkesseln mit einer Temperatur von etwa 55°C zugeführt wird.

Die Speisepumpen der Zentralstation sind unter Straassensole in einer Vertiefung aufgestellt und mit doppelten Speiseleitungen versehen; die Reserveleitung mündet an der Rückseite der Kessel ein. In der Speiseleitung ist ein Differential-Akkumulator angebracht, bei dem der herrschende Dampfdruck als Gegendruck der Belastung auftritt, also nur die Differenzen zwischen Dampf- und Wasserdruck auszugleichen sind. Die normale Dampfspannung beträgt $5,8\text{ Atm.}$; jedoch sind Speisepumpen und Dampf- und Speiseleitungen so eingerichtet, dass nach Bedarf die Kessel in den verschiedenen Stockwerken mit verschiedenen Spannungen arbeiten und einzelne Rohrstränge mit höherer und niederer Spannung betrieben werden können.

Dampf von höherer Spannung ($6,5\text{ Atm.}$) wird gegenwärtig für den Betrieb der benachbarten Westinghouse-Lichtanlage geliefert. Der Auspuffdampf dieser Lichtmaschinen wird in die Dampfzentralstation zurückgeführt und dient dort zur Vorwärmung des Speisewassers.

Für die Kesselfeuerung der Zentralstation »B« in der unteren Stadt ist künstlicher Zug vorgesehen, und zwar wird der Unterwind durch zwei grosse Ventilatoren geliefert und läuft durch Blechkasten von viereckigem Querschnitt, die unter jeder Decke liegen, zu den einzelnen Feuerständen. Der Betrieb mit Unterwind wird auch in denjenigen Fällen durchgeführt, wo die Kessel nicht angestrengt betrieben werden brauchen, da sich auch hierbei ein wirtschaftlich vorteilhafterer Betrieb ergeben hat.

Für die Versorgung der oberen Stadt wurde eine grössere Zahl von Zentralstationen geplant, bisher jedoch nur die Station in der Nähe des Zentralparkes ausgeführt, die im wesentlichen Dampf für Heizzwecke liefert und mit einer normalen Dampfpressung von nur 4 Atm. arbeitet. Diese Anlage liegt in der 58. Strafe neben der Madison Avenue und ist mit Rücksicht auf die Umgebung im Aeusseren architektonisch durchgebildet, im Inneren aber höchst beschränkt ausgeführt. Die innere Einrichtung wurde von vornherein dadurch beeinflusst, dass an dieser Stelle kein Baugrund käuflich, sondern nur mietweise zu erwerben war. Die infolgedessen nur als vorübergehend hergestellte Anlage wurde für die Aufnahme von 12 Kesseln von je 250 PS in 2 Reihen berechnet, von denen 6 bis jetzt aufgestellt sind. Ueber den Kesseln sind die Kohlenbehälter angebracht. Die Kohle wird seitwärts über eine Wage gefahren, in einen Wagen geschüttet und dieser durch einen Aufzug hochgehoben; oben befindet sich eine Schiebebühne, durch deren Vermittlung die Kohle nach beiden Seiten in die Kohlenbehälter verteilt und ausgestürzt werden kann.

Zur Entfernung der Asche sind unter den Kesseln Trichter und durchlaufende Gleise angebracht; die Aschewagen können in gleicher Weise wie die Kohlenwagen durch den Aufzug hochgehoben und abgefahren werden. Die Dampfverteilung erfolgt durch eine Doppelleitung von 250 mm Dmr.

Die Dampfleitungen dieser oberen Station sind richtiger ausgeführt als in der unteren Stadt; es haben sich auch nicht so zahlreiche Schwierigkeiten ergeben wie dort. Die Rückleitung für das Kondensationswasser hat sich aber auch hier nicht bewährt; sie wurde innen und aussen zerfressen und durch Wasserschläge zertrümmert.

Diese Station liefert Dampf zu Heizzwecken an 185 Abnehmer, deren Häuser in der 5. Avenue und in den Häuserblocks zwischen der 53. und 70. Strafe liegen.

Bei den neueren Heizungsanlagen, namentlich von Privathäusern, wird der Dampf nur zur Erwärmung von frischer Luft benutzt, die dann zur Heizung und Lüftung dient. Die von aussen durch Zinkkasten eintretende Luft strömt über ein System senkrechter Dampfrohre, worin sich der Dampf kondensiert. Das Kondensationswasser wird in ein zweites, geneigtes Röhrensystem geleitet, das ebenfalls zur Luftvorwärmung dient. Das hierdurch zum grössten Teil seiner Wärme beraubte Wasser wird in den Kanal abgelassen.

Diese Heizungseinrichtungen arbeiten ganz selbstthätig, indem die Dampfzuströmung auf elektrischem Wege von einem auf bestimmte Temperatur einstellbaren Thermometer geregelt wird.

Die technischen Grundlagen der beschriebenen Dampfverteilungsanlage in New York halte ich in wirtschaftlicher und auch in konstruktiver Beziehung für so eigenartig und die Ergebnisse der Studien für so viele andere Fälle anwendbar, dass ich später noch nach Besprechung anderer Dampfanlagen kritische Bemerkungen hinzufügen werde.

A. Riedler.

Dampfverteilungsanlagen.

Außer der in New York in großem Maßstabe bestehenden Dampfverteilungsanlage giebt es in den Vereinigten Staaten Amerikas zahlreiche kleinere Anlagen, welche sich zum teil als ertragsfähig erwiesen haben. Solche Anlagen für die Verteilung von Hochdruckdampf für Kraft- und Heizzwecke wurden zuerst planmäßig von der Holly Co. in Lockport ausgeführt und als Holly-System bezeichnet, obwohl sich das System eigentlich nur auf die Anordnung der Einzelheiten für den Betrieb der Rohrleitungen und auf die Bauart der erforderlichen Ausrüstungsgegenstände bezieht.

Unter solchen kleinen Anlagen, bei welchen schon die Erfahrungen mit der New Yorker Anlage benutzt wurden, können die von Wilkesbarre, Pa., und Syracuse, N. Y., als bezeichnend gelten. Die letztere ist im nachfolgenden Bericht beschrieben.

Außerdem ist es von allgemeinem Interesse, auch über

einige verunglückte amerikanische Versuche auf diesem Gebiete das Wesentlichste festzustellen. Ich wähle hierfür die gänzlich missglückte Heißwasserverteilung in Boston.

Endlich ist auf diesem Gebiete der Dampfverteilung in der neuesten Zeit die Verteilung des Auspuffdampfes von Maschinen in Amerika im Aufschwung begriffen, und als kleine Anlage ist im Nachfolgenden die Kraftanlage in Springfield, Ill., kurz gekennzeichnet. Diese Anlage ist keineswegs die älteste ihrer Art; diese wichtige und zukunftsreiche Art von Wärmeverteilung ist vorher schon bei vielen anderen Anlagen, insbesondere in St. Paul, Chicago und Milwaukee, in größerem Maßstabe benutzt worden, aber unbeachtet geblieben, und erst in der neuesten Zeit wird solche Auspuffdampfverteilung als Wärmeverteilung mit Kraftbetrieb verbunden.

Dampfverteilungsanlage in Syracuse, N. Y.

Die örtlichen Verhältnisse in Syracuse sind im allgemeinen für die Anlage und den Betrieb einer solchen Zentrale günstig. Die Station, die für etwa 2500 PS (1 PS zu 30 Pfd. = 13,6 kg Wasserverdampfung) vorgesehen ist, liegt in nächster Nähe des Geschäftsviertels, zwischen einer Eisenbahn und einem kleinen Flusse, bei billiger Kohlenzufuhr und Wasserversorgung und kurzer Leitungslänge. Rückleitung des Kondensationswassers wurde nicht ausgeführt, obschon die ganz außergewöhnlich schlechte Beschaffenheit des Speisewassers eine möglichst weitgehende Ausnutzung des Kondenswassers erforderte.

Das Speisewasser wird dem Flusse entnommen und ist, da dieser die Abwässer vieler oberhalb gelegener Fabriken aufnimmt, nicht nur mechanisch, sondern auch chemisch unrein. Insbesondere führt der Fluss, durch die Aufnahme der Abwässer einer Sodafabrik, zu gewissen Zeiten Kochsalz und Chlorcalcium mit sich, das Betriebswasser wird daher gereinigt und filtriert.

Die Anlage, z. Z. mit 12 Dampfkesseln versehen, dient für Heiz- und Kraftzwecke; bei Tag und bei Nacht wird mit verschiedenem Druck gearbeitet: von morgens 7 Uhr bis abends mit dem höchsten Druck von 4,6 bis 4,9 kg/qcm, von 7 bis 11 Uhr abends, wo nur die Lichtmaschinen und Aufzüge in den Hotels Dampf beanspruchen, mit 3,5 kg/qcm, und von 11 Uhr abends bis 7 Uhr morgens, wo nur Dampf für Heizzwecke zu liefern ist, mit dem niedrigsten Druck von nur 2,8 kg/qcm.

Die Dampfleitung ist aus schmiedeeisernen patentgeschweißten Röhren hergestellt und besitzt eine Gesamtlänge von 2 $\frac{1}{2}$ engl. Meilen = rd. 4000 m. Die Entfernung des

äußersten Punktes von der Zentrale ist 1 engl. Meile = rd. 1600 m.

Ueber den Kesseln liegt ein schmiedeeisernes 16" = 406 mm-Dampfsammelrohr. An dieses schließt sich ein 12" = 305 mm-Rohr an, welches über den Fluss geht und dann 2,5 m unter Straßensfläche in einem gemauerten, trapezförmigen, oben zugewölbten Kanal verlegt ist. Letzterer ist unten 1,8 m breit und ermöglicht den Zugang zur Leitung. Die Verbindungen der einzelnen Rohre sind normale Flanschverschraubungen mit Einlagen. Die gusseisernen Flansche sind, wie allgemein üblich, mit Gewinde auf die Rohre aufgeschraubt.

Alle 15 m sind einfache Ausgleicher angebracht, genau solche, wie sie bei der Beschreibung der New Yorker Anlage, S. 15, angegeben sind. Die Kupfermembranen sind so bemessen, dass sie Ausdehnungen von 1 $\frac{1}{8}$ " = 29 mm aufnehmen können. Die Anordnung von Kugelgelenken an der einen Seite der einfachen Ausgleicher, um Ungenauigkeiten und Ablenkungen in der Rohrlegung auszugleichen, ist hier ebenfalls beibehalten. Auf der geraden Strecke sind auch doppelte Ausgleicher mit 2 Kupfermembranen in Entfernungen von 30 m angebracht. Die Ausgleicher sind durch seitlich angebrachte Stangen mit den Abzweigungspunkten an den Straßenskreuzungen und diese ihrerseits durch gute Verankerung mit der Mauerung verbunden.

Zum Anschluss der Hausleitungen ist an dem festverlagerten Teil der Ausdehner oben und unten je eine Öffnung angebracht. Wird nur Dampf für motorische Zwecke verlangt, so wird er an der oberen Öffnung entnommen, wo er möglichst frei von Kondensationswasser ist. Für Heizzwecke wird der Dampf an der unteren Öffnung entnommen.

Auch das Kondensationswasser der Hauptleitung wird an die Abnehmer des Heizedampfes abgegeben.

An jeder Straßenecke ist ein Absperrventil in die Leitung eingesetzt, sodass bei Rohrbrüchen zu beiden Seiten des Bruches die Leitung abgeschlossen werden kann. Hiervon musste häufiger Gebrauch gemacht werden, da angeblich Rohrbrüche in der städtischen Wasserleitung Brüche in der Dampfleitung wegen einseitiger Abkühlung der letzteren durch das Wasser veranlassten.

Die Absperrventile sowohl wie die Ausdehner sind durch besondere mit einer Platte verschließbare Luken in der Straßendecke zugänglich. Ferner sind sie frei von jeder Isolierung.

Die Umhüllung der übrigen Leitung ist in folgender Weise bewerkstelligt: Zunächst ist das Rohr mit einer 1" = 25 mm dicken Asbestschnur umwickelt und dann mit Spielraum in eine starke eichene Holzumhüllung eingeschoben, sodass die Luftschicht auch als Isolierungsschicht wirkt. Bei den neueren Anlagen werden die Holzumhüllungen innen noch mit Zink ausgekleidet und aufsen asphaltirt, um das Holz gegen Feuchtigkeit möglichst zu schützen. Auf grund der Erfahrungen mit den Dampfleitungen in New York und Syracuse verlegt die Holly Co. in Lockport die Dampfleitungen so wie Wasserleitungen in die Erde. Nur die Absperrventile und Ausdehner werden zugänglich gemacht.

Die Leitung ist stets als volle Kreisleitung ausgebildet.

Sobald die Zweigleitung die Umfassungsmauer eines Gebäudes durchdrungen, geht der Dampf zunächst durch ein Absperrventil und dann, falls er nur für Heizzwecke benutzt wird, durch ein Druckverminderungsventil. Hier wird der Dampfdruck auf den für die vorhandenen Niederdruckheizungen erforderlichen Druck von nur 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm gedrosselt. Der Abnehmer hat es in der Hand, durch grössere oder geringere Gewichtsbelastung des Hebels den Druck nach Wunsch einzustellen. Eine Dampfmesung findet im allgemeinen nicht statt. Der Heizedampf wird in Syracuse mit

50 Cents für 1 Quadratfuß = rd. 23 \mathcal{M} für 1 qm Oberfläche des Heizkörpers verkauft. Wünscht jedoch der Abnehmer den Dampf nach Kubikfuß zu kaufen, so wird ein Dampfmesser in die Leitung eingesetzt.

Die Druckverminderungsventile fallen selbstverständlich weg, wenn der Dampf für Kraftzwecke benutzt wird. Der Dampf geht dann zunächst durch einen Dampfmesser und kurz vor dem Motor durch einen Wasserabscheider mit selbstthätiger Entwässerung. Der Auspuffdampf wird gewöhnlich noch für Heizzwecke benutzt.

Die Dampfmesser sind abweichend von den in New York gebräuchlichen als Flügelräder gebaut.

Im Winter wird gegenwärtig ungefähr gleichviel Kraft- und Heizedampf verkauft. Im Sommer wird nur Dampf für motorische Zwecke verlangt.

Auch öffentliche Gebäude, Kirchen, Schulen usw. beziehen den Dampf von der Gesellschaft, selbst solche, welche eigene Dampfkessel besitzen, jedoch den Wegfall des Dampfkesselbetriebes zu schätzen wissen. Das Stadthaus z. B. hat eine eigene Anlage, bezieht aber zum Betrieb seiner Aufzüge und Heizung den Dampf von der Gesellschaft für etwa 8000 \$ jährlich.

In mehreren Gebäuden wird der Dampf auch zum Kochen benutzt, sodass jede Feuerung wegfällt. Die Versicherungsgebühren sind für solche Gebäude angeblich um 3 pCt geringer.

Der Kohlenverbrauch in der Zentralstation beträgt im Winter 80 bis 100 t und im Sommer 30 bis 40 t in 24 Std.

Der Wasserverbrauch ist im Winter 125000 bis 150000 Gall. = 475 bis 570 cbm, im Sommer 70000 bis 80000 Gall. = 265 bis 305 cbm in 24 Std.

Die Gesamtkosten der ganzen Anlage betragen 240000 \$; die Anlage könnte jedoch auf grund der seitherigen Erfahrungen für 200000 \$ hergestellt werden. Sie wurde vor 3 $\frac{1}{2}$ Jahren von der American District Steam Co. in Lockport gebaut und wird auf Rechnung dieser Firma betrieben.

Dampfverteilungsanlage der Electric Power & Light Co. in Springfield, Ill.

In Springfield, Ill., wurde 1879 in den Werkstätten der Ide Engine Co. eine Zentrale für elektrisches Licht angelegt und vom Begründer der Fabrik wesentlich gefördert. Später wurde eine ehemalige Kirche als Station eingerichtet. Als diese nach einigen Jahren dem wachsenden Bedürfnisse nicht mehr genügte, wurde eine Neuanlage ausgeführt, in welcher Elektrizität zur Beleuchtung und Krafterzeugung erzeugt und der Auspuffdampf der Maschinen im Winter zu Heizzwecken benutzt wird.

Die Maschinenanlage besteht aus 5 schnelllaufenden Ide-Maschinen von je 125 PS und 2 von je 150 PS, welche 12 Dynamomaschinen mit Einzelriemen von den doppelten Schwungrädern aus antreiben. Die Maschinen sind in zwei parallelen Reihen so aufgestellt, dass die Cylinderenden einander zugekehrt sind und der Auspuff in zwei parallele Auspuffröhren von 150 mm Dmr. unter Maschinenflur stattfindet.

Zur Bogenlichtbeleuchtung dienen Thomson-Houston-Dynamos, von denen 5 für je 50 Lampen und 1 für 35 Lampen vorhanden sind. Für Glühlicht sind 2 Maschinen für 1300 Lampen im Betrieb. Zur Stromlieferung für die elektrischen Straßensbahnen sind 3 Dynamos von je 80 PS und zum Betrieb von Kleinmotoren 1 Dynamo von 75 PS aufgestellt.

Den Dampf liefern 9 Rauchrohrkessel von zusammen ungefähr 7500 Quadratfuß = rd. 700 qm Heizfläche. Die Kessel und Maschinen sind von der Ide Co. geliefert. Zum Heizen der Kessel wird Kleinkohle benutzt, welche von den in der Nähe von Springfield befindlichen Zechen zu dem außerordentlich niedrigen Preise von 70 Cts. für die Tonne bezogen wird. Abends sind 6 Maschinen im Betrieb.

Die Verteilung von Auspuffdampf zu Heizzwecken wurde im Winter 1890 mit einer Rohrleitung von 400 m Länge begonnen und ist jetzt 3 Jahre im zufriedenstellenden Betrieb.

Es liegen Verteilungsröhren in einer Länge von 3000 m, welche in einem Umkreis von ungefähr 8 Häuserblocks 60 Abnehmer mit Heizedampf versorgen. Die geheizten Räume umfassen einen Inhalt von 85000 cbm mit 3700 qm Oberfläche der Heizkörper. Die Gesellschaft ist verpflichtet, mindestens 0,14 kg/qcm Druck in den Röhren zu halten; der gewöhnliche Druck der Auspuffleitung ist jedoch 0,35 bis 0,42 kg/qcm. Versuche ergaben, dass der Spannungsverlust in einer Entfernung von 4000' = 1200 m 0,02 kg/qcm beträgt.

Die Dampfverteilungsanlage ist von der American District Steam Co. in Lockport, N. Y., ausgeführt. Die Art der Ausführung kann aber nicht als ursprüngliches Holly-System bezeichnet werden, da dieses nur Hochdruckdampf zu verteilen beabsichtigte. Das Verteilungsrohr von 200 mm Dmr. ist aus Schmiedeeisen, in Mineralwolle eingebettet und mit Holz verschalt. Ausdehnungsvorrichtungen von Emery sind in Entfernungen von je 15 m angebracht.

Die Entwässerung der Heizröhren der Gebäude erfolgt durch denselben Topf, durch welchen die Straßensleitung an den Hausanschlüssen entwässert wird, indem von den unteren Enden der aufsteigenden Heizröhren Wasserleitungsröhren nach dem Topfe führen.

Im Falle der Abnehmer einen eigenen Dampfkessel besitzt, wird das Kondensationswasser zunächst in diesen Kessel geleitet und von da aus selbstthätig dem Kanal zugeführt. Diese Anordnung soll die Möglichkeit bieten, bei plötzlichem Ausbleiben des Dampfes von der Zentrale den Dampfkessel des Abnehmers in einigen Minuten zum Betrieb der Heizung benutzen zu können.

Das Kondensationswasser wird nicht zur Zentrale zurückgeleitet, dagegen soll seine Wärme dadurch ausgenutzt werden, dass zwischen Wasserabscheider und Kanal ein

Röhrensystem eingeschaltet wird, das zur Heizung der Vorräume dient.

Die Verträge der Gesellschaft mit den Abnehmern werden in der Regel auf 5 Jahre abgeschlossen, in welchem Falle die Gesellschaft die Hausanschlüsse an die Hauptleitung auf ihre Kosten herstellt. Wünscht der Abnehmer den Anschluss für eine kürzere Zeit, so muss er selbst für die Anschlusskosten aufkommen.

Früher wurden die Heizungskosten nach dem Inhalt der geheizten Räume bestimmt, jetzt nach der Heizfläche der Heizkörper, und zwar werden pro Quadratfuß und Jahr 25 Cents (pro qm und Jahr 11,5 *M*) gerechnet. Der Dampf wird nicht gemessen. Die Verträge lauten sehr unbestimmt: Die Unternehmung verpflichtet sich: »genügend Dampf zu

liefern, die Heizkörper im Gebäude des Abnehmers gehörig zu füllen«, und der Abnehmer ist verpflichtet: »nicht mehr Dampf zu verbrauchen, als für die gehörige Erwärmung der nachverzeichneten Räume . . . erforderlich ist, den Dampf in Zimmern abzustellen, die nicht täglich in Gebrauch sind, sowie dann, wenn Dampf nicht gebraucht wird.« Dampf wird während des ganzen Jahres geliefert und steht den Abnehmern zu jeder Zeit zur Verfügung. Im allgemeinen wird für die Heizanlage für je 80 Kubikfuß Luftraum 1 Quadratfuß Heizfläche (für rd. 24 cbm Luftraum 1 qm Heizfläche) gerechnet, bei frei liegenden Eckzimmern für 70 Kubikfuß 1 Quadratfuß (für 21 cbm Luftraum 1 qm Heizfläche).

Die reinen Mehreinnahmen für Heizung sollen etwa 2000 \$ jährlich betragen.

Anlage der Boston Heating Co. in Boston. (Prall's System.)

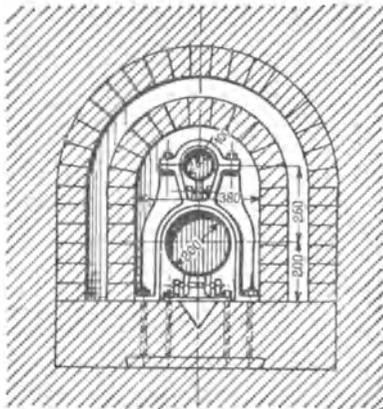
Diese Anlage wurde 1888 in Boston ausgeführt und beruhte im wesentlichen auf der Verteilung von Heißwasser von 350° bis 400° F (rd. 175° bis 200° C) zum Zweck der Wärme- und Kraftlieferung. Ueber diese Anlage, die schon kurz nach ihrer Inangestaltung gescheitert ist, sind nur noch wenige verlässliche Angaben zu erhalten.

Der Grundgedanke war folgender:

In einem Kesselhause wird Wasser von hoher Temperatur und Spannung erzeugt, durch eine Druckpumpe angesaugt, durch ein Rohrnetz in die Stadt gedrückt und an die einzelnen Verbrauchsstellen verteilt. Das nicht verbrauchte und abgekühlte Wasser wird wieder in den Kessel zurückgepumpt. Parallel zum Verteilungsnetz für das Warmwasser läuft ein geschlossenes Rücklaufrohr. In dieses wird das Verbrauchs- und Kondensationswasser aus den einzelnen Betrieben geleitet und durch ein zweites Pumpwerk in der Zentralstation in die Kessel zurückgepumpt. Der Zweck der beiden Pumpen ist daher nur die Erhaltung des Wasserumlaufes in den beiden Rohrsystemen.

Fig. 36.

Warmwasserverteilung Boston.
Kanalquerschnitt.
Maßstab 1:25.



An das Warmwasserrohr sind in einzelnen Abschnitten Verteilungskessel angelegt, von denen aus die Zweigröhren zu den einzelnen Gebäuden führen. Die Rückleitung für das Kondensationswasser und das nicht verbrauchte Wasser ist so angelegt, dass sie nach der Zentralstation hin Fall besitzt, also alles Wasser von selbst der Zentralstation zufließt. Dabei ist vorausgesetzt, dass die beiden Rohrsysteme, das Verteilungs- und das Rückleitungsrohrsystem, wenn einmal gefüllt, auch immer voll erhalten werden.

Bei dieser Anordnung gelangt das Wasser, soweit Wärme abgegeben wird, zum größten Teile schon durch das Hauptverteilungsrohr, soweit Kraft abgegeben wird, durch das

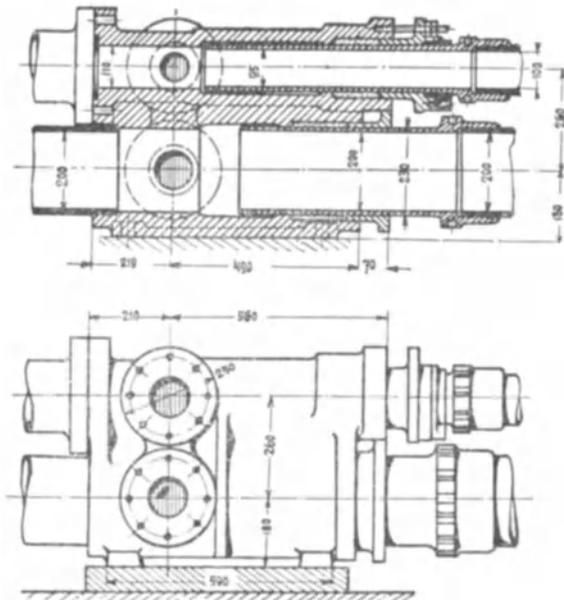
Rückleitungsrohr wieder zur Zentralstelle zurück. Das Wasser ist dabei nur das Mittel, die Wärme auf größere Entfernung in einer für die Fernleitung geeigneten Form zu verteilen.

Die Rohrleitungen sind in Einschnitten über einander gelegt, und zwar liegt das 4" (100 mm)-Hauptverteilungsrohr oben, das 8" (200 mm)-Rückleitungsrohr unten (s. Querschnitt Fig. 13).

Diese Abmessungen wurden in der Annahme gewählt, dass in dem Verteilungsrohr für das Warmwasser durch die Druckpumpen hohe Geschwindigkeit, 1,5 bis 3 m/sek, er-

Fig. 37.

Warmwasserverteilung Boston.
Ausdehner.
Maßstab 1:20.



zielt werden könne, dass die Widerstände bei dieser Geschwindigkeit von geringerem Belang seien als die Wärmeverluste. Hohe Geschwindigkeit schafft kleinere Strahlungsoberfläche und gestattet leichter ausführbare gute Umhüllung.

Im Rückleitungsrohr hingegen, wenn selbstthätiger Zufluss des Wassers in die Zentralstation stattfinden soll, wurde die Geschwindigkeit klein gewählt, um die Strömungswiderstände möglichst zu verringern.

Die Vorrichtungen zur Unterstützung der Rohrleitung und der Ausdehner sind aus Fig. 36 ersichtlich.

Die Rohrleitungen wurden zwischen State und Broad Street, Atlantic Avenue und Washington Street verlegt.

Zur Sicherung der Ausdehnung wurden sowohl im Verteilungs- als im Rückleitungsrohrnetz Stopfbüchenausdehner, Fig. 37, angebracht, deren festliegende Teile auf Mauerwerk

fundirt und verschraubt wurden. Die Stopfbüchsen wurden mit Asbestschnur verpackt. Die beweglichen Einschubröhren waren aus Phosphorbronze hergestellt.

Die Stopfbüchsen waren so angeordnet, dass die Verteilungsröhren einem Ausschub von $12'' = 305$ mm, die Rückleitungsröhren von $8'' = 203$ mm folgen konnten. Die Ausdehner wurden in Entfernungen von 45 m ausgeführt.

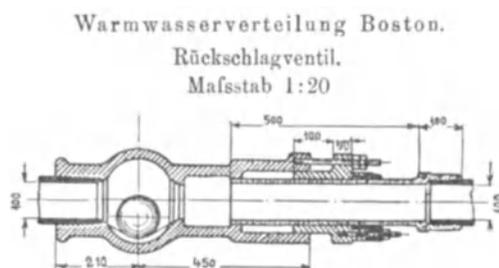
Um die Zuverlässigkeit der Ausdehner zu prüfen, begnügte man sich mit einem in einer Werkstätte durchgeführten Versuch, wobei unter einem Druck von 450 Pfd. = 32 kg/qcm das Einschubrohr durch einen Hebel aus- und eingeschoben wurde, ohne dass sich Undichtheit ergab.

Ueber jedem Stopfbüchsenausdehner wurde ein Zugangschacht und ein Verschlussdeckel angebracht.

Im feststehenden Teile der Ausdehner waren Absperrventile angebracht, vermittels deren die Zweiganschlüsse während des Betriebes hergestellt werden konnten, und welche auch im Falle von Reparaturen oder Erneuerung der Packungen zur Absperrung einzelner Rohrstrrecken dienen konnten.

Zur Sicherung gegen Unfälle im Falle von Rohrbrüchen wurden selbstthätige Rückschlagventile, Fig. 38, eingeschaltet,

Fig. 38.



bestehend aus einfachen Kugeln, welche im normalen Zustande auf Rippen auflagen und so großes Gewicht besitzen, dass sie bei normaler Durchflussgeschwindigkeit nicht bewegt werden. Erst bei Erreichung einer Geschwindigkeit von 6 m/sek soll das Ventil durch den Wasserstrom gegen den konischen Sitz geworfen werden und die Leitung selbstthätig abschließen.

Auch mit diesen Rückschlagventilen wurden nur sehr rohe Versuche angestellt, welche angeblich die gute Wirkung der Ventile nachgewiesen haben. Was im Falle der Erreichung einer tatsächlichen Wassergeschwindigkeit von 6 m/sek geschieht, wenn das Ventil mitten in der Strömung sich schließt, wird nicht gesagt. Auch waren Sicherheitsventile nicht vorgesehen. Die Rückschlagventile wurden in Entfernungen von ungefähr 30 m angebracht.

Für die Ausnutzung des Heißwassers waren alle möglichen Verbesserungen in Aussicht genommen. Die Heizanlagen erhielten, soweit sie neu hergestellt werden konnten, Strahlkörper für hohen Druck, sodass unmittelbar die hohe Temperatur des Heißwassers verwendet werden konnte. Für die vorhandenen Niederdruckheizungen hingegen wurden »Konverter« eingeschaltet, die aus einem großen Behälter mit Druckverminderungsventil bestanden; das Heißwasser mündet unten in den Behälter ein und kann darin unter vermindertem Druck verdampfen; an der obersten Stelle des Behälters, wo das Dampfrohr angeschlossen ist, erfolgt die Abzweigung in das Gebäude. Zur Ausrüstung des Konverters dienen ein Manometer und ein Sicherheitsventil.

Das nicht verdampfte Warmwasser sowie das Kondensationswasser der Heizeinrichtungen wurden durch Vermittlung eines Automaten in das Rücklaufrohr geleitet. In solchen Fällen, wo Heißwasser nur für Dampfmaschinenbetrieb abzugeben war, wurde der Konverter nur entsprechend vergrößert, sodass sich eine genügende Dampfmenge aus dem

Warmwasser unter vermindertem Druck bilden konnte. Hierbei wurde der Konverter durchschnittlich mit dem 10fachen Volumen des Dampfzylinders ausgeführt.

In solchen Fällen hingegen, wo Warmwasser sowohl für Kraft- als Heizungsbetrieb abzugeben war, wurde ein Doppelkonverter mit 2 hinter einander liegenden Druckverminderungsventilen ausgeführt; das erste erzeugte diejenige Spannung, welche für den Maschinenbetrieb notwendig ist, und das nicht verdampfte Wasser wurde aus dem ersten Ventil durch das zweite in den nächsten Konverter geleitet und dort auf die erforderliche Heizspannung abgespannt.

Wesentlich für die Durchführung des Systems der Fernleitung von Wasser von hoher Temperatur ist der Wärmeschutz. Die Leitungsröhren wurden mit Asbestschnüren geschützt, jedoch so verlegt, dass die Verlegungskanäle gegen Luftbewegungen und Wärmestrahlungen vollständig gesichert waren. Das Rohrsystem war mit einer Gallerie ummauert, Fig. 36, welche einen Luftraum von durchschnittlich 100 mm unter den Röhren freilässt, und über diese Gallerie war mit 50 mm Spielraum eine zweite Gallerie gemauert, sodass auch bei hoher Temperatur und minderwertiger Umhüllung durch die Wirkung der Luftschichten ein erheblicher Wärmeverlust nicht eintreten konnte.

Die Anlage wurde hauptsächlich gebaut unter dem Hinweis auf die in amerikanischen Städten in großem Mafsstabe durchgeführte Dampfverteilung und auf die Vorteile, welche das Warmwasser durch sein geringeres Volumen als Energieleiter darbietet.

Ueber die Vorteile der Warmwasserverteilung sind ganz merkwürdige Anschauungen zum besten gegeben worden, u. a. die Anschauung, es sei wegen der großen Elastizität des Dampfes nicht möglich, diesen durch Rohrleitungen zu pumpen, der Dampf müsse unter Druckverlust durch die Röhren fließen, und dieser Druckverlust sei eine Quelle großer Uebel, Wasser dagegen könne nach Belieben durch die Röhren gedrückt werden.

Außerdem kehrt die Annahme immer wieder, dass Dampf ohne unerträgliche Verluste mit größerer Geschwindigkeit als $20' = 6$ m i. d. Min. nicht bewegt werden könne, und dass Dampf mit höherer Spannung als 100 Pfd. = 7 Atm. und entsprechend hoher Temperatur nicht verteilt werden könne, während Wasserpressungen von 50 bis 70 Atm. erfahrungsgemäß keine Schwierigkeiten bereiten und geringe Rohrabmessungen zuliefen.

In der Erörterung der Vorteile der großen Energieaufspeicherung durch Warmwasserleitung spielten sogar Vergleiche mit dem Golfstrom eine wesentliche Rolle; die Zentralstationen wurden mit den Tropen verglichen, welche den Golfstrom erwärmen, der dann im nördlichen Europa Wärme verteilt.

Die Bostoner Anlage wurde Ende Dezember 1888 in Betrieb gesetzt. Zuerst wurde während zweier Tage Warmwasser von geringer Temperatur durch die Leitung gepumpt, um die Röhren zu reinigen; dann wurde die Leitung allmählich auf $380^{\circ} \text{F} = \text{rd. } 195^{\circ} \text{C}$ erwärmt, wobei sich alle Verbindungen als dicht erwiesen. Hierauf wurde die Leitung mehrere Tage mit Pottasche ausgewaschen, um alles Fett zu entfernen, und endlich mit reinem Heißwasser in Betrieb genommen. Zu Anfang wurden einige 20 große Gebäude mit Warmwasser versorgt.

Das Unternehmen endete bald mit einem vollständigen Misserfolg, und schon im folgenden Jahre wurde der Betrieb eingestellt und alle Rohrleitungen entfernt.

Zu den Berichten über Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen in Amerika möchte ich noch einige Beispiele über die Konstruktions- und Betriebsverhältnisse älterer elektrischer Anlagen, sowie über mehrere kleine Anlagen hinzufügen und die Bearbeitung dieses weit ausgedehnten Gebietes mit einem allgemeinen Ueberblick über die in Zukunft zu erwartenden Fortschritte abschließen.

A. Riedler.

Kraft- und Lichtversorgung großer Gebäude in Nordamerika.

Dass die Amerikaner viel größere Kosten für die Annehmlichkeiten der materiellen Kultur aufwenden als wir, zeigen namentlich die neueren amerikanischen Hotels sowie die großen Geschäftshäuser und ihre großartigen Maschinenanlagen.

Die Ansprüche, welche die Amerikaner im allgemeinen und insbesondere die Geld besitzenden und ausgehenden reisenden Amerikaner schon an die Reisegelegenheiten stellen, gehen weit über unsere höchsten Anforderungen hinaus. Diese Ansprüche, nicht unsere eigenen, sind ja bekanntlich die Ursache, dass europäische Hotels, welche ihre überseeischen Reisenden festhalten wollen, ganz anders ausgestattet sind, als sonst im Durchschnitt bei uns üblich. Der amerikanische Einfluss äußert sich auf die Dampferlinien, welche überwiegend von Amerikanern benutzt werden. Wer solche Dampfer, insbesondere die deutschen Schnelldampfer, nur oberflächlich kennen lernt — und das ist wohl die Mehrzahl der Reisenden —, gewinnt wohl den Eindruck, als ob die Schnelldampfer, die im technischen Fortschritt der Neuzeit den allerersten Rang einnehmen, nicht technische Leistungen seien, sondern schwimmende Hotels ersten Ranges, deren Annehmlichkeiten nur durch den etwas beschränkten Kabinenraum und zumeist durch die unvermeidlichen Schwankungen des Schiffes beeinträchtigt werden.

Der rein technische Dienst auf den heutigen Schnelldampfern vollzieht sich trotz der ungeheueren Schwierigkeiten und selbst der Gefahren dieser größten aller bisherigen Maschinenbetriebe in einer so ruhigen lautlosen Weise, dass der Reisende, abgesehen von einigen Mängeln althergebrachter Aschenaufzüge und vom Stampfen der Maschine bei hohem Seegang, vom 12- bis 20000 pferdigen Maschinenbetrieb auf mächtig rasch fahrenden Dampfern kaum irgend etwas wahrnimmt. Es ist mir immer vorgekommen, dass das reisende Publikum höchlichst erstaunt war, vom Ingenieur von der großen Zahl der Kesselfeuer und von den Gefahren und Mühen des Maschinenbetriebes zu hören. Der Eindruck des großen Hotels ist der bleibende und bei der großen Masse der Reisenden der einzige, und die Beurteilung der Dampfer erfolgt nach Fahrzeit, Kost und Ausstattung.

Ähnliche Verhältnisse haben sich schon seit langer Zeit bei den amerikanischen Eisenbahnen herausgebildet und sind neuerdings ganz mächtig gefördert worden durch die Einführung der großen Schnellzüge zwischen New York und Chicago auf den beiden Hauptlinien zwischen diesen Städten: der New York Central- und der Pennsylvania-Eisenbahn. Auch hier haben die Anforderungen der Amerikaner eine Ausstattung der Züge zu gunsten der Bequemlichkeit der Reisenden veranlasst, die eine bei uns nicht erreichte Höhe erlangt hat. Was unsere Schlafwagengesellschaften leisten, ist ärmlich gegen die amerikanischen Verhältnisse, und selbst die Verbesserungen, welche die Staatsbahnverwaltung einführt, sind willkommen, aber bescheidene Anfänge dessen, was drüben längst eingebürgert ist. Die raschfahrenden Schnellzüge zwischen New York und Chicago sind auch im wesentlichen fahrende Hotels, ausgestattet mit Speisewagen, Bibliothek, Salon, Rauchsalon, Badezimmer, Barbierstube, die während der Fahrt bequem und gefahrlos benutzt wird,

und, nicht zu vergessen, mit Stenographen mit Schreibmaschine zu Diensten des Geschäftspublikums.

Schon aus dem Vorhandensein solcher Einrichtungen folgt, dass die Amerikaner auf diesem Gebiete mehr beanspruchen als wir. Dies äußert sich im großartigsten Maßstabe bei den amerikanischen Hotels, worüber im Nachfolgenden einige Andeutungen, soweit die technischen Einrichtungen in Frage kommen, folgen sollen.

Um von den Kosten solcher Hotelausstattung und ihrer in neuester Zeit im großartigsten Maßstabe eingeführten technischen Betriebseinrichtungen eine richtige Vorstellung zu geben, möchte ich vorausschicken, dass Hotels im allgemeinen, wie eine einfache Ueberlegung und Rechnung zeigt, zu denjenigen Betrieben gehören, welche mit einem verhältnismäßig sehr großen Betriebskapital und hohen laufenden Betriebsauslagen arbeiten, während andererseits der Jahresumsatz auch unter den günstigsten Verhältnissen, insbesondere aber gegenüber der durchschnittlichen Ausnutzung der Betriebseinrichtungen, ein sehr geringer ist. Auch solche Hotels, welche nicht mit ungewöhnlichen technischen Einrichtungen ausgestattet sind, haben einen Umsatz, viel niedriger als das Anlagekapital. Dies hat notwendigerweise zur Folge, dass zu den Selbstkosten des Gebotenen ein Zuschlag von mehreren hundert Prozent hinzugefügt werden muss. Dies erklärt die notwendig hohen Preise größerer Hotels. Nicht zum wenigsten tragen zu diesen hohen Kosten die zahlreichen, kostspieligen und kostbar ausgestatteten Empfangs- und Nebenräume bei, deren durchschnittliche Ausnutzung aber eine sehr verschwindende ist. Auch auf den erwähnten Schnelldampfern ist es ähnlich. Ihre überprächtigen und überladenen Prunkräume dienen fast nur zur Schaustellung und dazu, dem Geschmack der Amerikaner entgegenzukommen; benutzt werden sie fast nicht und sind auch meist dorthin gelegt, wo der Sterbliche sich mit den veränderlichen Vertikalbeschleunigungen bei hohem Seegange am schlechtesten abfindet.

Noch mehr treten die geschilderten Verhältnisse bei den in neuester Zeit nach den neuesten Anforderungen in Amerika gebauten großartigen Hotels hervor, welche neben ihrer sonstigen prunkvollen Ausstattung auch noch mit riesigen maschinentechnischen Einrichtungen versehen sind. Dies gilt insbesondere für die in den letzten vier Jahren in New York errichteten Hotels. Hier verlangt der wohlhabende reisende Amerikaner nahezu alles, was die heutige Technik an Annehmlichkeiten zu bieten vermag; und infolgedessen ist die Ausstattung der Hotels mit technischen Einrichtungen eine für unsere Gewohnheiten und Anforderungen geradezu fabelhafte. Diese neuesten Hotels sind thatsächlich Musteranstalten. Dem Reisenden wird alles nur Erdenkliche geboten, wohlgemerkt: dem Reisenden, der Geld hat und ausgiebt.

Für den vorliegenden Bericht kommt nur die technische Seite in betracht; aber gerade diese ist eine erstaunlich große, und zwar kommt der technische Großbetrieb für Hoteleinrichtungen nicht vereinzelt, sondern fast in allen neueren und größeren Hotels vor. Der Maschinenbetrieb einzelner solcher Hotels übersteigt vielfach an Kosten und Bedeutung den technischen Großbetrieb von Städten, d. i. der Wasserwerke, Licht- und Kühlanlagen mittelgroßer Städte, und ist

in mehreren Fällen zu einem Grosbetrieb mit vollständiger technischer Organisation herangewachsen. Die hierauf bezüglichen technischen Verhältnisse dürften sich zunächst am besten aus einer allgemeinen Beschreibung einzelner hervorragender Anlagen ergeben, und ich wähle hierzu mehrere der neueren Hotels in New York. Ausführliche Angaben über technische Einzelheiten nebst Zeichnungen werde ich in späteren Berichten noch nachtragen.

Unter den neueren Hotels ist das Waldorf-Hotel in New York dasjenige, welches alle anderen in den technischen Betriebsmitteln überragt. Es mag hinzugefügt werden: bisher überragt, denn gerade auf diesem Gebiete wird neustens ein Tempo eingeschlagen, welches vermuten lässt, dass demnächst die Prachthotels die Regel bilden werden. Noch vor 10 Jahren bestand kein Hotel mit großen maschinentechnischen Betriebsmitteln. Im Lande galten überwiegend einige Hotels der westlichen Städte: das Palmer-Haus und das Pacific-Hotel in Chicago sowie das Palace-Hotel in San Francisco als Inbegriff der höchsten Leistungen auf diesem Gebiete, welche Bewunderung sich aber auch seinerzeit eigentlich nur auf die Grösse der Karawanserei, nicht aber auf die technischen Betriebsmittel beziehen konnte. Auch in New York galten noch vor 3 Jahren das 5. Avenue-Hotel, das Hofmann-Haus, das Brunswick-Hotel und das Windsor-Hotel als Anlagen, welche kaum ihres Gleichen fänden. Heute gilt zwar ihre Ausstattung immer noch als vollwertig, ihre maschinentechnischen Einrichtungen hingegen sind für die heutigen Anforderungen dürftig, wie nachfolgende Angaben zeigen, und diese Betriebsmittel werden auch im Wettbewerb mit den neuen Prachthotels eine Umänderung erfahren.

Erst vor 2 Jahren sind die ersten Prachthotels in Betrieb gekommen; überall hörte man das Lob über die Wunder des Plaza-Hotels und des Holland-Hauses, und heute sind auch diese schon durch die auch technisch vollkommener eingerichteten Hotels, u. a. das Waldorf-Hotel, das Savoy-Hotel, weit überholt, und andere Prachtbauten, wie das neue Netherland-Haus, harren ihrer Vollendung.

Das Waldorf-Hotel ist erst vor einigen Wochen eröffnet worden und noch nicht vollständig im Betrieb. Es ist mit ungewöhnlichem Luxus ausgestattet und besitzt z. Z. die bedeutendste Maschineneinrichtung. Um einen Maßstab zu geben, erwähne ich, dass diesem Hotel bei vollster Ausnutzung, die aber der laufende Betrieb nicht erfordert, über 2000 PS für Heizung und Maschinenbetrieb zur Verfügung stehen. Die Gesamtzahl der zu versorgenden Glühlichter beträgt rd. 10000. Die für den Betrieb erforderliche Wassermenge wird durch eine grössere Zahl von Duplexpumpen geliefert, deren grösste Leistungsfähigkeit einer Tagesleistung von mehr als 13000 cbm entspricht. Die Betriebskraft überragt daher den Durchschnittsbedarf mittelgroßer europäischer Städte. Dieser Vergleich dürfte von vornherein ein Bild von den großen technischen Mitteln des Hotels geben und ist absichtlich vorangestellt, damit nicht Zweifel entstehen, ob sich bei den obigen Zifferangaben die Anzahl der Nullen auf dem Wege über den Ozean um eine oder die andere vermehrt haben könnte.

Allerdings ist hinzuzufügen: diese Ziffern beziehen sich auf die verfügbaren technischen Einrichtungen für den voll-

ständigen, jetzt noch nicht vorhandenen Betrieb des Hotels. Die Ausnutzung dieser Einrichtungen ist naturgemäß im Tages- und noch mehr im Jahresdurchschnitt eine sehr geringe.

Der Betrieb der Kältemaschinen sowie der Lüftungseinrichtungen ist während eines großen Teils des Jahres fast ununterbrochen. Diese beiden Betriebe zusammen dürften etwa $\frac{1}{5}$ der gesamten motorischen Kraft ausmachen.

Der Lichtbetrieb dürfte im Durchschnitt in den Wintermonaten etwa die Hälfte der Leistungsfähigkeit des Kraftbetriebes in Anspruch nehmen; der Aufzugsbetrieb im Jahresdurchschnitt etwa $\frac{1}{10}$.

Wenn demnach auch der durchschnittliche Betrieb und der erforderliche Kraft- und Brennstoffaufwand wesentlich geringer sind und sich auf etwa $\frac{1}{4}$ der Gesamtleistung im Jahresdurchschnitt stellen, so handelt es sich dennoch um einen Grosbetrieb, welcher in den Wintermonaten und in den Morgen- und Abendstunden im vollen Umfange in Anspruch genommen wird. Dass zu solchem Betriebe sachverständige Leitung durch einen oder mehrere Ingenieure und Assistenten mit technisch geschultem Hilfspersonal erforderlich ist, versteht sich von selbst. Im Waldorf-Hotel sind ungefähr 35 Personen zur Durchführung des maschinentechnischen Betriebes erforderlich. Diese Zahl schließt den Kohlentransport nicht ein, hingegen den ganzen elektrischen Betrieb, die Kesselheizung und alle Aufsicht.

Die technischen Einrichtungen für Aufzugsbetrieb, Beleuchtung, Lüftung und Heizung sind in ähnlicher Weise in anderen amerikanischen Hotels durchgeführt und erprobt, und viele Einrichtungen sind typisch geworden. Ich beabsichtige deshalb, über die Maschineneinrichtungen einiger hervorragender Gebäude später ausführlich zu berichten und ausser den Einzelheiten auch die Betriebskosten näher anzugeben, welche bei dieser neuen Unternehmung selbstverständlich noch nicht festzustellen sind. Auch werde ich diese später folgenden Erläuterungen durch entsprechende Zeichnungen begleiten und mit Angaben über Betriebserfahrungen versehen können.

Hier mag noch hinzugefügt werden, dass das Waldorf- und das Savoy-Hotel ausser Heizung und Beleuchtung auch die Kälteerzeugung in ihren Grosbetrieb aufgenommen haben. Ich glaube, dass dies noch nicht in dem Umfange geschehen ist, wie er sich in Zukunft zweifellos bei den amerikanischen Hotels gegenüber den immer weiter gehenden Anforderungen ausbilden wird.

Gerade in Amerika, bei den äusserst ungünstigen klimatischen Verhältnissen im Sommer, der ungeheuer schwülen Hitze, welche im Juli und August oft andauernd 30° bis 35° R im Schatten beträgt, wird die Entwicklung der Kühleinrichtungen und vor allem der Kälteverteilung nicht bloß für den Kleinbedarf von Küche und Keller, sondern auch für die Bequemlichkeit der im Gebäude Wohnenden einer großen Zukunft entgegengehen; die Amerikaner werden die ersten sein, welche im großen Maßstabe solche Einrichtungen anwenden, weil das Bedürfnis dafür vorhanden ist, und weil die Einrichtungen auch bezahlt werden.

Im Nachfolgenden ist die wesentliche technische Einrichtung einiger Hotels kurz skizziert.

Maschineneinrichtungen von Hotels in New York.

Waldorf-Hotel.

Für die technische Einrichtung dieses Hotels, d. i. für Beleuchtung, Heizung, für Wärme- und Kältelieferung und für die Lüftung ist im Kellergeschoss eine Maschinenanlage als eigentliche Kraftstation aufgestellt. Die Dampfkessel dienen für den Kraftbetrieb und ausserdem für Heizzwecke. Die Heizung erfolgt in der Regel durch den Auspuffdampf der Maschinen. Wenn im strengen Winter der Auspuffdampf allein nicht mehr ausreicht, wird mit frischem Kessel-dampf geheizt. Im Sommer wird aller Betriebsdampf der

Maschinen ausgepufft; Kondensation des Dampfes ist nicht vorgesorgt.

Die vorhandene Maschinenkraft einschliesslich Heizung beträgt im ganzen etwa 2000 PS. Es sind 16 Dampfmaschinen aufgestellt, darunter 4 Straight Line-Dampfmaschinen zur Erzeugung des elektrischen Lichtes, die übrigen zum Betriebe der Bäckerei, Schlächtere, Wurstfabrik, der großen Waschanstalt, Kücheneinrichtungen, Ventilation, der Rohrpost, Eis- und Kältemaschinen, zur Zerkleinerung des Eises usw. Ausserdem sind in verschiedenen Stockwerken

Hilfsmaschinen und kleinere Lüftungsmaschinen und im obersten Stockwerk eine 100pferdige Dampfmaschine zum Betriebe der Wasch- und Trockenmaschinen aufgestellt.

Zum Betriebe der Personen- und Gepäckaufzüge, zur Versorgung der Zimmer und insbesondere der Küche mit kaltem und warmem Wasser, zur Versorgung der Klosetts, der Wäscherei, Bäckerei, Schlächtereien, ferner für Feuerlöschzwecke, Versorgung der Eismaschinen, Speisung der Kessel, der Vorwärmer und für die Entfernung der Abwässer dienen nicht weniger als 33 Duplexpumpen und 6 einfache Dampfmaschinen, übersichtlich in Reihen neben einander im Kellergeschoss aufgestellt. Für die Dampfzeugung sind gegenwärtig 4 Babcock & Wilcox-Dampfkessel aufgestellt; sie sind außerhalb des eigentlichen Gebäudes an der vorderen Hauptfront unter dem Bürgersteige untergebracht. Eine Explosion, welche bei den Wilcox-Kesseln ihrer Ausbildung als Sicherheitskessel wegen nicht sonderlich schlimme Folgen nach sich ziehen kann, würde somit das eigentliche Gebäude und die darin befindlichen Menschen nicht gefährden und nach amerikanischer Ansicht und Übung ungefährlich sein. Unmittelbar über den Kesseln entwickelt sich, wie in Amerika üblich, der Strafsenverkehr; die Fußwege sind mit Oberlichtplatten versehen. Diese Aufstellung der Dampfkessel gewährt den Vorteil leichter Kohlenzufuhr und Aschenabfuhr von und nach der Strafe.

Ueber dem Maschinenkeller befinden sich die Küche, Schlächtereien und Bäckerei. Neben dem Kesselhause sind innerhalb der Hauptfrontmauer die 4 Straight Line-Maschinen mit je 2 von der Kurbelwelle angetriebenen Dynamos aufgestellt. In der südwestlichen Ecke sind die Pumpen mit den Wasserbehältern, an der Rückwand die Eismaschinenabteilung und die Rohrpost-Gebläsemaschinen untergebracht.

Sämtliche Dampf- und Pumpmaschinen sind Auspuffmaschinen ohne Kondensation, wie dies in New York die Regel ist. Die Beschaffung des Kondensationswassers ist für die hier gegebenen Bodenverhältnisse zu teuer, und Kondensationsbetrieb während der wenigen Sommermonate wird als zu kostspielig und umständlich betrachtet. Als Speisewasser für die Kessel dient das aus dem Heizröhrensystem des Gebäudes zurückkehrende Kondensationswasser. Dies kommt während des Winterbetriebes einer Oberflächenkondensation gleich. Die Dampfkessel sind für 8 Atm. Dampfdruck konstruiert.

Die zur Erzeugung des elektrischen Lichtes dienenden bekannten Straight Line-Maschinen haben rd. 500 mm Hub und entwickeln jede bei 235 Min.-Umdr. durchschnittlich rd. 250 PS. Eine Maschine genügt für die Tagesleistung, während nachts drei betrieben werden und eine in der Regel in Reserve bleibt. Diese raschlaufenden Dampfmaschinen treiben je 2 Dynamos, je eine auf jedem Kurbelende, unmittelbar an. Die Dynamos sind von der Edison-Gesellschaft in Schenectady, N. Y., gebaut. In der Kurbelscheibe ist der Achsenfederregulator untergebracht, welcher die Voreilung und den Hub des Exzentrers verstellt. Die Kurbelkröpfung als solche ist als Schwungrad unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Ausgleichung der einseitig wirkenden Massen ausgebildet.

Auf eine besonders reichliche Bemessung der gleitenden Flächen und ausreichende Schmierung ist große Sorgfalt angewendet. Kolben- und Schieberstangen sind nur in Büchsen geführt, ohne irgend welche Packung. Die Maschinen laufen bei 235 Min.-Umdr. lautlos und haben sich im Betriebe außerordentlich bewährt.

Diese 4 Maschinen speisen rd. 10000 Glühlampen. Die verwendete Stromspannung beträgt 110 V. Die Stromverteilung geschieht nach dem Zweileitersystem, kann aber auch in ein Dreileitersystem umgeschaltet werden.

Eine 10pferdige Dampfmaschine dient zum Betriebe eines Kapselgebläses für die im Gebäude vorhandene Rohrpost. Der hierzu verwandte Luftdruck beträgt 6 bis 7 Pfd. (0,4 bis 0,5 kg/qcm).

Die Wasserpumpen, 33 an der Zahl, dienen einer durchschnittlichen Wasserlieferung von 6000 bis 8000 cbm Tagesleistung. Das Wasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen und dient nur zur Speisung der Wäsche-

reien, Bäder, Küchen, der Bäckerei und Schlächtereien usw. Die Aufzüge drücken das Wasser immer wieder in die Saugbehälter neben den Pumpen zurück, und ebenso kommt der weitaus größte Teil des Kesselspeisewassers als kondensiertes Wasser aus der Heizung zurück. Das städtische Leitungswasser fließt aus einem im Centralpark befindlichen offenen Behälter zu und besitzt in der Nähe des Hotels noch einen Druck von $1\frac{1}{2}$ Atm.

Zur Bewältigung des Verkehrs innerhalb der 14 Stockwerke des Gebäudes dienen 10 hydraulische Aufzüge; die Aufzugsmaschinen sind mit Flaschenzugübersetzung versehen. Meist sind diese Flaschenzüge liegend angeordnet. Zur Aufnahme des Druckwassers sowie zur Ausgleichung der Druckschwankungen dient je ein großer Windkessel im Keller und einer im Dachgeschoss, entsprechend einem Betriebsdruck von 8 Atm. Die Luft wird durch Einschnüffeln von den Wasserpumpen ergänzt und in die Windkessel befördert. Der Windkessel im Dachgeschoss arbeitet mit niedrigem Druck, rd. 1 Atm. Dieser dient zur Druckausgleichung und zur Erhöhung des Betriebsdruckes, wenn die statische Wasserdruckhöhe nicht ausreicht. (Ueber diese Betriebsverhältnisse wird ein besonderer Bericht über Aufzüge weiteren Aufschluss geben und das Wesentliche auch durch Zeichnungen erläutern.) Zur Kraftlieferung für diese Aufzüge dienen 5 Verbundduplexpumpen, welche selbstthätig durch die Wasserdrucksschwankungen ab- und angestellt werden.

Eine Eigentümlichkeit des Hotels ist es, dass es eine eigene Eisfabrik und Kühlanlage besitzt. Die Einrichtungen sind imstande, bis zu 18 t Eis täglich herzustellen. 2 stehende Ammoniak-Zwillingskompressoren (System Delavigne) mit liegender Antriebsdampfmaschine — Corliss-Maschine — dienen zur Kälteerzeugung. Eine Abteilung der Kälteanlage ist zur Herstellung von großen Eisblöcken bestimmt. Die Blöcke werden aus den viereckigen Behältern, in denen das Gefrieren geschieht, durch eine eigene Vorrichtung mit Dampf losgetaut. Ein Aufzug befördert das Eis sofort nach der Eiszerkleinerungsmaschine, worauf es in Küche und Hotel verwendet wird. In einer weiteren Abteilung wird destilliertes Wasser in teilweise gefüllten Flaschen zum Gefrieren gebracht. Durch Aufschütten von Wasser wird in diesen Flaschen in der bequemsten Weise das bei den Mahlzeiten zu servierende, in Amerika unerlässliche Eiswasser zubereitet. Eine weitere Abteilung dient nur zur Herstellung einer kalten Salzsole, welche in einigen Duplexpumpen durch ein Rohrsystem in die zu kühlenden Räumlichkeiten, Kühlränke für Lebensmittel und Wein usw. gepumpt wird und auch zur Kühlung einiger Hotelräume Verwendung findet, letzteres aber nur in unzureichendem Maße und in unzureichender Verbindung mit der Lüftung.

Zur Lüftung dienen 4 große Ventilatoren, welche von eigenen Dampfmaschinen angetrieben werden. Zwei drücken die frische Luft in die zu lüftenden Räumlichkeiten hinein, und zwei saugen die verbrauchte Luft ab.

Eine im obersten Stockwerk aufgestellte 100pferdige Maschine — Eincylindermaschine, mit 150 Min.-Umdr. laufend — dient zum Betriebe der Kalanders, der Mangeln, Plättmaschinen, der Waschanstalt und für einige Nebenbetriebe.

Sämtliche Dampfmaschinen geben ihren Abdampf in ein großes 360 mm weites Abdampfrohr, und von diesem aus geht der Dampf durch das im ganzen Hotel verzweigte Heizrohrsystem. Außerdem dient der Abdampf zur Erwärmung des für die Küche und die Wascheinrichtungen nötigen Wassers und zur Vorwärmung des frischen Speisewassers der Kessel.

Die im Keller befindlichen ziemlich verwickelten Dampfrohrleitungen, einschließlich des erwähnten 360 mm-Hauptabdampfrohrs, sind durchweg aus gewalzten Schmiedeeisenröhren hergestellt.

Im Winter, besonders zu der Tageszeit, wo nur eine Dampfmaschine läuft, genügt der Abdampf für die Heizung nicht, und dann muss frischer Dampf für die Heizung verwendet werden.

Die gesamten Anlagekosten der Kessel, Dampfmaschinen, Dynamomaschinen, Pumpen, Elevatoren, Eis- und Kühlmotoren und Rohrleitungen, ausschließlich Heizungseinrich-

tungen beziffern sich auf rd. $\frac{1}{2}$ Million Dollars. Hiervon entfallen auf die Dampfmaschinen, Dynamos und die Schalteinrichtung 60000 \$ und auf die gesamten Pumpen mit der dazu gehörigen Rohrleitung und den Schiebern rd. 110000 \$.

Für die Ueberwachung des Betriebes und die gesamte Anlage sind ein Oberingenieur und 2 Hilfsingenieure, zur Bedienung der Kessel und Maschinen nicht weniger als 12 Leute am Tage und 9 während der Nacht angestellt, außerdem die erforderlichen Heizer und Hilfsarbeiter, im ganzen 35 Personen.

Aehnliche, jedoch kleinere Maschinenanlagen besitzen das Holland-Hotel, das Piazza- und das Savoy-Hotel in New York.

Savoy-Hotel.

Dieses im vorigen Jahre eröffnete Hotel gleicht in seiner prächtigen Ausstattung und in der Maschineneinrichtung wesentlich dem Waldorf-Hotel; es steht nur in der Gröfse des Betriebes hinter diesem zurück, ist im übrigen aber ebenfalls in jeder Beziehung hervorragend. Der Betrieb ist etwa halb so groß wie der des Waldorf-Hotels. Es sind ungefähr 5000 Glühlichter zu versorgen und zur Lichtversorgung 4 raschlaufende Maschinen von je 200 PS bei 250 Min.-Umdr. vorhanden, welche mit Riemenübersetzung auf die Dynamos arbeiten. Der Wasserbedarf wird durch 12 Pumpen geliefert; den Kältebetrieb leistet eine Ammoniakmaschine ähnlicher Bauart, wie vorhin angegeben. Auch die Einrichtungen des Hotels für die Ausnutzung des Auspuffdampfes zu Heizzwecken, für die Ventilation und die Nebenbetriebe sind im wesentlichen dieselben.

Holland-Hotel in New York.

Dieses Hotel von mittlerer Gröfse wurde erst im verflissenen Jahre gebaut. Was Pracht der Ausstattung und der Einrichtungen anbetrifft, verdient es, mit zu den ersten gezählt zu werden.

Die Maschinenanlage, von mäfsiger Gröfse, bezweckt die Versorgung des Hotels mit elektrischem Licht, Wärme und Kraft für die Aufzüge; für die Lüftung sind keine eigenen maschinellen Vorrichtungen vorhanden. Nur der Maschinenraum an und für sich wird wegen der Wärmeausstrahlung der Maschinen und Dampfleitungen durch zwei kleinere Ventilatoren, welche von kleinen Westinghouse-Maschinen ihren Antrieb erhalten, gelüftet. Die eine bringt die frische Luft zu, die andere saugt die verbrauchte Luft ab.

Die ganze Maschinen- und Kesselanlage ist auch hier im Erdgeschoss untergebracht.

Den Hauptkraftbedarf nimmt die elektrische Beleuchtung in Anspruch. Hierzu dienen zwei liegende Eincylinder-Dampfmaschinen von zusammen 450 PS. Die eine entwickelt bei 20" (508 mm) Dmr., 20" (508 mm) Hub und 206 Min.-Umdr. 300 PS, die zweite bei 12" (305 mm) Dmr., 24" (610 mm) Hub und 238 Min.-Umdr. 150 PS. Die gröfsere Maschine treibt mittels über einander gelegter Riemen 2 Dynamomaschinen mit 450 Min.-Umdr., die kleinere eine solche mit 550 Min.-Umdr. Die Dynamos sind von der United States Electric Power Co. in New York gebaut und entwickeln zusammen einen elektrischen Strom von 110 V und 2200 A, genügend für die Speisung von rd. 4400 Glühlampen. Die Stromverteilung geschieht nach dem Zweileitersystem.

Zur Bewältigung des Verkehrs zwischen den 9 Stockwerken des Gebäudes dienen 5 hydraulisch betriebene Crane-Aufzüge, und zwar 3 für den Personenverkehr und 2 zur Beförderung von Lasten. Die Wasserpressung beträgt 125 Pfd. (9,14 kg/qcm). Die hydraulischen Druckcylinder mit der Flaschenzugübersetzung sind wegen Platzmangels unter dem Deckengewölbe des Maschinenraumes hängend über den Maschinen angebracht. Das von den Aufzügen verbrauchte Wasser wird in einen großen, im Maschinenraum aufgestellten Behälter ausgegossen, aus welchem 2 Duplexpumpen es wieder ansaugen und auf 125 Pfd. (9,14 kg/qcm) Druck bringen. Die An- und Abstellung der letzteren geschieht

selbstthätig durch Benutzung der Druckschwankungen im Hauptdruckbehälter.

Außerdem sind 2 Duplexpumpen zur Wasserversorgung des Gebäudes und eine für die Speisung der Kessel vorhanden.

Sämtliche Dampfmaschinen für den Antrieb der Dynamos und Pumpen geben ihren Auspuffdampf mit 4 Pfd. (0,29 kg/qcm) Druck in das Heizrohrsystem des Gebäudes. Außerdem wird der Auspuffdampf zur Wasserheizung in drei wie Vorwärmer ausgebildeten Behältern zur Versorgung der Küche und Badezimmer mit warmem Wasser benutzt. Das aus den Heizröhren zurückkehrende Kondensationswasser wird von der Kesselspeisepumpe wieder in den Kessel zurückbefördert. Das An- und Abstellen dieser Pumpen geschieht durch einen Schwimmer. Der Auspuffdampf genügt für die Heizung selbst im strengsten Winter, im Sommer wird er durch die Auspuffleitung ins Freie abgegeben. Für Kondensation würde die Wasserbeschaffung zu kostspielig sein.

Wegen Benutzung zur Speisung der Kessel muss das Kondensationswasser erst von Oel und Fett befreit werden. Das geschieht in der Weise, dass zunächst der gesamte Auspuffdampf in einen Abscheider geleitet wird, worin durch eine einfache Richtungsänderung das Kondensationswasser und das Oel größtenteils mechanisch ausgeschleudert werden. Die vollständige Entfernung geschieht erst in einem Peerless Grease Extractor, durch welchen der Dampf ziehen muss; erst dann tritt der Dampf in das Heizrohrsystem ein.

Zur Versorgung der Maschinenanlage und der Heizung mit dem nötigen Dampf dienen 2 Babcock-Wilcox-Kessel von 250 und 200 PS mit je 2 Feuerungen, für 125 Pfd. (9,14 kg/qcm) Druck konstruiert. Zu ihrem Betrieb sind im Winter durchschnittlich 10 t, im Sommer 8 t Kohlen täglich erforderlich. Für den ganzen Maschinenbetrieb werden etwa 5 Gallonen (27,7 ltr.) Oel täglich verbraucht. Zur Ueberwachung und Wartung der ganzen Kessel- und Maschinenanlage sind ein Maschinist, ein Hilfsmaschinist und 2 Heizer angestellt.

Piazza-Hotel.

Die maschinellen Einrichtungen dieses Hotels sind außerordentlich vielseitig und weniger der guten Maschinenkonstruktion wegen bemerkenswert als wegen der planvollen Anlage. Die Einrichtungen sind sämtlich im Kellergeschoss untergebracht, dessen Räume sie fast vollständig einnehmen. Die größte Sorgfalt ist auf die Ausstattung des Dynamo-raumes verwendet. In der Mitte dieses rechteckigen Raumes stehen 4 Edison-Dynamos, die von einer der Wand entlang laufenden und in der Mitte mit ausrückbarer Kupplung versehenen Transmissionswelle angetrieben werden. An den beiden Seiten befindet sich je eine 75 PS-Corliss-Maschine, welche mittels Riemenübersetzung die Transmission in Bewegung setzen. Die Corliss-Maschinen laufen mit 75 Min.-Umdr. und sind von der Newburgh-Machine Co., N. Y., gebaut. Zur Vermeidung jedes Geräusches sind sämtliche Treibriemen in Holzkasten untergebracht, die mit Matratzen ausgefüllt sind. Obgleich der Zweck damit erreicht wurde, so ist doch dadurch auch die Zugänglichkeit der Lager beschränkt. Sämtliche Lager der Transmissionswelle und der Dynamos werden durch Eis gekühlt, was bei solchen Anlagen auch dort vorkommt, wo es gar nicht nötig wäre; die Schaltbretter sind übersichtlich längs der Wand den Dynamos gegenüber angeordnet, woselbst auch alle Pressungen der Dampfmaschinen, der Ammoniakemaschinen, Pumpen, Kessel usw. kontrolliert werden können.

In einem angrenzenden Raum ist eine kleinere, 60 PS Eincylindermaschine aufgestellt, die ebenfalls eine Dynamo antreibt und zur Beleuchtung von 1 Uhr nachts bis 6 Uhr morgens benutzt wird, wo alle anderen Maschinen stillstehen.

Die elektrische Anlage versorgt 4000 Glühlampen. Der hohe Eisbedarf wird gedeckt durch 2 Ammoniak-Eismaschinen, (von De la Vergne Co., N. Y., gebaut), von denen im Winter jedoch nur eine betrieben wird. Die Maschinen arbeiten mit Salzlösung, die auch durch die im Erdgeschoss gelegene Speisekammer geleitet wird. Die Eisproduktion geschieht durch Einsetzen von kleinen Flaschen in die Salzlösung. Sämtliches

für den Eisgebrauch bestimmte Wasser wird durch einen Dampfkocher destilliert.

An die Eismaschinen schließt sich ein Maschinenraum, der die Pumpen und eine 60 PS-Betriebsmaschine zum Betrieb der Aschenaufzüge und der Wäscherei enthält. Das Waschen wird mechanisch betrieben durch 2 Waschmaschinen, 4 Wringmaschinen, 3 Zentrifugaltrockner und 2 Mangelmaschinen. Auch die Bügeleisen werden mit Dampf geheizt. Der Wäscherraum wird durch 2 von besonderen kleinen Dampfmaschinen angetriebene Ventilatoren genügend gelüftet. Es können täglich 12 000 Stück Wäsche gewaschen werden. An Pumpen sind für die 4 Aufzüge 2 Tandem-Duplexpumpen vorhanden, davon 1 zur Reserve, 2 kleinere zur Wasserlieferung für den Hausbedarf und 10 kleine (Worthington-) Pumpen zum Speisen der Kessel, zum Zurückpumpen des Kondensationswassers, für den Umlauf der Salzlösung usw.

Die Kesselanlage, 4 Babcock-Wilcox-Kessel von je 168 PS, befindet sich im Kellergeschoss unter der 56. Straße; die Kohlenzufuhr und die Aschenabfuhr werden dadurch sehr erleichtert. Die Kesselspannung wird auf 6 Atm. gehalten, der Gegendruck der Maschinen bei Heizung durch Auspuffdampf beträgt 0,6 Atm; sämtlicher Auspuff findet zu Heizzwecken Verwendung. Neben dem Kesselraum sind die Vorwärmer und die Heißwasserbehälter für den Hausgebrauch untergebracht, die beide auch mit Auspuff angewärmt werden. Das aus den Heizrohren zurücklaufende Kondensationswasser wird durch eine besondere Pumpe direkt verspeist. Eine kleine Reparaturwerkstätte mit 1 Bohrmaschine, 1 Drehbank und Hobelmaschine, das Ganze von einem stehenden zweipferdigen Dampfmotor angetrieben, vervollständigt die Anlagen, zu deren Tag- und Nachtbetrieb je ein Elektriker und zwei Maschinisten angestellt sind. Für den Unterhalt der Rohrleitungen im Gebäude, als Hilfskräfte für die Heizung usw. sind außerdem noch 10 Personen thätig. Die Gesamtanlage von beiläufig 400 PS untersteht einem Obergeringieur.

Windsor-Hotel.

Dieses Hotel ist eines der ersten und größten Hotels von New York, aber schon 10 Jahr alt. In 8 Stockwerken sind ungefähr 700 Zimmer vorhanden. Die Maschinenanlage ist in bezug auf Umfang und gesamte Anordnung diesem Alter entsprechend und lässt durch den Vergleich mit den Einrichtungen der neuesten Hotels den raschen und ungeheuren Fortschritt erkennen, der in den letzten Jahren auf diesem Gebiete gemacht worden ist. Auch hier ist die ganze Maschinenanlage im Erdgeschoss untergebracht.

Zunächst ist das Hotel mit Gas beleuchtet. Nur wenige Räume, u. a. einige Empfangsräume, haben elektrische Beleuchtung. Für letztere dient eine 65 pferdige Westinghouse-Maschine mit 328 Min.-Umdr., welche mittels Riemenübersetzung 2 Dynamomaschinen, ebenfalls von Westinghouse, mit 1070 Min.-Umdr. betreibt. Der erzeugte Strom hat 300 A und 110 V und speist etwa 625 Glühlampen.

Eigenartig für dieses Hotel ist, dass es eine größere Reparaturwerkstätte mit Transmission, Drehbänken, Bohrmaschinen, Schraubenschneidmaschinen usw. besitzt. Veränderungen, Reparaturen und auch kleinere Neuanlagen, namentlich in der Heizung, werden in dieser Werkstätte ausgeführt, in welcher zu diesem Zwecke etwa 6 Arbeiter fortwährend beschäftigt sind. Die Werkzeugmaschinen sowie verschiedene Lastaufzüge, die zum Verkehr der oberen Stockwerke mit der Küche dienen, werden von einer alten Einzylindermaschine betrieben, die bei 55 Min.-Umdr. etwa 25 PS entwickelt.

2 größere Duplexpumpen dienen zur Wasserversorgung des Hotels; sie speisen einen unter dem Dach aufgestellten Behälter, aus welchem das Wasser den Zimmern zufließt. 2 größere Behälter sind mit Dampfrohrheizung versehen, zur Versorgung der Küche und der Bäder mit heißem Wasser. Eine eigene Duplexpumpe befördert das heiße Wasser in die oberen Stockwerke.

Eine weitere Duplexpumpe dient zur Lieferung des Kraftwassers für einen Otis-Personenaufzug. Die Wasserpressung ist 6 Atm. Ein Druckwindkessel dient zur Aufnahme und

Abgabe des Kraftwassers und zur Ausgleichung der Betriebschwankungen. Die Druckluft wird durch Einschnüffeln der Pumpe fortwährend ersetzt. Das An- und Abstellen der Pumpe geschieht selbstthätig durch die Bewegung eines mit Feder belasteten Kolbens, auf welchen der Druck aus dem Windkessel einwirkt. Das verbrauchte Kraftwasser wird in einen Behälter ausgegossen, aus welchem die Pumpe es wieder ansaugt und in den Druckwindkessel befördert. Der Otis-Aufzug besitzt einen Plungerhub von 30 Fufs = 9,1 m. Der hydraulische Cylinder mit Flaschenzug ist senkrecht in einer Mauernische untergebracht.

Vollständig abweichend von den bisher besprochenen ähnlichen Anlagen ist die Einrichtung einer Zentralmischkondensation für sämtliche Pump- und Betriebsmaschinen, mit Ausnahme der Westinghouse-Maschine. 2 Knowles-Pumpen halten die Luftverdünnung auf etwa 16 Zoll = 40 cm. Eine weitere Duplexpumpe fördert einen Teil des Kondensationswassers in einen unter dem Dach aufgestellten Behälter, von welchem aus die Spülung der Klosetts in den einzelnen Stockwerken besorgt wird.

So wie die Verhältnisse heute liegen, würde diese Kondensation nicht mehr eingerichtet werden, da die Ausgaben für das Einspritzwasser zu hoch sind. Sie beansprucht den größten Teil des gesamten Wasserverbrauchs des Hotels.

Ein Dampfaufzug dient zur Beförderung von Gepäck zwischen den einzelnen Stockwerken.

2 Kessel, 1 Niederdruck- und 1 Hochdruckkessel, nach Art der Lokomotivkessel gebaut, dienen zur Erzeugung des für den Betrieb der Maschinen und der Heizung nötigen Dampfes. Zur Heizung wird hier ausschließlich frischer Dampf verwendet. Ein Kessel liefert den für die Heizung, die Pumpmaschine und Kochapparate in der Küche nötigen Dampf mit $2\frac{1}{4}$ Atm. Druck und ist fast immer im Betrieb, während der zweite vorzugsweise den Dampf für die Westinghouse-Maschine mit $4\frac{1}{2}$ Atm. Druck, und zwar nur an den Abendstunden bis 12 Uhr, liefert.

Zum Betrieb der Kesselanlage sind jährlich ungefähr 2500 t erforderlich.

Eine eigene Knowles-Pumpe befördert das aus den Kochapparaten der Küche zurückkehrende Kondensationswasser wieder in die Kessel zurück.

Zur Ueberwachung des Betriebes, zur Wartung der Maschinen und Kessel sowie zur Ausführung der Reparaturen sind am Tage 9, in der Nacht durchschnittlich 3 Personen thätig.

Brunswick-Hotel.

Das Brunswick-Hotel gehörte noch bis vor kurzem zu den ersten großen Hotels der Stadt; jedoch steht seine Maschineneinrichtung im Vergleich zu den neuen Anlagen jetzt schon auf einer so niedrigen Stufe, dass nähere Angaben darüber nur des Gegensatzes wegen von Interesse sind, um den in wenigen Jahren gemachten Fortschritt zu kennzeichnen. Das Hotel besitzt nur einen hydraulischen Aufzug, System Whittier, welcher mit 12facher Flaschenzugübersetzung und geringer Fahrgeschwindigkeit (50 m i. d. Min.) betrieben wird. Das Kraftwasser von 120 Pfd. (8,4 kg/qcm) Druck wird von einer Duplexpumpe geliefert. Unten, neben dem Aufzug, ist ein Druckwasserbehälter mit den üblichen selbstthätig wirkenden Sicherheitsvorrichtungen angebracht. Zur Lüftung des Gebäudes dient ein von einer 15 pferd. Dampfmaschine angetriebener Ventilator, zur Heizung 2 einfache Röhrenkessel, zum Aufpumpen des Wassers für Waschzwecke eine gewöhnliche Kufe einfach wirkende Dampfmaschine.

Die elektrische Beleuchtung des Gebäudes geschieht von der elektrischen Zentralstation aus und ist erst in neuester Zeit eingeführt worden.

Im Anschluss an die beschriebenen Hotelausrüstungen sind im Nachfolgenden, gleichfalls unter Vorbehalt der genauen Angabe der Konstruktions- und Betriebsverhältnisse ähnlicher neuerer Anlagen, die Maschinenanlagen größerer amerikanischer Geschäftsbauwerke skizziert.

Maschinenanlagen grosser amerikanischer Geschäftsgebäude.

Maschinenanlage im Gebäude der Western Union Telegraph Co. in New York.

Diese Anlage ist sehr ausgedehnt und nimmt fast die ganzen Kellerräumlichkeiten des Gebäudes ein. Die zahlreichen im Betrieb befindlichen Maschinen dienen zur Lieferung von elektrischem Strom für Beleuchtung und Telegraphie, von Druckwasser zum Betrieb der Aufzüge sowie für Vakuum- und Kompressionsmaschinen zum Betrieb der pneumatischen Post für den Verkehr im Gebäude selbst und mit den in der City gelegenen Unterstationen der Gesellschaft. Als Kraftmittel dient Dampf, welcher von der unweit gelegenen Station B der New York Steam Co. geliefert wird. Es sind jedoch auch eigene Babcock-Wilcox-Kessel im Gebäude vorhanden, die den Zweck haben, als Reserve und auch als Preisregulator gegenüber der New York Steam Co. zu dienen.

Insgesamt dürften durchschnittlich etwa 500 PS in Betrieb sein, was eine Abgabe von 3000 \$ im Monat für Dampflieferung an die New York Steam Co. erfordert.

Zur Beleuchtung des Gebäudes dienen drei 60 pferd. Straight-Line-Dampfmaschinen von 250 mm Dmr. und 405 mm Hub, die, in einer Reihe aufgestellt, 3 Edison-Dynamos mittels Riemen antreiben. Die Umdrehungszahl der Dampfmaschinen beträgt 240, die der Dynamos 1000.

Von diesen Maschinen, die bereits seit 6 Jahren ohne nennenswerte Reparatur arbeiten, ist eine beständig, 2 während der Abendstunden bis etwa Mitternacht und nur ganz selten 3 in Betrieb.

Eine sehr interessante Abteilung des elektrischen Betriebes ist die Stromlieferung für die Telegraphen.

Der Strom wird geliefert durch 22 kleine Edison-Dynamos (wovon 7 in Reserve) von 70 V \times 20 A, die von 2 stehenden einfachen Schiebermaschinen mittels Transmissionen angetrieben werden. Diese Dynamos werden je nach der Entfernung der Telegraphenstationen auf Quantität geschaltet, sodass für die kurzen Linien etwa 70 V, für die längste von 500 englischen Meilen 320 V zur Verfügung stehen.

Die im Gebäude vorhandenen 4 Aufzüge werden hydraulisch angetrieben. Der Wasserdruck wird durch 2 grosse Duplex-Worthington-Pumpen erzeugt. Der Wasserdruck beträgt 7,5 Atm. und wird selbstthätig durch ein Drosselventil geregelt. Die Aufzüge mit Flaschenzugübersetzung sind von Otis geliefert.

Für den Betrieb der pneumatischen Maschinen liefern Zwillingskompressoren, gebaut von den Knowles Steam Pump Works, die erforderliche Druckluft. Die Kompressoren sind mit Wassermantel versehen, die Evakuations- und Kompressionszylinder sind unmittelbar von der Kolbenstange der Dampfmaschine angetrieben und verdünnen die Luft auf 50 cm Vakuum einerseits und komprimieren sie andererseits auf 1 Atm. Ueberdruck. Die Betriebsgeschwindigkeit der Kompressionsmaschinen ist sehr gering, 17 bis 20 Min.-Umdr.

Außer diesen 3 Hauptanlagen sind noch 2 Roots-Blower in Betrieb für den Rohrpostdienst im Gebäude, der nur Luftverdünnung auf 5 cm Quecksilbersäule erfordert. Ferner dient ein von einer 12 pferd. Maschine betriebener Ventilator zur Lüftung und 2 Knowles-Pumpen für die Wasserversorgung des Gebäudes.

Der Auspuffdampf sämtlicher Maschinen wird in gemeinsame Röhren geleitet, die im Sommer ins Freie auspuffen, im Winter zur Heizung benutzt werden. Das sich hierbei bildende Kondensationswasser wird einfach abgelassen.

Es mag hierbei erwähnt werden, dass die von der StraÙe einmündende Hauptdampfleitung der N. Y. Steam Co. in einen Kondensationsbehälter geleitet wird, aber nur wenig Wasser, etwa 80 ltr. in 24 Std., für den vollen vorerwähnten Betrieb mitführt.

Für die Bedienung dieser Maschinenanlagen sind 17 Maschinisten und Arbeiter erforderlich, 7 am Tage und je 5 in 2 Nachtschichten. Die Anlagen sind schon 7 bis 8 Jahre

alt und wurden anfänglich durch die schon vorhandenen 6 Kessel betrieben; da sich aber der Betrieb bei Entnahme von der New Yorker Dampfgesellschaft nur ganz unbedeutend teurer stellte, so wurde solche der gröÙeren Reinlichkeit und Bequemlichkeit wegen vorgezogen.

Maschinenanlage des Mill's-Gebäudes in New York.

Dieses Gebäude ist ebenso wie das Gebäude der Equitable-Versicherungsgesellschaft mitten im Geschäftsviertel der unteren Stadt gelegen. Es enthält ausschliesslich Geschäftsräume, und zwar der Zahl nach etwa 360, in denen durchschnittlich 1100 Menschen beschäftigt sind. Dem Umfange des Gebäudes und des Betriebes entspricht die GröÙe der Maschinenanlage; ebenso wie die bereits besprochenen ähnlichen Anlagen ist auch diese im Keller des Gebäudes untergebracht.

Zur Versorgung des Gebäudes mit elektrischem Licht dienen drei Dynamomaschinen, welche von drei schnelllaufenden Dampfmaschinen mittels Riemen angetrieben werden. Die Dynamomaschinen entwickeln bei 1250 Min.-Umdr. in mittlerer Beanspruchung den zur Speisung von rd. 2500 Glühlampen nötigen Strom. Jede der 3 Dampfmaschinen hat eine mittlere Leistung von 70 PS bei 325 Min.-Umdr. Die Maschinen sind einfache Schiebermaschinen, bei welchen der Regulator auf den Hub und die Voreilung des Exzenters einwirkt.

4 Duplex-Pumpmaschinen versorgen die Aufzüge mit Kraftwasser. Die An- und Abstellung der Pumpmaschinen geschieht selbstthätig durch Benutzung der Druckschwankungen im Druckwasserbehälter unter Dach.

6 Aufzüge besorgen die Beförderung der Personen und Lasten zwischen den einzelnen Stockwerken; sie genügen nicht für den Betrieb, weshalb augenblicklich noch 8 weitere Aufzüge eingebaut werden. Die Aufzugsmaschinen gieÙen das verbrauchte Wasser in einen im Maschinenraum aufgestellten Behälter, aus welchem die Pumpen es wieder aussaugen.

Eine Duplex-Pumpmaschine schafft das Schmutzwasser und das bei Flutzeiten in die untersten Kelleräume eindringende Salzwasser fort, eine weitere versorgt die oberen Stockwerke mit Wasser für Wasch- und Spülzwecke. Die unteren Räume entnehmen dieses Wasser unmittelbar aus der städtischen Wasserleitung, deren Druck nicht für die oberen Stockwerke genügt.

Die Antriebsmaschinen für die Dynamos sowie sämtliche Pumpmaschinen entlassen den Auspuffdampf in das Heizrohrsystem des Gebäudes. Der Abdampf genügt unter normalen Verhältnissen für die Heizung vollständig. Nur an sehr kalten Wintertagen muss morgens beim Anheizen noch frischer Dampf auch für Heizzwecke verwendet werden. Der Betriebsdruck der Dampfheizung beträgt etwa $\frac{1}{3}$ Atm. Dieser Druck ist annähernd auch dann in der Auspuffleitung, wenn die Maschinen mit freiem Auspuff arbeiten.

Im ganzen entwickelt bzw. verbraucht die gesamte Maschinenanlage durchschnittlich 280 PS. Der hierzu nötige Dampf von 5 Atm. Ueberdruck wird augenblicklich von der N. Y. Steam Co. bezogen. Zwar ist eine Dampfkesselanlage vorhanden, welche von der Safety Power Co. in New York geliefert ist und sich 8 Jahre lang im Betrieb vorzüglich bewährt hat. Sie ist jedoch auÙer Betrieb gesetzt, weil zunächst der Raum für die Kohlen mangelt und gegenüber dem hohen Grundwerte die Ausnutzung aller vorhandenen Räumlichkeiten für andere Zwecke von grossem Werte ist. Auch ist man durch die Dampflieferung von der Zentralstation aus den Unbequemlichkeiten enthoben, welche der frühere Dampfkesselbetrieb mit sich brachte. Wenn die Kosten der einmal vorhandenen Kesselanlage nebst der erforderlichen Abschreibung und im übrigen die Kosten der Kohlen an Ort und Stelle, Wartung und Reparatur der Kessel berücksichtigt werden, so bleibt noch ein kleiner Vorteil auf seiten des

Dampfbezuges von der Steam Co. gegenüber dem früheren Dampfkesselbetrieb. Die vorhin erwähnten Vorteile, namentlich auch der Fortfall jeglicher Explosionsgefahr und der Hitze- und Staubbelastung durch die Dampfkessel, lassen den Bezug des Dampfes von einer Zentrale sehr vorteilhaft erscheinen, wenn auch der unmittelbare Gewinn nicht erheblich ist.

Das in den Heizröhren sich ansammelnde Kondensationswasser wird selbsttätig abgezogen und mit den Abwässern weggeschafft, da die Dampfverteilung ohne Wasserrückleitung betrieben wird.

Für den Gesamtbetrieb wurden zur Zeit des Dampfkesselbetriebes etwa 100 t Kohlen im Sommer und etwa 300 t im Winter monatlich verbraucht.

Wegen fortwährender Wiederbenutzung des Wassers, namentlich des von den Aufzügen verbrauchten, sind die Ausgaben für die Wasserbeschaffung hier sehr gering.

Der größere Teil der Maschinenanlage gehört ebenso wie das Gebäude selbst zu den älteren Einrichtungen dieser Art; sie stehen deshalb in bezug auf Vollständigkeit, Einzeldurchführung und namentlich hinsichtlich der Gesamtanordnung hinter den neueren Anlagen weit zurück. Es wurden eben die einzelnen Maschinen aufgestellt in dem Maße, wie sich das steigende Bedürfnis herausstellte, und da, wo sich gerade genügender Platz vorfand.

Maschineneinrichtungen des Gebäudes der Equitable-Versicherungsgesellschaft in New York.

Die Maschineneinrichtungen des Equitable-Gebäudes sind zwar nicht so bedeutend wie die des Waldorf-Hotels, haben aber immerhin eine bedeutende Größe. Auch in diesem Gebäude ist die Maschinenanlage im Keller untergebracht. Die alte Maschinenanlage ist vor 25 Jahren gebaut und die Lichtanlage vor 5 Jahren hinzugefügt worden. Sämtliche Dampfmaschinen zum Betriebe der Wasser- und Lichtversorgung sind Auspuffmaschinen; der Auspuffdampf wird zur Heizung des Gebäudes verwendet.

Im Untergeschoss befindet sich ein großes Restaurant, dessen Küche sich jedoch oben unter dem Dache befindet. Mehrere Aufzüge vermitteln den Verkehr zwischen beiden. Den Hauptkraftbedarf nimmt die elektrische Beleuchtung des Gebäudes in Anspruch; sie ist ausschließlich mit Glühlampen durchgeführt, welche durch Gleichstrom von 110 V gespeist werden. Die Verteilung des Stromes geschieht nach dem Zweileitersystem. Eine einzylindrige Corliss-Maschine von 525 PS dient lediglich zur Erzeugung des elektrischen Lichtes. Sie macht 65 Umdr. i. d. Min. und arbeitet mittels Riemen auf eine Vorgelegewelle, von welcher 6 Dynamomaschinen ihren Antrieb erhalten.

Im ganzen Gebäude sind 10000 Glühlampen vorhanden. Die Dynamos sind imstande, 6500 Lampen mit elektrischer Energie zu versehen, und speisen thatsächlich im Durchschnitt 5500 Lampen.

6 Worthington-Pumpen versorgen die Aufzüge mit Druckwasser, dessen Pressung gegen 7 Atm. beträgt. Da die statische Druckhöhe nicht genügt, so ist auf dem Dache noch ein Windkessel mit 1 Atm. Luftdruck aufgestellt. Die Pumpen werden selbsttätig an- und abgestellt.

Es sind 55 Aufzüge im Gebäude aufgestellt, davon 13 für den Personenverkehr, die übrigen zur Beförderung von Lasten, Paketen usw. Das von den Aufzügen verbrauchte Wasser wird stets wieder in einen großen Behälter abgeliefert, aus dem es die Pumpen von neuem entnehmen. Mehrere Duplexpumpen sind zur Versorgung der Maschineneinrichtungen und der Küche und zur Wegschaffung der Abwässer vorhanden.

Zwei Roots-Gebläse mit eigenen Antriebsdampfmaschinen dienen zum Betriebe der im Gebäude befindlichen Rohrpost, mit einer Luftverdünnung von $1\frac{1}{2}$ Pfd. ($\frac{1}{10}$ Atm.). Eine eigene Luftkompressionsmaschine dient zum Betriebe der Rohrpost zwischen dem Equitable-Gebäude und dem Gebäude der Western Union Telegraph Co. in der 23. Straße. Diese Rohrpost wird mit einer Luftpressung von 4 Pfd. (rd. $\frac{1}{4}$ Atm.) Ueberdruck betrieben und besteht aus 4 Rohrleitungen von je

60 mm Dmr. Eine ziemlich dicht abschließende cylindrische Lederkapsel nimmt die zu befördernden Briefe auf.

Für die Lüftung dienen 2 eigene Dampfmaschinen, welche 2 Ventilatoren antreiben.

Alle diese Maschinen entlassen ihren Auspuffdampf in das durch das ganze Gebäude verzweigte Heizrohrsystem. Aus diesem kommt das kondensirte Wasser zurück und wird von neuem zur Speisung der Kessel benutzt. Zu diesem Zweck ist eine selbstthätige Vorrichtung vorgesehen, welche im wesentlichen darin besteht, dass durch einen Schwimmer 2 Duplexpumpen an- und abgestellt werden, sobald die Menge des angesammelten Kondensationswassers ein gewisses Höchst- oder Mindestmaß erreicht hat. Nur an kalten Wintertagen muss noch etwas frischer Dampf dem Heizrohrsystem zugeführt werden, während sonst der Auspuffdampf im allgemeinen zur Heizung ausreicht. Die Heizungs- und Lüftungsanlagen des Gebäudes können nicht gerade zu den vorzüglichsten ihrer Art gezählt werden.

Der Dampf zum Betriebe der erwähnten Anlagen wird in 9 Röhrenkesseln erzeugt, von denen gewöhnlich 8 im Betriebe sind. Die Kessel sind ebenfalls im Keller, unmittelbar unter dem Hauptgebäude, untergebracht. Sie sind für 7 Atm. Dampfdruck konstruiert, jedoch ist der Betriebsdruck im allgemeinen nur $5\frac{1}{2}$ Atm. Es sind Wasserröhrenkessel mit darüber befindlichem Dampfsammler und bieten nichts sonderlich Interessantes. Für die Feuerung werden monatlich etwa 130 t Kohle verbraucht; im Sommer sinkt der tägliche Kohlenverbrauch auf $3\frac{3}{4}$ t und steigt im Winter auf 7 t.

2 Ingenieure überwachen den Betrieb. Die Bedienung der Kessel und Maschinen wird am Tage durch 9, bei Nacht durch 2 Leute besorgt.

Der Gesamteindruck der Anlage ergibt auf den ersten Blick, dass sie nach und nach mit dem wachsenden Bedürfnis entstanden ist. Die Maschinen sind an dem Platze aufgestellt, der zu der betreffenden Zeit gerade als der passendste erschien.

Die Gesamtkosten der Maschinen- und Kesselanlage und der Aufzüge können auf rd. 400000 \$ geschätzt werden. Eine genaue Wertangabe ist des verschiedenen Alters der einzelnen Einrichtungen wegen nicht gut möglich.

Maschinenanlage des Geschäftsgebäudes Broadway 44 in New York.

Das Gebäude Broadway 44 enthält ausschließlich Geschäftsräume, und zwar ungefähr 100.

Die Maschinenanlage besteht aus einer 25pferdigen Westinghouse-Maschine zur Erzeugung des elektrischen Lichtes und 2 Verbund-Worthington-Pumpen für die Kraftwasserversorgung von 2 Aufzügen.

Die Westinghouse-Maschine macht 350 Min.-Umdr. und treibt mittels Riemenübersetzung eine Dynamomaschine an. Um die Schwankungen des Bedarfs an elektrischer Energie auszugleichen, ist eine große Akkumulatorenbatterie vorhanden.

Die Aufzüge sind gewöhnliche hydraulische Aufzüge mit wagerecht angeordneter Flaschenzugübersetzung.

Die beiden Worthington-Pumpen und die Westinghouse-Maschine, welche zusammen durchschnittlich 40 PS in Anspruch nehmen, entlassen den Auspuffdampf in das Heizrohrsystem des Gebäudes. Im Winter genügt diese Menge vom Mittag ab, die erforderliche Wärme zu liefern. Bis dahin, namentlich vor Anfang des Bureaubetriebes, muss frischer Dampf zur Heizung verwendet werden. Das Kondenswasser wird nicht wieder benutzt.

Der zum Maschinenbetrieb und zur Heizung nötige Dampf wird von der Steam Co. geliefert. Die Kosten betragen vor 3 Jahren ungefähr 2850 \$ jährlich. 1 Maschinist und 1 Hilfsarbeiter überwachen den ganzen Betrieb.

Maschinenanlage der Börse in New York.

Die Börse ist ein ziemlich altes Gebäude; ebenso alt und daher auch ziemlich unbeholfen im Vergleich zu den Einrichtungen der neuen Gebäude sind die Maschinen, Pumpen und Kessel.

Die vorhandenen beiden Dampfkessel sind 28 Jahre alt und für einen Druck von 4 Atm. konstruiert.

Der weitaus größte Teil des erzeugten Dampfes wird zur Heizung des auch nach heutigen New Yorker Begriffen groß zu nennenden Gebäudes benutzt. Der geringere Teil des Dampfes speist eine 25 pferdige Betriebsmaschine für die Lüftung und 2 Worthington-Pumpen, welche das Druckwasser zum Betriebe von 2 Aufzügen liefern.

Der Abdampf dieser Maschinen wird ebenfalls in das Heizröhrensystem entlassen, das sich unter dem Gewölbe des Untergeschosses befindet. Die Heizung geschieht in der Weise, dass von den Ventilatoren Luft über die Heizröhren geführt und die erwärmte Luft durch Kanäle, welche in den Mauern untergebracht sind, in sämtliche Räume des Gebäudes gedrückt wird. Die Heizung ist also eine Kombination von Dampf- und Luftheizung.

Die Betriebsdampfmaschine ist eine einfache Schiebermaschine.

Das aus der Heizung zurückkehrende Kondensationswasser wird wieder zur selbstthätigen, durch Schwimmer regulierbaren Kesselspeisung verwendet.

Für die Kesselfeuerung sind jährlich 500 t Kohle erforderlich, zur Beaufsichtigung des Betriebes 1 Maschinist und 1 Hilfsarbeiter. Die ganze Maschinenanlage: Kessel, Dampfmaschine, Pumpen und Aufzüge, ohne die Heizungseinrichtungen, kostete ungefähr 20000 \$.

Das Nachfolgende enthält als weitere Beispiele die Angabe der wesentlichen Maschineneinrichtungen zweier größerer Geschäftsgebäude in Boston; sie sind in kleinerem Maßstabe, jedoch in gleicher Vorzüglichkeit wie die in New York ausgeführt.

Ames Building in Boston.

Das Ames Building ist ein großes Geschäftshaus von 12 Stockwerken, dessen Kosten sich auf 1 Mill. \$ belaufen, enthält 126 Geschäftsräume und 4 hydraulische Aufzüge, die 18000 \$, einschl. der Pumpen 24000 \$, gekostet haben. Die Heizvorrichtungen und Kessel erforderten einen Kostenaufwand von 10000 \$, die Dampf- und Dynamomaschinen von 8000 \$. Die Wasserlieferung für die Aufzüge wird durch 2 Pumpen von zusammen 3000 Gallonen = 11,6 cbm Leistungsfähigkeit i. d. Min. bewirkt; der normale Wasserverbrauch beträgt jedoch nur 1500 Gall. = 5,8 cbm i. d. Min. Der Gang der Pumpen wird selbstthätig nach dem Wasserstande in den Druckwasserbehältern durch ein Cortis-Ventil geregelt, welches — je nachdem sich die Windpressung in den Behältern vermindert oder vermehrt — das Dampfventil weit öffnet oder schließt. Die beiden Druckbehälter im Maschinenraum haben einen Gesamthalt von 5000 Gall. = 19,35 cbm. Einer der Aufzüge dient außer zur Personenbeförderung auch zum Heben schwerer Lasten, z. B. feuerfester Schränke, und wird durch ein Hochdruckpumpwerk von 9" (229 mm) Dmr. des Dampfzylinders, 4 1/2" (114 mm) Dmr. des Pumpenzylinders und 6" (152 mm) gemeinschaftlichem Hub betrieben.

Die elektrische Beleuchtung wird durch 2 Edison-Dynamomaschinen besorgt, die von 2 Dampfmaschinen von 85 und 30 PS mittels Riemen angetrieben werden. Die Stromspannung beträgt 110 V, die Zahl der 16kerzigen Glühlampen 1200. Die Dampfmaschinen, System Mc Intosh & Seymour, laufen mit 200 und 322 Min.-Umdr. bei einer Dampfspannung von 80 Pfd. (5,6 kg/qcm).

Die Dampfkesselanlage besteht aus drei 80 pferdigen Rauchröhrenkesseln mit Unterfeuerung von 60" (1524 mm) Manteldurchmesser und 15" (381 mm) Länge, 80 Rauchröhren von 2" (51 mm) Dmr. enthaltend. Zur selbstthätigen Regulierung der Dampfspannung dient der Spencersche Rauchschieber-Regulator.

Die Heizung der Räumlichkeiten des Gebäudes geschieht durch den Auspuffdampf der Maschinen und teilweise durch frischen Dampf. Die Heizfläche sämtlicher Öfen beträgt ungefähr 8500 Quadratfuß (790 qm). Der Gegendruck des Auspuffdampfes beträgt etwa 5 bis 15 Pfd. (0,35 bis 1,05 kg/qcm), je nach der benötigten Heizdampfmenge.

Das Kondensationswasser der Heizröhren wird in einem isolierten Behälter von 70 Gall. = 271 ltr Inhalt gesammelt, von der Speisepumpe abgesaugt, und durch einen Vorwärmer streicht

der Auspuffdampf, bevor er in die Heizröhren des Gebäudes gelangt. Die erreichbare Vorwärmtemperatur des Speisewassers beträgt 200° F (93° C).

Die beiden Pumpen für die Wasserversorgung sind kleine Wanddampfpumpen von Davidson von 5 1/2" (140 mm) und 3 1/4" (83 mm) Dmr. und 8" (203 mm) Hub.

Das Waschwasser für die Toilettenräume des Gebäudes wird durch den Auspuffdampf vorgewärmt.

Exchange Building in Boston.

Das Exchange Building besteht aus 11 Stockwerken und enthält 850 Räume. Für den Personenverkehr im Gebäude sind 6 Aufzüge von Whittier in Boston aufgestellt, die durch 2 Zwillingdruckpumpen, ausgeführt von der Blake Manufacturing Co. in Boston, bedient werden. Die Pumpen werden ohne Vorgelege angetrieben und haben 18 1/2" (470 mm) und 12" (305 mm) Dmr. und 18" (457 mm) Hub. Sie sind imstande, bei 50 Min.-Umdr. täglich 1/2 Mill. Gall. = 2000 cbm zu liefern.

Außerdem ist eine Verbund-Duplexpumpe für 1 Mill. Gallonen Tagesleistung vorhanden.

Als Druckbehälter sind 3 senkrechte Kessel von einem Gesamthalt von 5000 Gall. aufgestellt, außerdem 3 Rücklaufbehälter von gleicher Größe.

Die Auspuffdampfleitung für die Heizung des Gebäudes enthält ein Sicherheitsventil für 5 bis 10 Pfd. (0,35 bis 0,70 kg/qcm) Spannung, und außerdem ist in dem Anschlussrohr der Dampfkessel an die Auspuffdampfleitung ein Druckverminderungsventil angebracht.

Der Vorwärmer befindet sich unmittelbar hinter den Dampfpumpen. Das Speisewasser geht im Winter mit 89° C, im Sommer mit 100° C ab. Im Innern des Vorwärmers fließt das Speisewasser durch Schlangentröhen.

Die Auspuffleitung ist doppelt angeordnet, zur Heizung des Gebäudes und zum Auspuff ins Freie. 80 senkrechte Heizröhren durchlaufen die Stockwerke und neben ihnen die Rücklauftröhen für das Kondensationswasser.

Die Auspuff- und Heizröhrenleitung ist der Sicherheit wegen doppelt ausgeführt, damit Betriebsstörungen an Pumpen, Heizröhren u. dergl. nicht dazu führen, die Heizung des ganzen Gebäudes stillzusetzen.

Der Kondensationswasserbehälter hat 1,5 m Dmr. und 3,5 m Länge. Aus ihm saugt die Speisepumpe bei selbstthätiger Regulierung ihres Ganges durch einen Schwimmer.

Die städtische Wasserleitung, aus welcher das Ersatzwasser entnommen wird, hat Hoch- und Niederdruckrohrstrang für 90 bis 100 Pfd. (0,3 bis 7 kg/qcm) und 35 bis 40 Pfd. (2,5 bis 2,8 kg/qcm). Das Hochdruckwasser wird in einen Behälter unter dem Dach geführt.

Der Wasserverbrauch wird durch den Wassermesser Crown Meter der National Meter Co., New York, festgestellt.

Bei Feuergefahr darf die Rohrleitung des Gebäudes durch ein Ventil an die große städtische Leitung angeschlossen werden; für gewöhnlich liegt es unter Bleiverschluss. Die beiden Hochdruckpumpen saugen dann aus der Niederdruckleitung, während die Verbundpumpe zum Aufzugsbetriebe dient.

Der Exhaustor zur Lüftung des Gebäudes wird durch eine 10 pferd. Dampfmaschine angetrieben.

Zum Betrieb der elektrischen Beleuchtung dient eine Dampfmaschine von 100 PS von Mc Intosh & Seymour, Auburn N. Y., mit 280 Umdr. i. d. M.

2 Dynamomaschinen der Edison Co. sind symmetrisch zur Dampfmaschine aufgestellt und werden von den beiden Schwunrädern durch Reibungsräder angetrieben. Die Reibungsräder der Dynamomaschine haben Lederbelg und werden mit Druckschrauben des Maschinenrahmens angepresst. Der Lederbelag hat sich nicht bewährt. Die Lederriegen strecken sich und müssen häufig gewechselt werden.

Die Dynamomaschinen dienen nur zur allgemeinen Beleuchtung des Gebäudes. Das Licht für die Büroräume wird durch Anschluss an die Straßenleitungen der Edison-Gesellschaft beschafft. Im ganzen sind in dem Gebäude 5000 Lampen vorhanden, wovon 1000 Glühlampen durch die Dynamomaschinen gespeist werden.

A. Riedler.

Maschinenanlagen in Hotels und Geschäftshäusern in Chicago.

Zu den vorangegangenen Aufsätzen über die Maschinenanlagen in Hotels und Geschäftshäusern in New York ist noch ein Nachtrag erforderlich, welcher die eigenartigen Einzelheiten solcher Maschinenanlagen und ihre Betriebsverhältnisse kennzeichnet.

Die vorangegangenen Mitteilungen beschränkten sich auf allgemeine Angaben, welche eine ungefähre Vorstellung der GröÙe dieser Betriebe ermöglichen sollten. Zur Vervollständigung der Uebersicht und näheren Erläuterung führe ich ähnliche Maschinenanlagen in öffentlichen Gebäuden Chicagos als Beispiele an. Die maschinellen Einrichtungen dieser Gebäude sind durchschnittlich besser entwickelt als in New York, weil sie überwiegend jüngeren Datums und im wesentlichen einheitlicher angelegt sind.

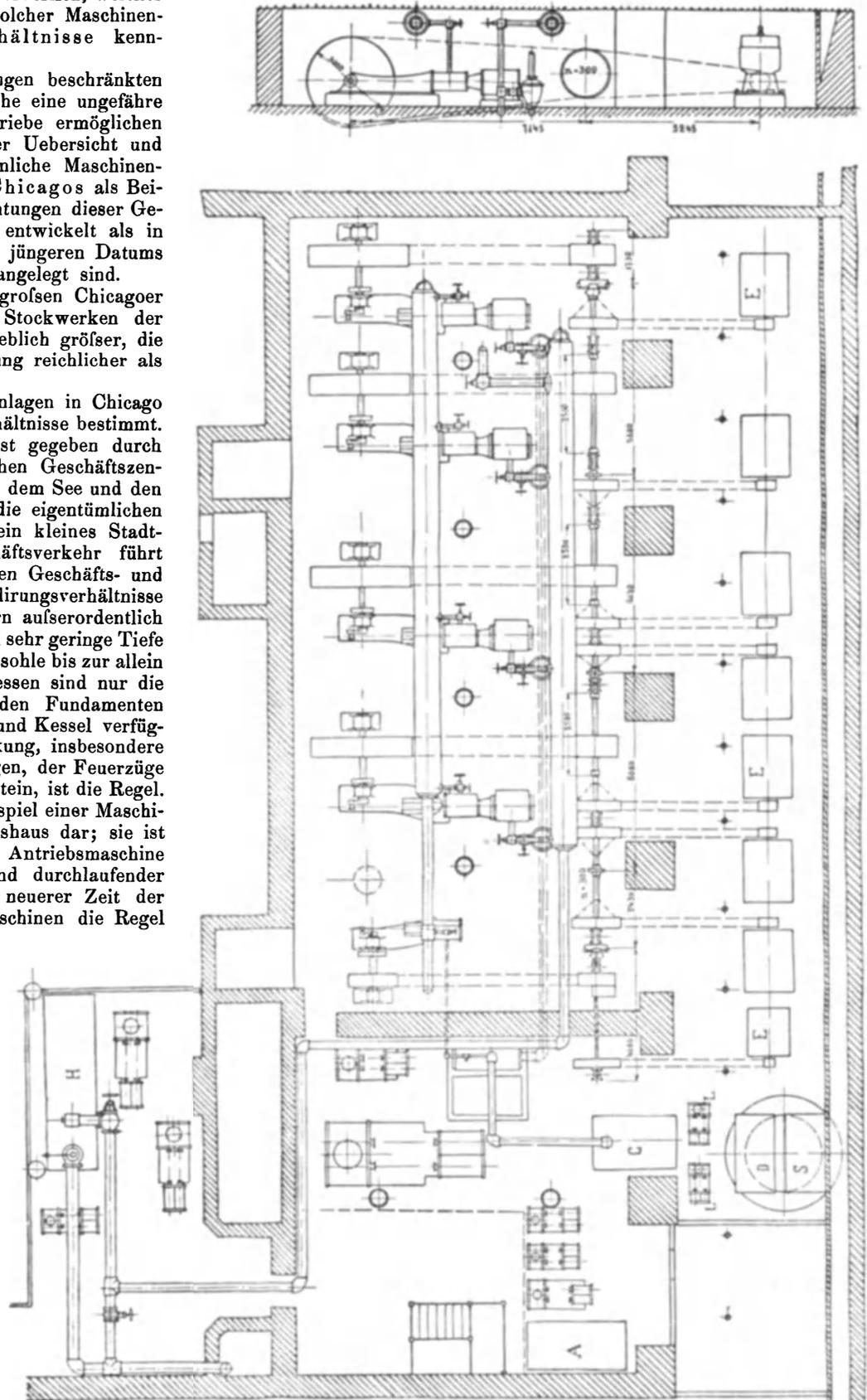
Insbesondere ist auch in den großen Chicagoer Geschäftshäusern mit 12 bis 18 Stockwerken der Maßstab der Maschinenanlagen erheblich größer, die Kraft-, Licht- und Wärmeversorgung reichlicher als in New York.

Die Eigenart der Maschinenanlagen in Chicago wird durch besondere örtliche Verhältnisse bestimmt. Die Grundlage für alle Anlagen ist gegeben durch die enge Begrenzung des eigentlichen Geschäftszentrums zwischen dem Chicago-Fluss, dem See und den südlichen Bahnhöfen, und durch die eigentümlichen Fundierungsverhältnisse. Der auf ein kleines Stadtgebiet zusammengedrückte Geschäftsverkehr führt zum Bau der außerordentlich hohen Geschäfts- und Warenhäuser. Die schwierigen Fundierungsverhältnisse und die Höhe der Gebäude erfordern außerordentlich breit entwickelte Fundamente, dabei sehr geringe Tiefe der Kellergeschosse von der Straßensohle bis zur allein tragfähigen Thonschicht. Infolgedessen sind nur die niedrigen Kellerräume zwischen den Fundamenten für die Aufnahme der Maschinen und Kessel verfügbar. Die äußerste Raumbeschränkung, insbesondere in der Entwicklung der Kesselanlagen, der Feuerzüge und Verbindungen mit dem Schornstein, ist die Regel.

Fig. 39 stellt das typische Beispiel einer Maschinenanlage für ein großes Geschäftshaus dar; sie ist nach älterer Art mit gemeinsamer Antriebsmaschine für Licht- und Aufzugsbetrieb und durchlaufender Triebwelle versehen, während in neuerer Zeit der unmittelbare Antrieb der Lichtmaschinen die Regel geworden ist.

Die Maschinenanlage besteht aus den Dampfkeßeln, der gemeinsamen Dampfleitung für den Betrieb der Maschinen und gegebenenfalls zur Versorgung der Maschinen mit Hochdruckdampf (in Hotels, Badeanstalten usw.), aus den Betriebsmaschinen für Lichtbetrieb und Ventilation sowie verschiedenen Pumpmaschinen für den Aufzugsbetrieb und den Hausbedarf. Die Anordnung der Maschinen, der Riementrieb, die Uebersetzung auf die Dynamomaschinen usw. sind aus der Skizze ersichtlich, ebenso die Anordnung der Reservemaschine und der Hilfsmaschine für den Lichtbetrieb bei schwacher Belastung. Insbesondere beschränkt die geringe Höhe der Ma-

Fig. 39. Größere Maschinenanlage für ein Geschäftshaus. Maßstab 1:200.



schinräume die Entwicklung der Konstruktion, wie aus dem Querschnitt zu ersehen.

Die Pumpen für den Betrieb der Aufzüge sind fast ausnahmslos Duplexpumpen, welche das Wasser in einen Behälter unter Dach drücken, von wo aus es für den Betrieb der hydraulischen Aufzüge verwendet wird. Anstelle der Hochbehälter sind insbesondere für den Hochdruckbetrieb der Aufzüge auch Windkessel in Verwendung. Das gebrauchte Aufzugswasser läuft in einen Behälter im Kellergeschoss zurück, von wo aus es durch die Pumpen wieder hochgepumpt wird. Die Pumpwerke für den Hausbedarf haben in der Regel nur das Wasserleitungswasser, welches unter zu geringem Druck, gewöhnlich 25 Pfd. = 1,8 kg/qcm, zufließt, in den Vorratsbehälter unter Dach zu drücken. In Fig. 39 ist *A* ein Zuflussbehälter für das Wasser aus der städtischen Leitung, *S* und *D* sind Saug- und Druckbehälter für die Pumpen. In seltenen Fällen ist auch im Maschinenraum noch ein Kondensator für die Dampfmaschinen untergebracht. In der Regel ist Kondensationsbetrieb wegen der Schwierigkeit der Wasserbeschaffung ausgeschlossen.

Wesentlich ist der Zusammenhang des Maschinenbetriebes mit der Dampfheizung der Gebäude. Aus der Skizze ist die Anordnung des gemeinsamen Auspuffrohres ersichtlich. Es führt unter Einschaltung eines belasteten Rückschlagventils ins Freie oder in das Rohrsystem der Niederdruckdampfheizung. Im letzten Falle wird in der Regel mit 5 bis 6 Pfd. = 0,35 bis 0,42 kg/qcm) Gegendruck gearbeitet.

Die Anordnung der Auspuffleitung ist gewöhnlich derart, dass die Auspuffröhren sämtlicher Maschinen in einen Sammelbehälter *H* geleitet werden; von diesem geht das Dampfrohr nach oben in das höchste Stockwerk des Gebäudes, von wo aus der Dampf durch Zweigröhren in die Heizapparate des Gebäudes geleitet wird.

Das Schema einer solchen Einrichtung ist in Fig. 40 dargestellt (Auditorium-Geschäftshaus und Turm). Die unteren 10 Stockwerke, das eigentliche Geschäftshaus, werden von einem Röhrensystem geheizt, während für die darüber liegenden Stockwerke des Turmes ein zweites unabhängiges System vorhanden ist. Alles Kondensationswasser fließt aus den Heizapparaten wieder zurück. Neben dem Sammelbehälter ist in der Regel ein Behälter für das Kondensationswasser angebracht, von welchem aus es durch die Kesselspeisepumpen wieder in die Kessel zurückgepumpt wird.

Das Beispiel einer solchen Anordnung eines Dampfsammel- und Wasserbehälters nebst zugehörigen Rohrleitungen und Pumpen ist aus Fig. 41 ersichtlich. Das Rohrsystem ist ein geschlossenes, und nur der Verlust an Kondensationswasser wird durch frischen Wasserzufluss gedeckt. Bei allfälliger Zuführung von frischem Wasser, die im Sommer, wo mit direktem Auspuff gearbeitet wird, die Regel bildet, wird das Wasser durch ein Sieb im Sammelbehälter verteilt und durch den Auspuffdampf vorgewärmt. Aus der Fig. 41 ist auch die Anordnung der Kesselspeisepumpen und Rohrleitungen ersichtlich.

Diese Skizzen geben eine genügende allgemeine Uebersicht über die konstruktive Anordnung der Maschinen und zugehörigen Rohrleitungen. Wesentlich sind stets die beschränkte Raumentwicklung, der Grofsbetrieb und die Verwendung des Auspuffdampfes. Betriebsverhältnisse und Betriebskosten sind selbstverständlich nach der Oertlichkeit außerordentlich verschieden und sollen im Nachfolgenden an einigen bezeichnenden Beispielen erläutert werden.

Auditorium-Gebäude.

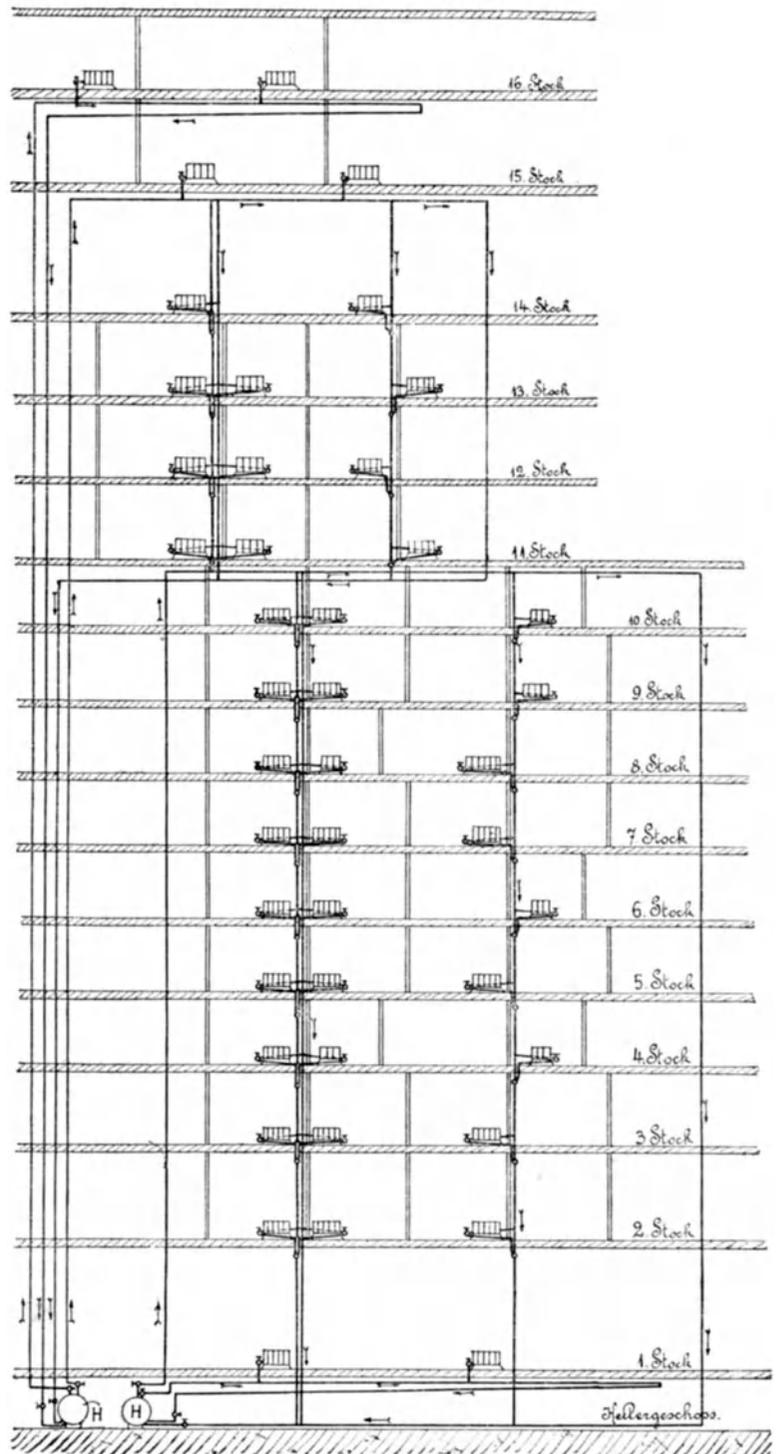
Das große Auditorium-Gebäude, von den Architekten Adler und Sullivan im Auftrage der Chicago Auditorium Association in den Jahren 1887 bis 1890 erbaut, enthält die großen Aufführungs- und Versammlungshallen, das Auditorium-Hotel, das Auditorium-Geschäftshaus und den 19 Stockwerke hohen Beobachtungsturm. Das Gebäude bedeckt eine Fläche von 1 5/8 acres = 6575 qm. Ein Vorstellung des Gebäudes giebt der Grundriss Fig. 44 und die perspektivische Ansicht Fig. 42.

Die Länge der Straßenfront in der Michigan Congress und Wabash Avenue erreicht 710' = 216 m. Das

10 stöckige Hauptgebäude ist 145' = 44 m hoch und wird von dem viereckigen massiven Turm um 95' = 29 m überragt. Auf dem Turm befindet sich noch eine aus Eisenkonstruktion hergestellte Laterne von 30' = 9 m Höhe, was eine Gesamthöhe von 270' = 82 m ergibt.

Fig. 40.

Heizungsanlage des Auditorium-Geschäftshauses.
Maßstab 1:400.



Eine Vorstellung von der Größe des Baues geben folgende Zahlen:

Gesamtgewicht des ganzen Gebäudes	110 000 t
Kosten des Gebäudes	3 000 000 \$
» der Eisenkonstruktion	600 000 \$
Länge der Gas- und Wasserleitungen	25 Meilen = 40 km
» » elektrischen Leitungen	230 » = 370 »
Zahl der elektrischen Glühlampen	12 000
» » Dynamomaschinen	11

Zahl der elektrischen Motoren für Lüftung . . .	13
» » hydraulischen Motoren	4
» » Dampfkessel	11
» » Pumpen	21
» » Personenaufzüge	13
» » hydraulischen Hebewerke f. d. Theater	26

Aufgabe des vorliegenden Berichtes soll es sein, die verschiedenen Maschinenbetriebe zu kennzeichnen und die Vortstellung der Einzelheiten eines solchen Großbetriebes innerhalb von Gebäuden durch einige Konstruktionsskizzen zu vervoll-

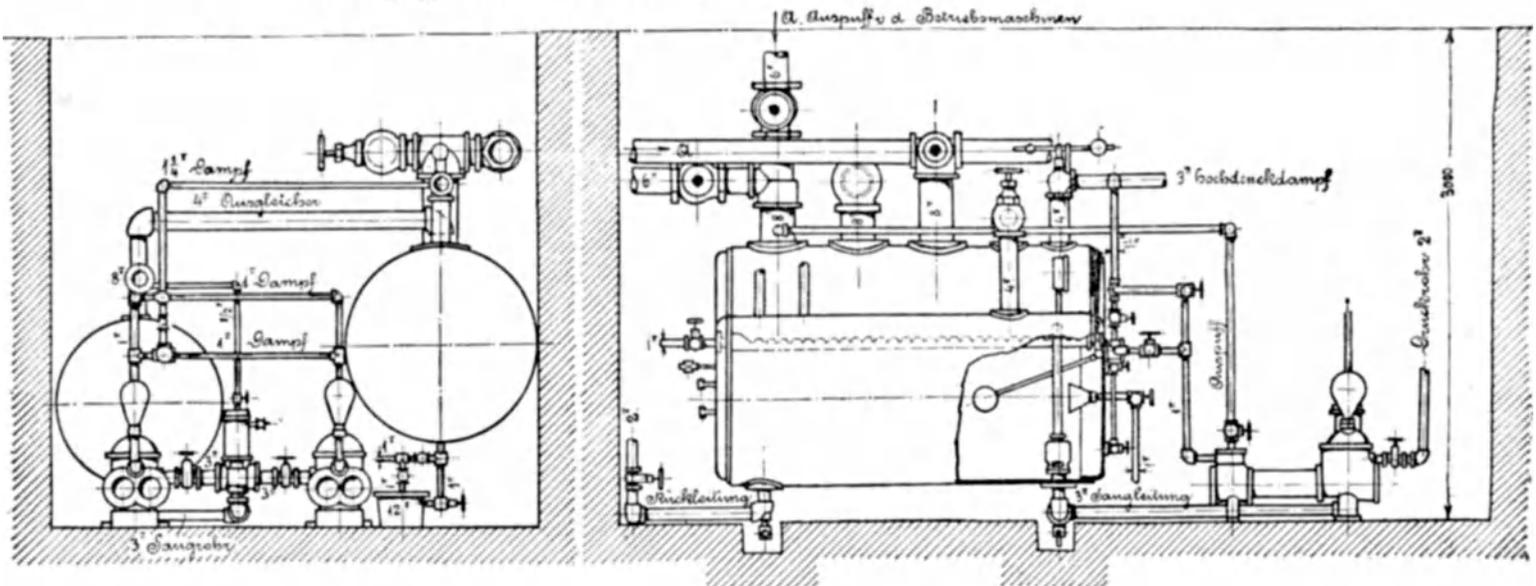
ständigen. Das Gebäude, insbesondere das Hotel, gehört nicht zu den größten, jedoch zu den maschinell best eingerichteten in Amerika, und es kann die Anlage als Muster vieler anderer gelten.

Die Heizung, Beleuchtung und Krafterzeugung für dieses rd. 300 000 cbm haltende Riesengebäude wird durch 2 von einander unabhängige im Kellergeschoss untergebrachte Maschinenanlagen besorgt. Der jährliche Kostenaufwand für den Betrieb der Maschinenanlage beträgt rd. 70 000 \$.

Die eine Anlage dient lediglich für das Hotel und ist

Fig. 41.

Verteilungsapparat für den Auspuffdampf und das Kondensationswasser. Maßstab 1:50.



am meisten beansprucht; die andere versteht die sogenannte Auditorium-Abteilung, d. i. das 6- bis 7000 Personen fassende Theater, den Versammlungssaal und das eigentliche Geschäftshaus, dessen Verwaltung vom Hotel getrennt ist. Beide Anlagen bestehen im wesentlichen aus den gleichen Maschinen, Dynamos und Kesseln.

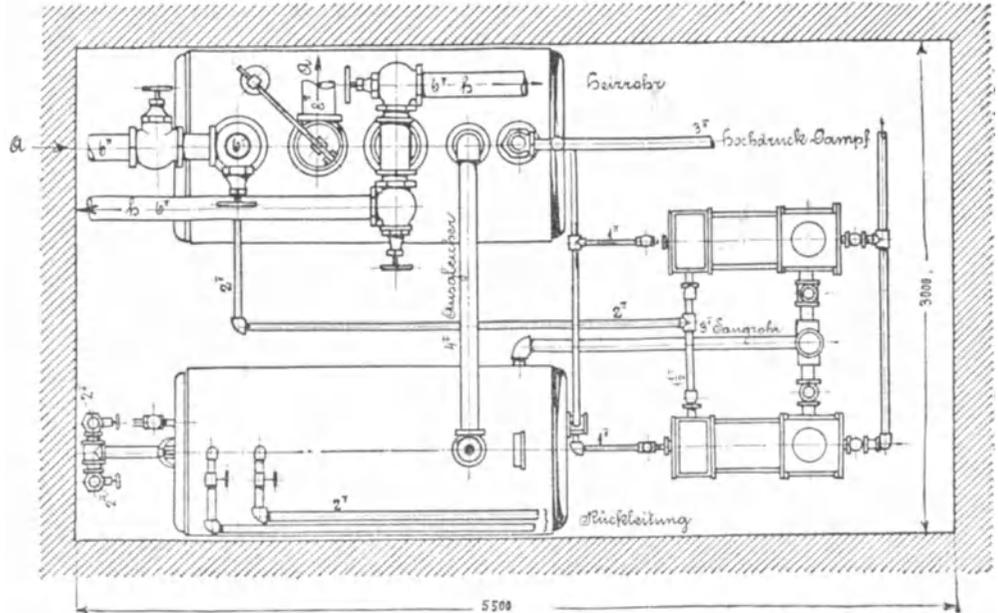
Die an der Wabash Avenue gelegene Auditorium-Zentrale enthält 3 liegende Tandem (Williams)-Maschinen von je 125 PS, 2 Straight Line-Maschinen von je 50 PS und eine Ide-Maschine von 100 PS, die alle zum Betrieb von Edison-Dynamos dienen. Die Gesamtanordnung dieser Zentrale ist aus Fig. 44 ersichtlich, zugleich Grundriss des ganzen Gebäudes. Die Maschinen sind sämtlich raschlaufende.

Der Strombedarf der Station ist sehr verschieden, je nach der Benutzung der Theater- und Versammlungsräume, und schwankt zwischen 300 und 2000 A.

Zum Betrieb der 5 Aufzüge, von denen 3 für das Geschäftshaus, die beiden anderen für den Turm dienen, sind 2 große Tandem-Worthington-Pumpen von je ungefähr 150 PS größter Leistung vorhanden. Für den Hausbedarf an Kalt- und Heißwasser sind 4 kleine Worthington-Pumpen im Betrieb.

Sämtlicher Auspuffdampf wird im Winter zu Heizzwecken verwandt, genügt aber nicht vollständig, sodass frischer Dampf hinzugenommen werden muss.

Erwähnenswert sind die Einrichtungen für Heizung und Kühlung des großen 8000 Personen fassenden Aufführungssaales. Hier werden Heizung und Lüftung gleichzeitig durch Luft bewirkt. Ein 50pferdiger im Kellergeschoss aufgestellter Ventilator bläst frische Luft durch einen Schacht in eine geräumige Luftkammer, wo die Luft entweder im Winter durch



Dampfrohren erwärmt wird oder im Sommer in einen weiten 20 m hohen Schacht gelangt, um hier gekühlt zu werden. Die Kühlung erfolgt dadurch, dass man in dem Schacht fein verteiltes, an sehr heißen Tagen durch Eis abgekühltes Wasser herunterfallen lässt.

Die Kesselanlage ist in Fig. 43 dargestellt. Die Kessel sind nicht planmäßig aufgestellt, sondern mussten den örtlichen Verhältnissen angepasst werden.

Zum Betrieb sind außer dem leitenden Ingenieur an Personal vorhanden: 2 Maschinisten, 2 Hilfsmaschinisten, 2 Elektriker und 6 Heizer, die in 2 Schichten, Tag- und Nachtbetrieb, arbeiten.

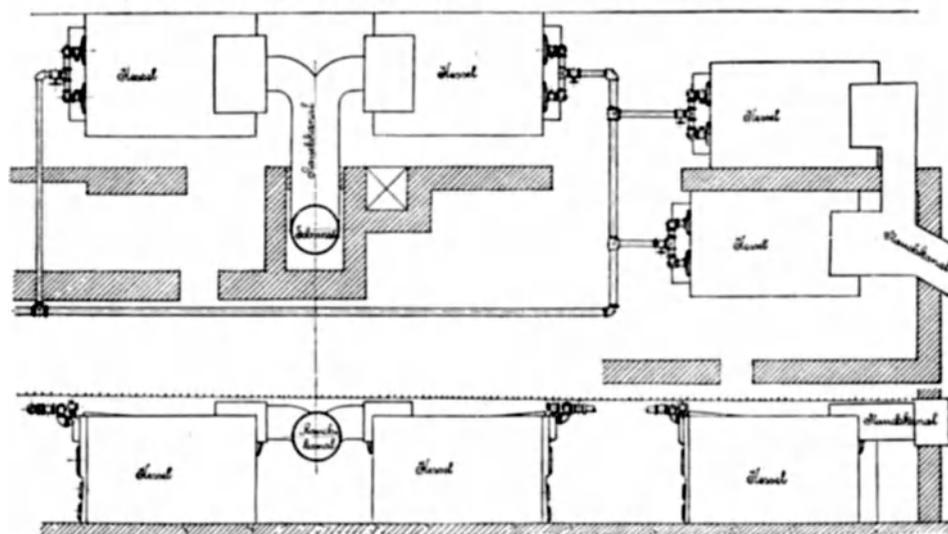
Die zweite Kraftanlage versieht nur das Hotel. Die

Fig. 42.
Auditorium-Gebäude.



Fig. 43.

Dampfkesselanlage des Auditorium-Geschäftshauses. Maßstab 1 : 250.



Anordnung der Maschinen und Kessel ist in Fig. 46 dargestellt. Die Anlage enthält 3 Williams-Maschinen, 1 Ide-Maschine und 1 Straight Line-Maschine für den Dynamobe-

trieb, 1 große Tandem-Worthington-Pumpe *a* von 29" und 16" (737 und 406 mm) Dampfzylinder-Dmr. und 18" = 457 mm Hub, 1 kleinere Duplexpumpe *b* für den Betrieb der

8 Hotelaufzüge, und 6 kleinere Worthington - Pumpen für Kesselspeisung und zur Lieferung des heißen und kalten Wassers für den Hotelbedarf.

Die Kesselanlage des Hotels besteht aus 5 Kesseln derselben Bauart wie in der Auditorium-Abteilung. Die Anordnung ist aus Zeichnung Fig. 47 ersichtlich. Es sind jedoch wegen Raumbeschränkung die Kessel ohne den in den Skizzen dargestellten Oberkessel ausgeführt worden.

Die Heizung des Gebäudes erfolgt mittels Auspuffdampfes. Im Winter wird stündlich bis zu 1500 kg frischer Dampf hinzugefügt. Die Heizfläche der im Hotel vorhandenen Heizkörper beträgt etwa 65 000 qm. Der Auspuffdampf der Maschinen wird in einen großen Behälter geleitet, zum Absondern des Kondensationswassers und Oeles, und gelangt von da in die Heizröhren. Das für den

Hotelgebrauch bestimmte heiße Wasser wird in den beiden Behältern e, Fig. 46, durch frischen Dampf erwärmt. In diesen Behältern befindet sich ein Röhrensystem, durch welches der Dampf streicht, das umgebende Wasser erwärmend; das kalte Wasser wird unten zugeführt, das warme geht oben nach dem unter Dach befindlichen Warmwasserbehälter ab. Dieser Behälter ist mit dem tiefsten Teil des Wasserwärmers durch eine Rückleitung verbunden, sodass das Wasser umläuft und beständig warm gehalten wird. Der Wasserdruck im Wärmer beträgt 60 Pfd. = 4,2 kg/qcm. Die übliche Spannung des Auspuffdampfes beträgt 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm, welche trotz des großen Gegendruckes auf die Betriebsmaschine im Sommer beibehalten wird, um Druck für die Wäscherei zur Verfügung zu haben.

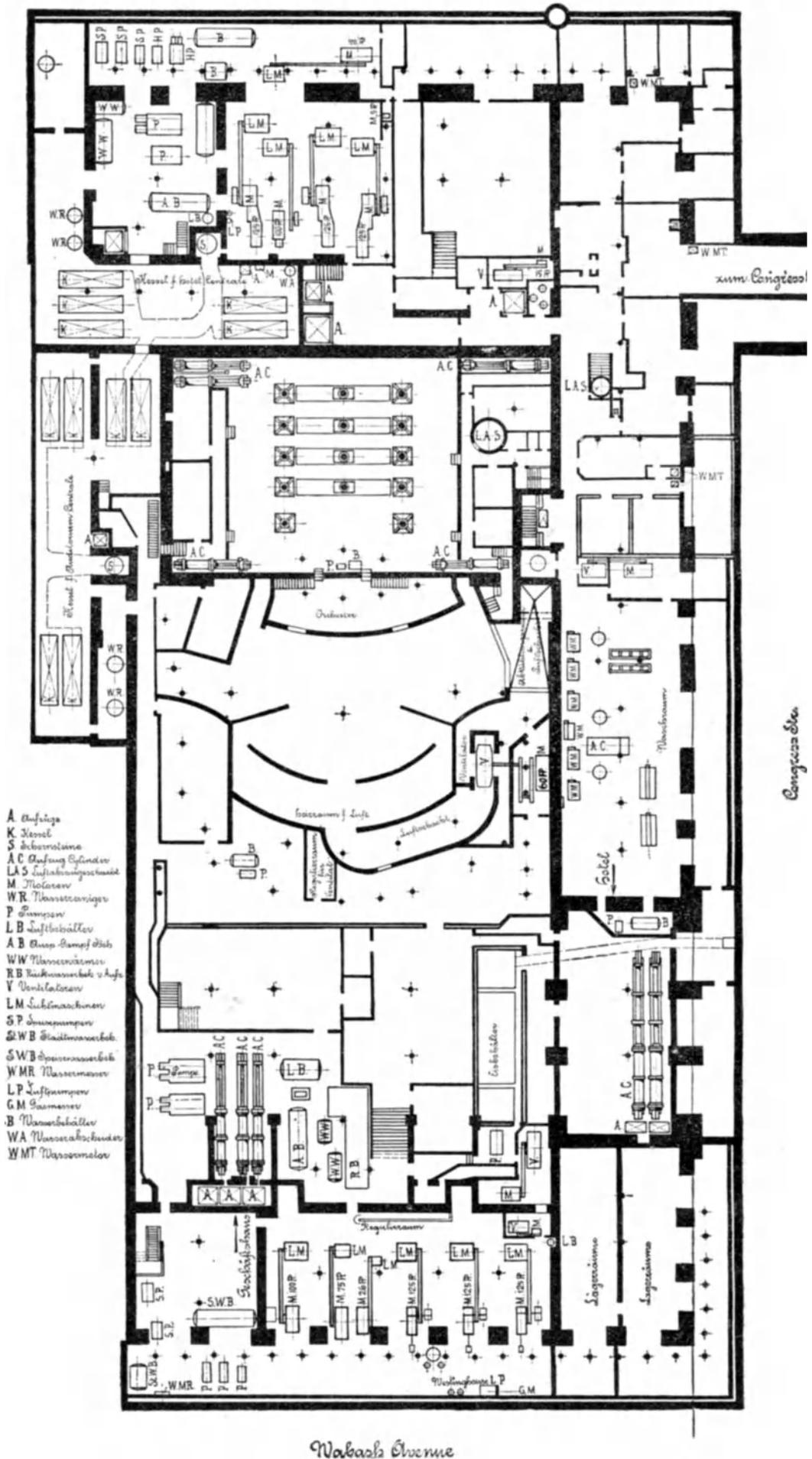
Das in den Heizkörpern sich bildende Kondensationswasser fließt in einen besonderen Behälter zurück und wird, bevor es zum Kesselspeisen verwandt wird, durch Koksfilter vom Oel gereinigt. Das Wasser kommt jedoch verhältnismäßig kalt in die Kessel (30°C), weshalb es bei anderen Anlagen durch Auspuffdampf noch einmal vorgewärmt wird.

In der Zentrale sind 2 kleine Westinghouse - Kompressoren zum Betrieb der selbstthätigen Entleerungsvorrichtungen für die Abwässer vorhanden.

Das Hotel enthält 580 Zimmer, die aber dem Be-

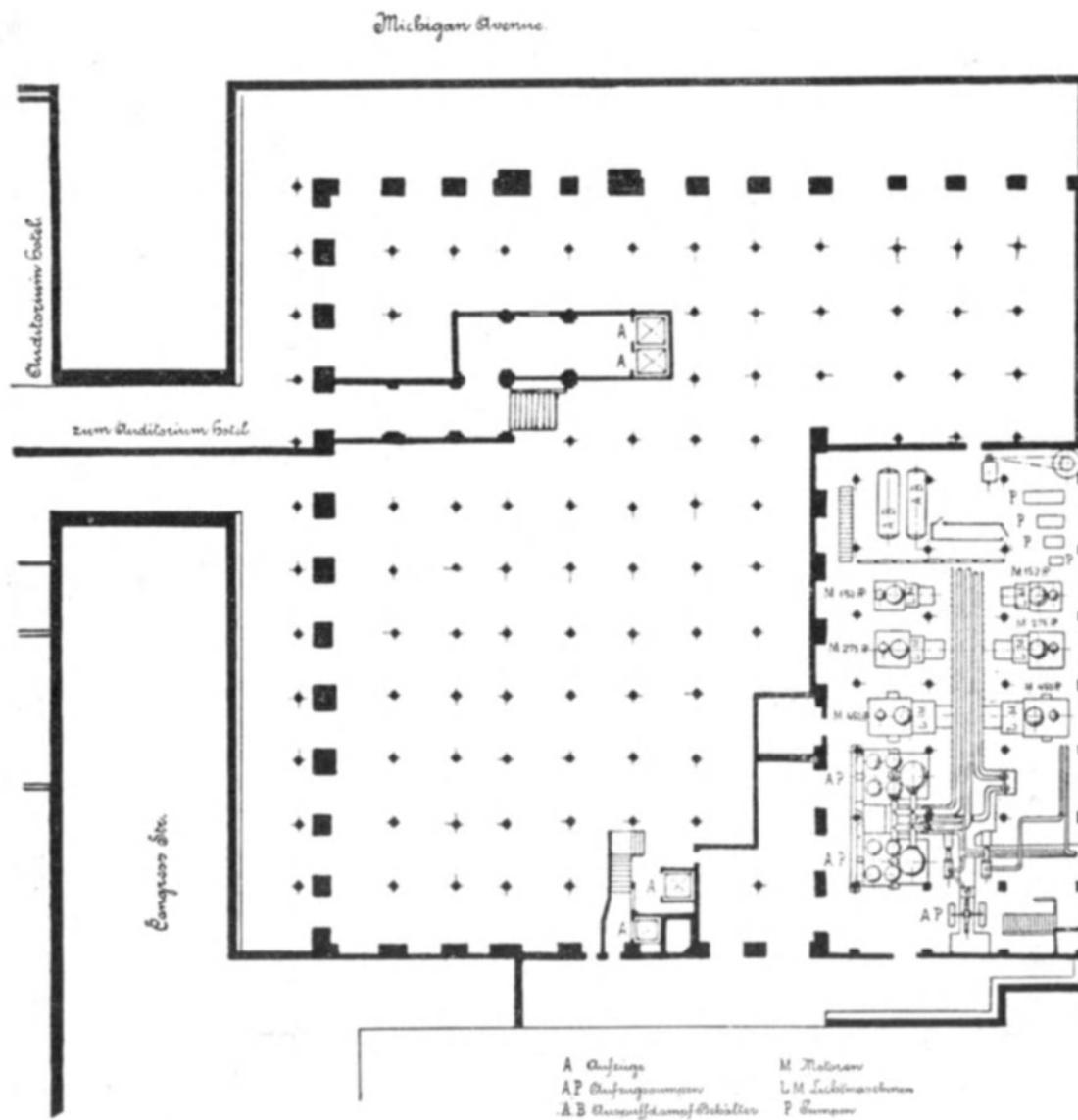
Fig. 44.

Grundriss des Auditorium-Gebäudes. Maßstab 1:600.
Michigan Avenue



Wabash Avenue

Fig. 45. Grundriss des Congress-Hotels. Maßstab 1:500.



dürfnis nicht mehr genügen. Es ist deshalb von der Auditorium Association ein großer Hotelneubau, das neue Congress-Hotel, gegenüber dem Auditorium aufgeführt, der nahezu vollendet ist.

Im Jahresdurchschnitt werden für Beleuchtung des alten Hotels, das mit 6500 Glühlampen ausgestattet ist, 300 PS verwandt, für Aufzugbetrieb 50,4 PS und für sonstigen Pumpenbetrieb 2,7 PS; der Kraftbedarf ist natürlich sehr verschieden und schwankt für Beleuchtungszwecke im Winter von 800 PS zur Nachtzeit bis zu 200 PS zur Tageszeit und geht herunter bis zu 30 PS im Sommer zur Tageszeit.

Die Maschinen- und namentlich die Kesselanlage ergeben einen sehr wenig wirtschaftlichen Betrieb. Die Kessel leisten nur 6-fache Verdampfung; der Dampfverbrauch der Lichtmotoren beträgt etwa 16,3 kg und der der Pumpmaschinen etwa 81,5 kg für 1 PS-Std., sodass der Betrieb im Sommer, wo der Auspuffdampf nicht benutzt wird, sehr kostspielig wird.

Nachfolgende Zahlen geben Aufschluss über die Betriebsverhältnisse und Kosten der Maschinenanlage des Hotels. Die Leitung ist in den Händen eines Ingenieurs, der tags 22 und nachts 17 Maschinisten und Hilfsarbeiter zur Verfügung hat, zusammen 39 Mann. Außerdem sind noch 7 Personen mit der Führung der Aufzüge betraut.

Die Aufzugspumpen haben während des Jahres 1892 in die Behälter des Turmes 154 126 300 Gallonen = rd. 600 000 cbm Wasser gepumpt. 6 Aufzüge waren täglich

während 18 Std., 2 während 4 Std. und 1 während 3 1/2 Std im Betrieb.

Für häusliche Zwecke und Kesselspeisung der Hotelzentrale wurden 32 958 500 Gall. = rd. 125 000 cbm jährlich verbraucht, was einen jährlichen Kostenaufwand von 2714,6 \$ verursachte.

Die Gesamtausgaben betragen über 55 000 \$; dabei sind rd. 7200 \$ für Gas und Wasser inbegriffen.

Die jährlichen Kosten (die täglichen Durchschnittskosten sind in Klammern beigefügt) setzen sich zusammen aus:

Kohlen	17 897,7	\$ (49,03 \$),
1 t Kohle zu 2,35 \$		
Arbeitslöhne für Maschinisten	16 827,83	\$ (46,12 \$),
oder für 1 Maschinisten täglich 2 \$		
Arbeitslöhne für das Aufzugspersonal	4 850,8	\$ (13,56 \$),
oder für 1 Mann täglich 89 Cts.		
Brenngas	4 208,8	\$
Leuchtgas	309,36	\$
Reparaturkosten für die Gasleitungen	27,19	\$
elektrische Abteilung: Lampenersatz,		
Drähte usw.	4 228,58	\$ (7,73 \$),
(täglich ungefähr 15 Lampen)		
Reparaturkosten der Kleinmotoren für		
Lüftung	47,81	\$
elektrische Glocken u. dgl.	149,26	\$
Spenglerarbeiten	510,46	\$
Unratabführvorrichtungen	39,30	\$
Maschinenkonto	475,21	\$

Fig. 46.

Maschinenanlage des Auditorium-Hotels. Maßstab 1:200.

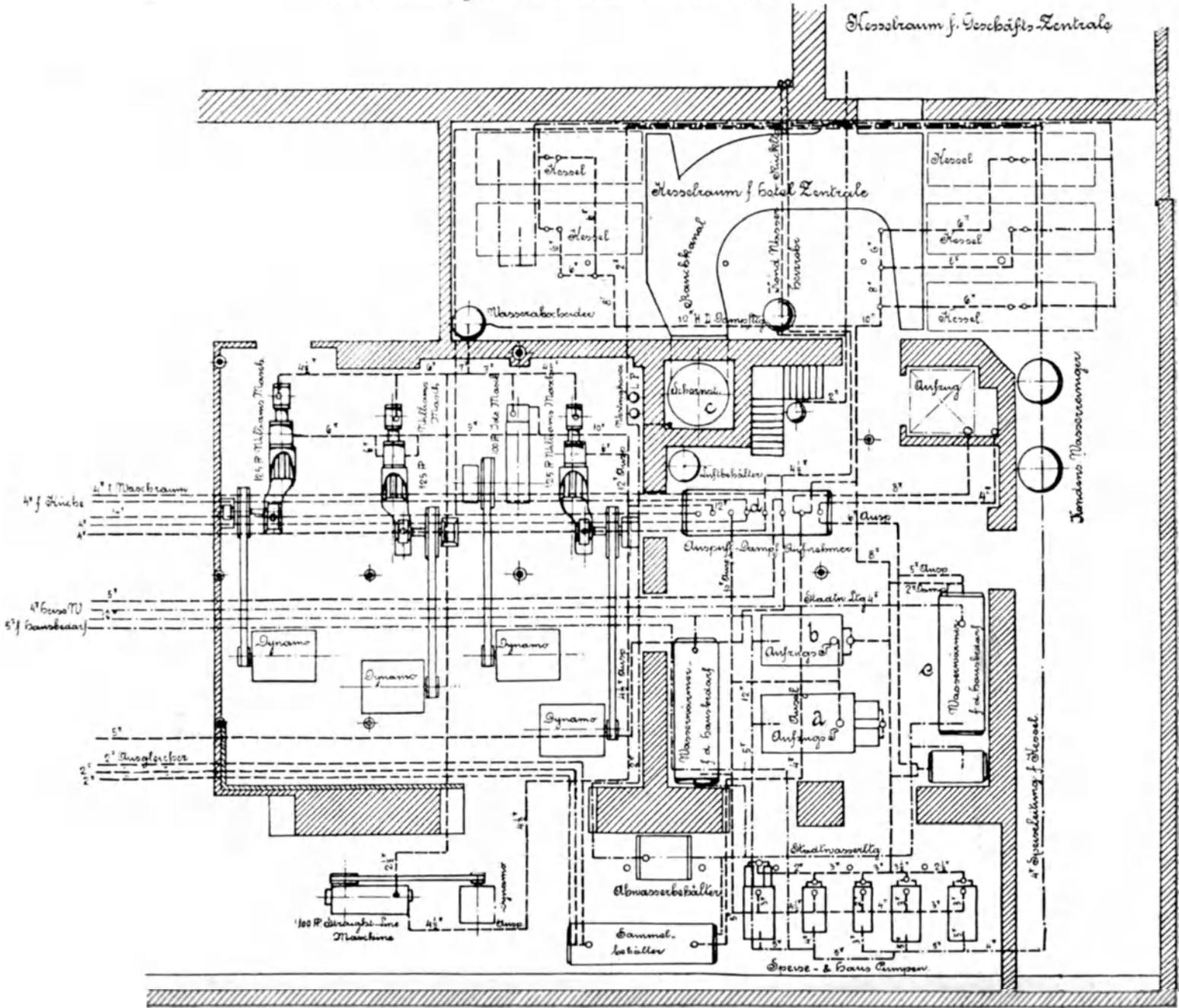
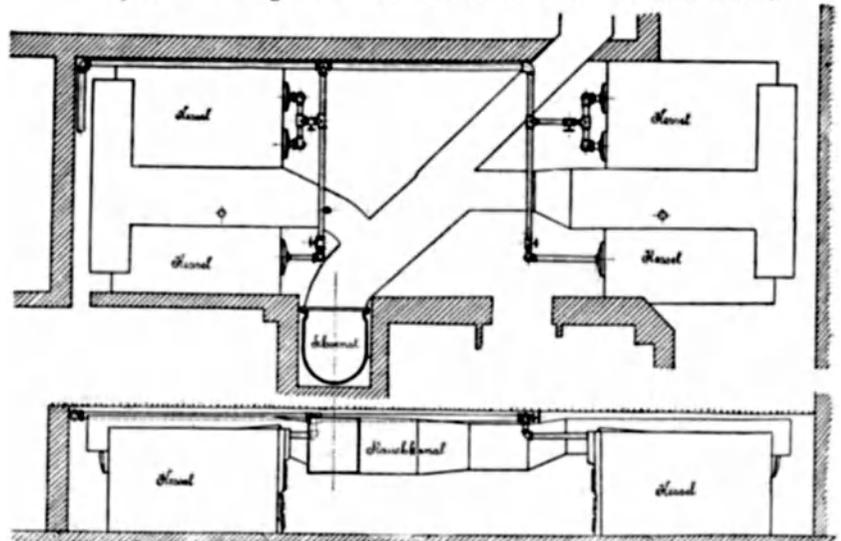


Fig. 47.

Dampfkesselanlage des Auditorium-Hotels. Maßstab 1:250.



Maschinenreparaturkosten	209,64 \$
hydraulischer und Pumpendienst	192,93 \$
Aufzugsbetrieb	461,77 \$
Kesselbetrieb einschl. Reparatur der Feuerbrücken und Roststäbe	767,91 \$ (2,10 \$),
Wasserverbrauch	2 714,60 \$ (7,43 \$),
Ölverbrauch	1 040,26 \$ (2,89 \$),
Reparaturkosten für die Dampf- heizungsanlage	398,00 \$
allgemeine Unkosten	332,42 \$
Reparaturkosten in der Wäscherei	123,17 \$

Im Betriebsjahre 1891 sind folgende Betriebsstörungen vorgekommen:

Der Aufzugsbetrieb wurde am 4. Mai von 1 bis 5 Uhr früh unterbrochen, um den Zustand der Wasserbehälter zu untersuchen, welche ausbesserungsbedürftig befunden wurden.

Am 31. Oktober verursachte eine Störung in der Stromleitung eine Unterbrechung in der Beleuchtung während 3 Minuten.

Am 10. November fand ein Bruch an einer Aufzugsmaschine statt, ohne wesentliche Betriebsunterbrechung zu verursachen.

Andere Betriebsstörungen sind trotz des vielgliedrigen Betriebes nicht vorgekommen.

Im Jahre 1890 wurde am 10. Mai der Lichtbetrieb im östlichen Teile des Hotels $\frac{1}{2}$ Stunde lang unterbrochen.

Am 20. August wurde wegen plötzlichen Anhaltens des Aufzuges ein Zugseil aus den Rollen gehoben, die Betriebsunterbrechung dauerte 6 Stunden.

Die Temperatur im Maschinenraum betrug in den Monaten Juni, Juli und August 1890 im mittel $108^{\circ} F = 42^{\circ} C$ und stieg zeitweilig während der Abendstunden, wenn die Lichtmaschinen im Betrieb waren, bis auf $124^{\circ} F = 51^{\circ} C$.

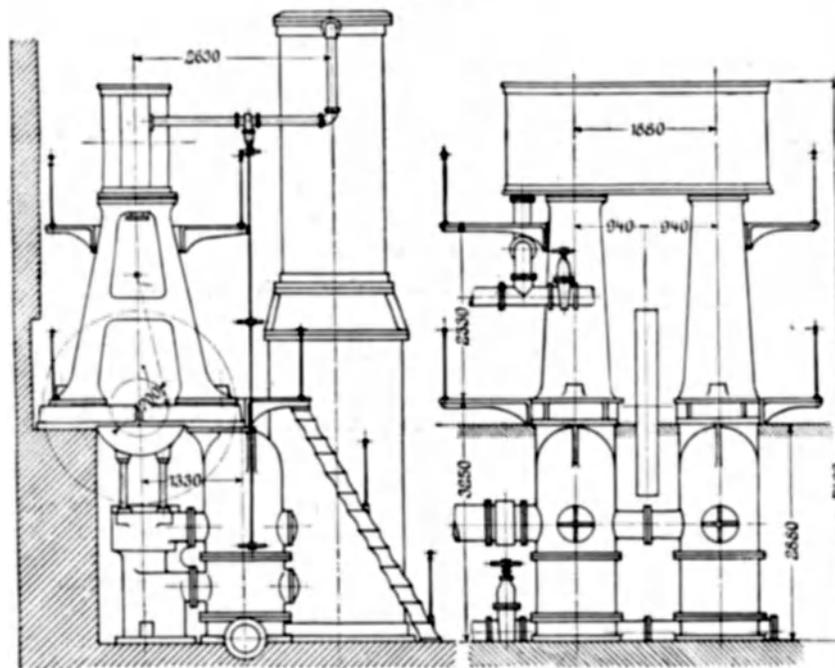
An Kohlen werden in beiden Zentralen zusammen im Winter etwa 50 t, im Sommer 35 t täglich verbraucht. Zur

Bedienung der Zentralen sind zusammen etwa 65 Mann angestellt. Die Gesamtbetriebskosten des ganzen Auditorium-Gebäudes einschl. Gehälter, Kohlen, Wasser usw. betragen im letzten Jahre 75000 \$.

Bei Erbauung des oben erwähnten neuen (Kongress-) Hotels gegenüber dem Auditorium-Hotel an der Michigan Avenue wurde von der Gesellschaft auch der Bau einer neuen Zentrale beschlossen, von der aus sowohl das ganze Auditorium-Gebäude, Geschäftshaus und Hotel, als auch das neue Congress-Hotel gemeinsam versorgt werden soll. Ein Grundriss des Congress-Hotels mit der neuen Zentrale ist in Fig. 45 dargestellt. Bei Entwurf dieser neuen gemeinsamen Zentrale wurde hauptsächlich Wert auf wirtschaftlich arbeitende Maschinen und mögliche Ersparnis an Personal gelegt. Man hofft, den technischen Betrieb der gemeinsamen Maschinenanlagen für die 3 Abteilungen mit nur 40 Mann durchführen zu können.

Fig. 48.

Aufzugspumpen des Congress-Hotels.
Maßstab 1:100.



Das Congress-Hotel hat rd. 140000 cbm Inhalt und enthält 6 Aufzüge und 6000 Glühlampen. Der Lichtbedarf, welcher von der neuen Zentrale zu versorgen ist, beträgt:

Auditorium-Hotel	6 500 Glühlampen
» -Geschäftshaus	4 000 »
neues Congress-Hotel	6 000 »
	16 500 Glühlampen.

Die Station hat ferner alle 3 Gebäude zu heizen, entsprechend einem Rauminhalt von zusammen rd. 425000 cbm und außerdem die Betriebskraft für zusammen 19 Aufzüge zu liefern.

Die neue Zentralstation ist nicht im Kellergeschoss untergebracht, sondern an das Hotel angebaut, dessen Flügel sie vollständig verdecken. Das Werk ist zum Betrieb von 20000 Glühlampen eingerichtet.

Die Betriebsmaschinen sind sämtlich raschlaufende Verbundmaschinen, von den Lake Erie Engineering Works in Buffalo, N. Y., gebaut, und zwar werden 2 von je 450 PS, 2 von je 275 PS und 2 von je 150 PS aufgestellt; die Maschinen treiben direkt gekuppelte Siemens & Halske-Dynamos an.

Die Pumpenanlage besteht aus 2 von der Allis Co. in Milwaukee gebauten stehenden Pumpmaschinen von je 300 PS,

deren allgemeine Anordnung aus Fig. 48 ersichtlich ist, und 1 kleineren liegenden Maschine mit Differentialpumpe von 120 PS.

Die von der Allis Co. gelieferten Pumpmaschinen haben 2 Pumpen und 2 Dampfzylinder, wovon einer Hochdruck- und einer Niederdruckzylinder ist. Die kleinere Pumpe soll nur nachts, wenn der Aufzugsbetrieb größtenteils ruht, in Betrieb kommen. Die Anordnung der Neuanlagen ist aus Fig. 45 ersichtlich. Die Maschinen sind im Erdgeschoss untergebracht. Die Röhrenleitungen laufen längs den Wänden des Gebäudes. Die Dampfzuführungsröhren sind doppelt ausgeführt.

Die Hauptmaße der neuen Zentrale sind aus Fig. 49 im Aufriss ersichtlich, woraus auch die allgemeine Anordnung der Maschinen- und Kesselräume erhellt. Im ersten Stockwerk, über der Maschine, sind die Kessel angeordnet, und zwar nur in einer Reihe. Es sind 7 von Campbell & Zell in Baltimore gebaute Wasserröhrenkessel mit außenliegendem Feuerraum aufgestellt; die Beschickung der schrägliegenden Roste geschieht selbstthätig durch Falltrichter und Schüttelvorrichtungen von dem im zweiten Stockwerk gelegenen Kohlenbehälter aus. Die Kohlenstücke fallen zunächst auf eine zu beiden Seiten der Feuerung liegende Brücke, auf

der sie verkocht werden, und rutschen dann auf den Rost. Hiermit soll vollständige Rauchverbrennung erzielt werden. Die Aschenabfuhr erfolgt ebenfalls selbstthätig.

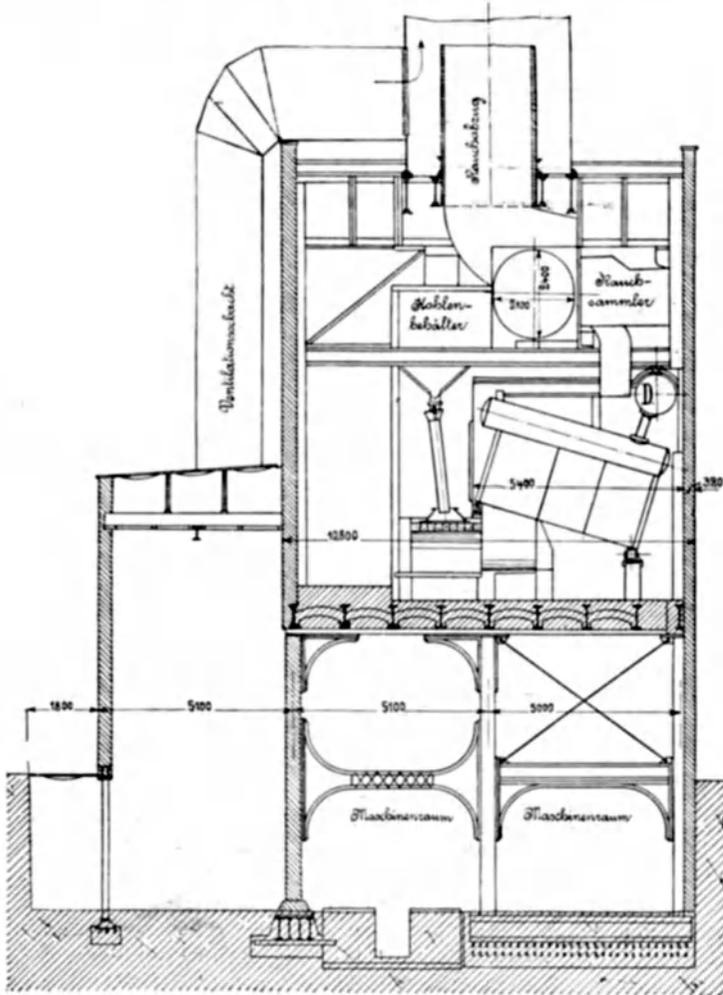
Erwähnenswert ist, dass der Dampf getrocknet und überhitzt wird, zu welchem Zwecke der Dampfdom *D* von den abziehenden Gasen umspült wird.

Der aus Eisenblech hergestellte Kamin ist doppelwandig; der innere Cylinder ist der eigentliche Kamin, der Mantelraum dient zur Lüftung des Maschinenhauses.

Man hatte ursprünglich beabsichtigt, die Maschinen mit Kondensation zu bauen und das erforderliche Kondensationswasser aus dem nahe gelegenen Michigan-See zu entnehmen, um im Sommer möglichst billig arbeiten zu können. Diese Absicht scheiterte aber sowohl an den zu hohen Kosten des

Fig. 49.

Querschnitt durch das Maschinenhaus des Congress-Hotels.
Maßstab 1:200.



Tunnels, der das Wasser vom See herüberleiten sollte, als auch an der Ungewissheit, die über die Uferregulierung besteht.

Die Hotelgebäude liegen am Ostrande der Stadt am Seeufer, aber vor ihnen liegt die breite Anschüttung der Seeufer, welche vom großen Brande der Stadt herrührt, und die Hauptlinie der Illinois-Zentraleisenbahn. Der Wunsch der Stadt, das Seeufer für Anlagen zu verwenden, hat zahlreiche Projekte hervorgerufen, darunter mehrere, die genannte Eisenbahnlinie als Untergrundbahn umzugestalten und den jetzt von ihr beanspruchten Raum für Parkanlagen zu gewinnen. Die Unbestimmtheit dieser Projekte sowie gewisse Vorrechte der Stadtwasserleitung lassen die Benutzung des Sees für Maschinenanlagen vorläufig nicht zu.

Die Auditorium Association glaubt den Betrieb für die 3 Abteilungen in der neuen Station mit einem jährlichen Aufwand von etwa 60000 \$ bestreiten zu können, was den Einzelanlagen gegenüber einer Ersparnis von 30000 \$ entsprechen würde.

Ueber die Möglichkeit von Ersparnissen und die Bedeutung des Maschinenbetriebes in den Geschäftshäusern von Chicago werde ich noch später zu berichten Gelegenheit finden.

Rookery-Gebäude.

Das Rookery-Gebäude ist ein großes, in der Mitte der Stadt gelegenes Geschäftshaus. Es ist $195' = 59,4$ m lang, $195' = 59,4$ m breit und $156' = 47,5$ m hoch und enthält über 150000 cbm. Zur Bewältigung des inneren Verkehrs sind 12 hydraulisch betriebene Aufzüge vorhanden, von denen etwa die Hälfte den Verkehr bis zum 7. Stockwerk vermittelt, während die andere Hälfte bis zum 7. Stockwerk als »Expresszug« durchläuft und von da ab bis zum 12. Stockwerk den Verkehr vermittelt. Es mag bemerkt werden, dass die hoch gelegenen Räume die gesuchteren sind. Die Maschinenanlage befindet sich im Kellergeschoss. Für den Lichtbetrieb sind 2 Corliass-Maschinen von $20'' = 508$ mm Dmr. und $42'' = 1067$ mm Hub vorhanden, von denen die eine, gebaut von Hooven, Owens & Rentschler in Hamilton, Ohio, mit 80, die andere, von Weifsel & Pilter in Milwaukee gebaute mit 94 Min.-Umdr. betrieben wird. Beide Maschinen treiben mittels Riemen eine Transmissionswelle an und können durch Reibungskupplungen ausgeschaltet werden. Von der Transmissionswelle aus, welche mit 156 Umdr. läuft, werden 4 Edison-Dynamos angetrieben, deren Umdrehungszahl 628 beträgt. Da der Lichtbedarf von nachts 11 Uhr bis morgens 6 Uhr sehr gering ist, wurde nachträglich eine Straight Line-Maschine aufgestellt, die eine fünfte Edison-Dynamo mittels Riemen ohne Zwischenschaltung der Transmission antreibt.

Das Druckwasser für die Aufzüge wird durch 3 Tandem-Worthington-Pumpen geliefert, von denen aber nur 2 in regelmäßigem Betriebe sind. Das Wasser wird in einen 55 m hoch gelegenen Behälter unter Dach gedrückt, sodass ein hydrostatischer Druck von über 5 Atm. für den Aufzugsbetrieb zur Verfügung steht. Von morgens 7 bis abends 6 Uhr sind alle 12 Aufzüge im Betrieb, von 6 bis 7 Uhr nur 2, während der Nacht nur 1 Aufzug.

Zur Lieferung des Warm- und Kaltwassers sind je zwei Pumpen aufgestellt; die beiden Kaltwasserpumpen stehen im regelmäßigen Betrieb, während nur eine Warmwasserpumpe für gewöhnlich betrieben wird.

Der Auspuffdampf wird zur Heizung verwandt. Das Gebäude enthält Heizkörper von zusammen 54000 Quadratfuß = rd. 5000 qm Heizfläche, sodass ungefähr auf 30 cbm des Gebäudes 1 qm Heizfläche kommt. Frischer Dampf wird zur Heizung namentlich Sonntags und im Winter nachts verwandt. Das Gebäude wird im Winter Tag und Nacht geheizt, um Durchkältung zu verhüten.

Es sind 8 Dampfkessel von je 90 PS vorhanden, davon werden aber im Sommer nur 4, im Winter 6 regelmäßig benutzt. Um Heizer zu sparen, werden die Kessel überanstrengt und im Winter bis auf 150 PS beansprucht.

Das Gebäude enthält 4000 Glühlampen. Der elektrische Betrieb wird während 24 Stunden durchgeführt. Der Lichtbedarf ist während der verschiedenen Tageszeiten sehr schwankend, und zwar geben die Ampèremeter an: für die Zeit von 6 Uhr früh bis 5 Uhr nachmittags durchschnittlich 700 A, von 5 bis 6 Uhr 950 A, von 6 bis 9 Uhr 600 A, von 9 bis 11 Uhr 380 A, von 11 Uhr nachts bis 6 Uhr morgens 150 A bei 110 V Spannung. Infolge der schlechten Wirkungsgrade ergibt sich als entsprechende indizierte Dampfmaschinenleistung für Lichtbetrieb: von 6 Uhr früh bis 5 Uhr nachmittags 170 PS, von 5 bis 6 Uhr 235 PS, von 6 bis 9 Uhr 147 PS, von 9 bis 11 Uhr 95 PS, von 11 Uhr nachts bis 6 Uhr früh 37 PS. Im Durchschnitt sind, der Tag zu 24 Std. gerechnet, für Beleuchtung stündlich 125 PS erforderlich.

Für den Aufzugsbetrieb können, während 11 Stunden am Tage, 175 Dampf-PS gerechnet werden.

An Kohlen werden verbraucht: im Sommer 275 t, im Winter 5- bis 600 t für den Monat.

Außer einem Ingenieur sind an Personal zur Bedienung der Maschinen und Kessel vorhanden: 4 Maschinisten, 3 Heizer bei Tage, 2 Maschinisten und 2 Heizer nachts, zusammen 11 Personen. Für die Bedienung der Aufzüge und Reparaturarbeiten an den Leitungen und Aufzügen sind weitere sechs Mann angestellt, das gesamte Personal beläuft sich also auf 17 Personen.

Bei einem Kohlenpreise von 2,75 \$ für die Tonne werden im Sommer 756 \$, im Winter 1520 \$ für den Monat, für Personal werden im Sommer und Winter 750 \$ monatlich verausgabt.

Geschäftshaus Dearborn Street 167.

Das Geschäftshaus Dearborn Street 167 ist ein älteres, seit 10 Jahren bestehendes Gebäude von verhältnismäßig geringer Höhe (7 Stockwerke). Es ist von Interesse, die Betriebsverhältnisse dieses nach Chicagoer Begriffen kleinen Geschäftshauses, dessen Einrichtung weit hinter den modernen Anforderungen zurücksteht, zu kennzeichnen.

Das Gebäude hat 104' x 120' (31,7 m x 36,6 m) Grundfläche und 100' = 30,5 m Höhe, und der zu heizende Raum entspricht etwa 42000 cbm. Im Erdgeschoss befindet sich ein Restaurant, die übrigen Räumlichkeiten werden als Bureaus benutzt.

Für den Betrieb von 3 Aufzügen ist eine große Worthington-Pumpe vorhanden; eine kleinere dient als Reserve. 2 kleine Pumpen derselben Gattung versorgen das Haus mit heißem und kaltem Wasser.

Die Kesselanlage besteht aus drei Wasserröhrenkesseln. Der Dampfdruck beträgt 70 bis 80 Pfd. (4,9 bis 5,6 kg/qcm).

Der Auspuffdampf wird zur Heizung benutzt, reicht aber im Winter bei weitem nicht aus, sodass mehr als die Hälfte an frischem Dampf zugeführt werden muss.

Besonders viel Dampf erfordert das Restaurant, das mit Dampf kocht und infolgedessen Dampf von 2,5 bis 2,8 kg/qcm Pressung bekommt.

Zur Bedienung sind 1 Maschinist und 1 Heizer am Tage und 1 für die Nachtzeit vorhanden.

Die Betriebskosten betragen:

an Kohlen für Heizung	1275 \$
» » » das Restaurant	375
» » » den Pumpenbetrieb	850
	<hr/>
	2500 \$
1 t Kohlen kostet 3 \$.	
an Gehältern für 1 Maschinisten und 2 Heizer	2400 \$
an Oel, Wasser, Gas für Beleuchtung	750
Kesselunterhalt	350
	<hr/>
	3500 \$

Masonic Temple-Geschäftshaus.

Eine neuere Maschinenanlage ist im Masonic Temple-Gebäude, dem bisher höchsten Gebäude in Chicago, ausgeführt

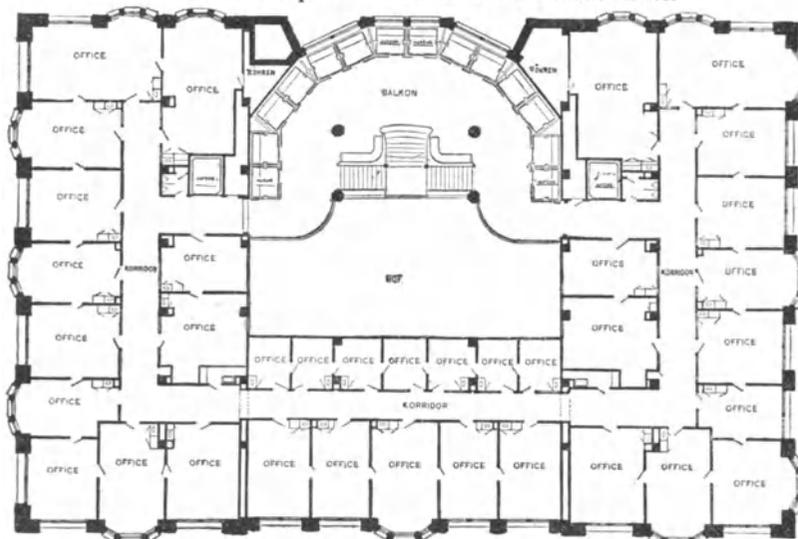
Fig. 50.

Masonic Temple.



Fig. 51.

Masonic Temple. Grundriss des 11. Stockwerkes.



und erst seit einem Jahre im Betrieb. Eine Vorstellung von der Größe des Gebäudes geben die Fig. 50 und der Grundriss des 11. Stockwerkes, Fig. 51. Hauptschwierigkeiten waren die sehr beschränkten Raumverhältnisse. Der Maschinenraum musste unter den Fußsteig der Straße gelegt und infolgedessen 1000 PS in einen Raum von 9' = 2,7 m Höhe, 112' = 34,1 m Länge und 22' = 6,7 m Breite untergebracht werden.

Es sind zwei 500pferdige von Fraser & Chalmers in Chicago gebaute Corliss-Maschinen aufgestellt, s. Fig. 52 bis 54. Die Maschinen laufen mit 90 Umdr. und treiben mittels eines 1,1 m breiten Riemens eine Transmissionswelle an, von der aus 6 Thomson-Houston-Dynamos betrieben werden.

Die Schwungräder der Maschinen konnten des beschränkten Raumes wegen nur geringen Durchmesser erhalten und sind deshalb sehr schwer, s. Querschnitt Fig. 54, welcher auch

die eigenartige Fundierung zeigt. Das Maschinenbett mit Rundführung ist aus 2 Teilen verschraubt. Die Transmission macht 267 Min.-Umdr. Jede einzelne Riemscheibe ist mittels

Fig. 14 bis 16. Maschinenanlage

Fig. 52.

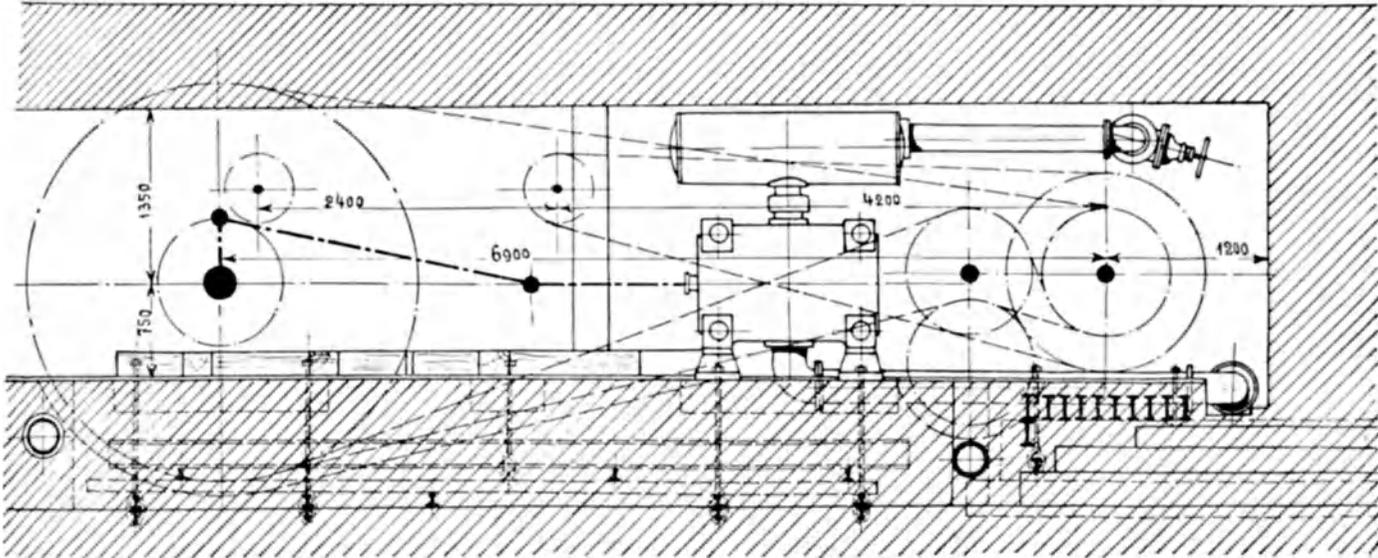
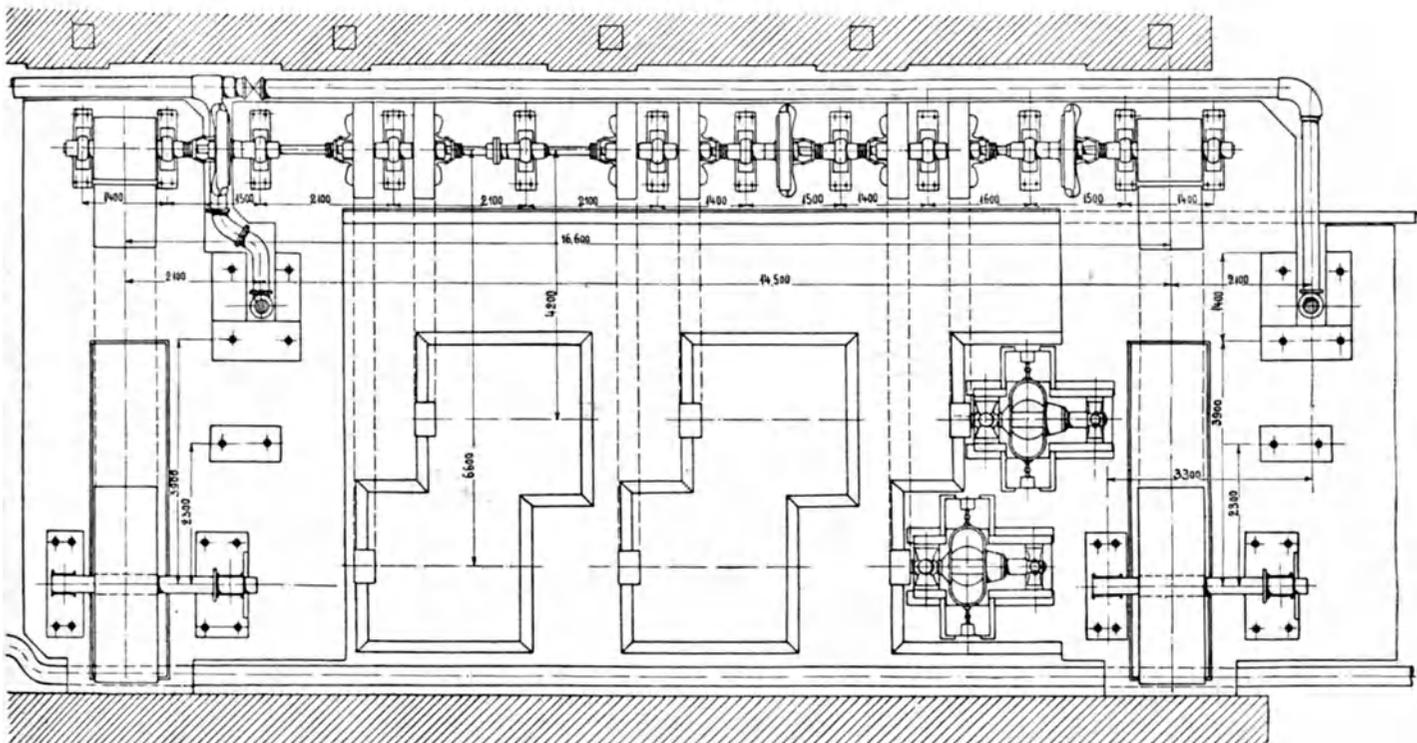
Querschnitt des Maschinenhauses.
Mafsstab 1:60.

Fig. 53.

Grundriss des Maschinenhauses.
Mafsstab 1:60.

Reibungskupplung ausrückbar. Eine Dampfmaschine genügt für den Betrieb, die zweite ist zur Reserve da.

Zwischen der Transmission und den beiden Maschinen stehen die Dynamos, jede von 650 A. Die Dynamomaschinen laufen mit 700 Min.-Umdr. Das Schaltbrett liegt zunächst den Dynamos; es ist auf einer Marmorplatte hergestellt und wie hier üblich, reich ausgestattet.

Der Raum ist so beengt, dass die Maschinen nur von der Strafe aus in den Maschinenraum hinuntergelassen werden konnten. Nach der Montierung wurde dann die Decke, über welche der Fuß- und Fuhrwerksverkehr geht, darüber gebaut. Die berüchtigsten unterirdischen Maschinenräume für Bergbaulanlagen sind reichlicher bemessen.

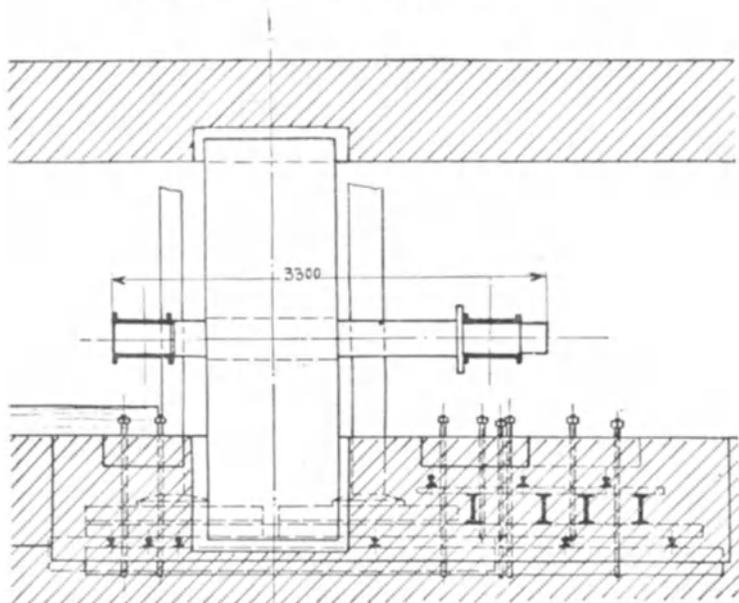
Für den Betrieb der 14 Aufzüge des Gebäudes sind

3 Tandem-Worthington-Pumpen vorhanden, von denen jedoch 1 für den Betrieb genügt. Die Wasserpressung für den Aufzugsbetrieb beträgt 130 Pfd. = 9,1 kg/qcm. 12 Aufzüge

des Masonic Temple.

Fig. 54.

Querschnitt der Fundirung. Maßstab 1:60.



sind von morgens 7 bis abends 6 im Betrieb, bis 6 1/2 nur 2 und bis 11 Uhr nur einer.

Zur Kesselspeisung werden 2 stehende Worthington-Pumpen benutzt. Die Anlage enthält 8 Wellrohrkessel mit vorgebautem Feuerraum, s. Fig. 55 und 56. Das Wellrohr hat 48" = 1219 mm Dmr. und ist 13' 6" = 4,1 m lang. Jeder Kessel wiegt rd. 16000 kg. Der Dampfdruck beträgt 100 Pfd. = 7 kg/qcm.

Zur Versorgung des Gebäudes mit warmem und kaltem Wasser sind 2 Worthington-Pumpen im Betrieb.

Der Auspuffdampf wird in der üblichen Weise zur Heizung benutzt. Im Gebäude sind über 1300 Heizkörper vorhanden, denen der Dampf durch 67 verschiedene aufsteigende Rohrleitungen zugeführt wird. Die gesamten Heizdampfleitungen besitzen 376 Ausdehnungsvorrichtungen. Das Kondensationswasser aus den Heizkörpern fließt wieder zur Lichtstation zurück, wird durch Auspuffdampf vorgewärmt und zur Kesselspeisung benutzt. Das Speisewasser wird durch Einspritzen in einen mit Auspuffdampf gefüllten Behälter vorgewärmt.

Für Lichterzeugung sind ungefähr 80 bis 90 PS im Durchschnitt auf 24 Std. täglich im Betrieb; 8000 Glühlampen werden mit Strom versorgt. Die Zentrale liefert gleichzeitig 120 Dampfkessel-PS an ein Nebengebäude.

Der tägliche Kohlenverbrauch betrug im Sommer 12 t. im Winter 18 t, im letzten Januar, bei der ungewöhnlichen Kälte erreichte er sogar 24 t. Diese Zahlen sind jedoch für den Gesamtbetrieb des Gebäudes nicht maßgebend, da es gegenwärtig noch nicht vollständig bewohnt ist.

An Personal sind vorhanden: 1 Ingenieur, 1 Maschinist, 1 Oeler, 1 Hilfsarbeiter und 3 Heizer für den Tagbetrieb; für

Fig. 55.

Kesselanlage des Masonic Temple. Grundriss und Seitenansicht. Maßstab 1:200.

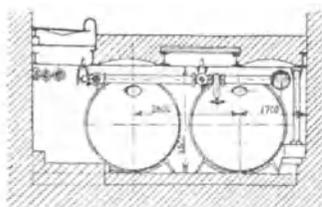
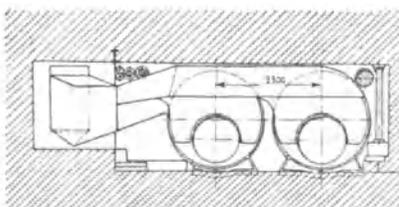
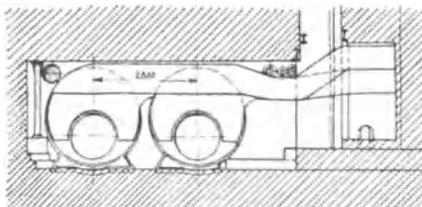
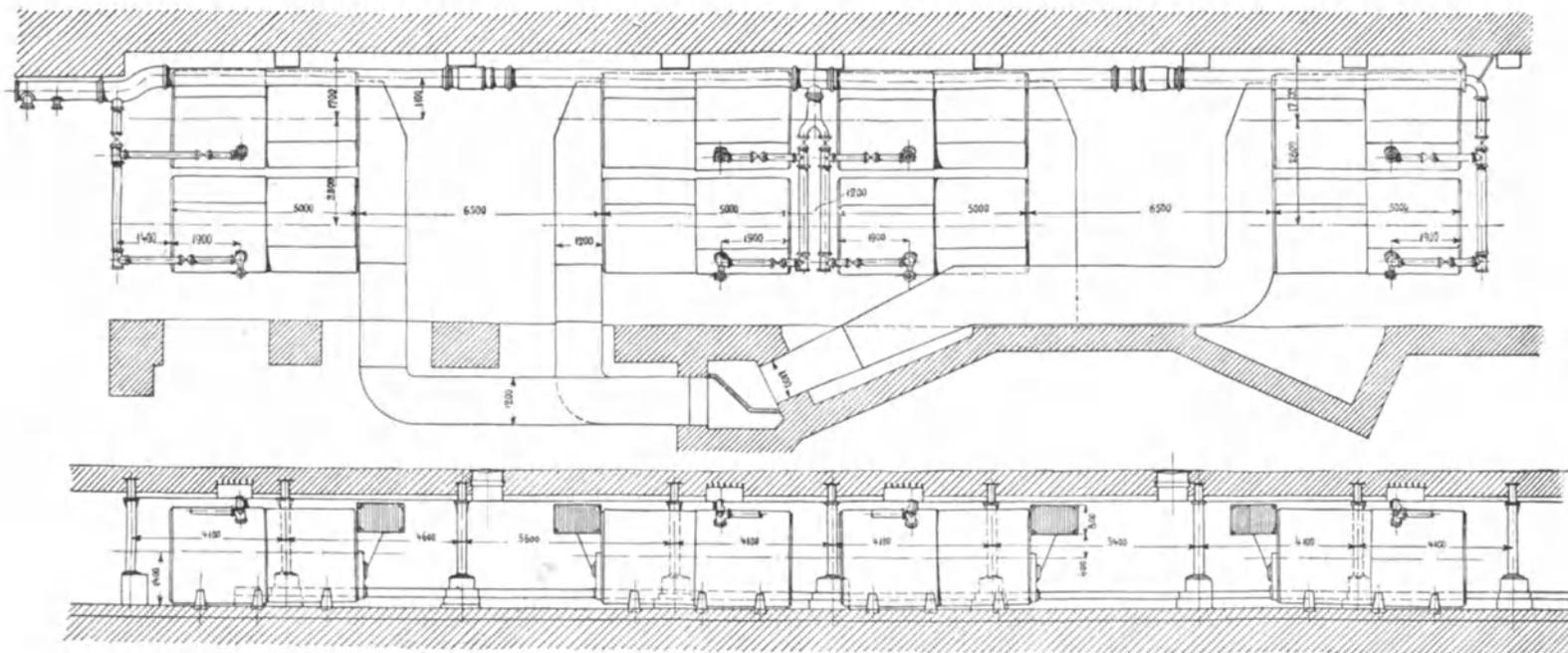


Fig. 56.

Querschnitte durch den Dampfkesselraum.

Maßstab 1:200.

den Nachtbetrieb: 1 Maschinist und 2 Heizer, zusammen 10 Personen.

Für Wasser werden an die Stadt für den Monat bezahlt: im Sommer 140 \$, im Winter 80 bis 90 \$. Die Mehrkosten im Sommer erklären sich dadurch, dass der Dampf frei aus-

pufft und nicht wie im Winter in der Heizung kondensiert wird, wodurch er wieder verspeist werden kann.

Die Gesamtkosten für die technische Durchführung des Maschinenbetriebes im ersten Betriebsjahre betrugen 32000 \$.

A. Riedler.

Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen in Amerika.

Wenn ich trotz des reichen Materials, welches mir auf dem konstruktiven Gebiete des allgemeinen Maschinenbaues infolge meiner gegenwärtigen Studienreise zur Verfügung steht und der Bearbeitung harret, noch mehrmals auf Kraftanlagen zurückkommen muss, so liegt dies durchaus nicht an einer persönlichen Vorliebe für diese eine Sache, sondern an der großen Bedeutung, welche solche Anlagen und die damit gemachten Erfahrungen im allgemeinen und für die Zukunft besitzen, und insbesondere an der großen Wichtigkeit solcher Anlagen für die hier gegebenen Verhältnisse. Das technisch und wirtschaftlich vollständig richtige Bestreben geht hier immer mehr dahin, durch Kraftanlagen nicht nur Kraft, sondern zugleich mit ihr auch Wärme zu verteilen. In vielen Fällen sind hier Kraftverteilungen allein einfach unmöglich, es muss gleichzeitig auch die Heizung besorgt werden, weil sonst selbst die unvollkommensten Dampfmaschinenanlagen, welche zugleich der Heizung dienen, nicht verdrängt werden könnten.

Bevor ich die Eigentümlichkeiten und Erfahrungen mit Kraft- und Wärmeanlagen zusammenfassend bespreche, möchte ich noch, um ein vollständiges Bild der hiesigen Verhältnisse zu geben, mehrere Anlagen kurz kennzeichnen, und ich wähle hierzu zwei Arten von Beispielen:

vereinigte Kraft- und Wärmeverteilungsanlagen, zu welchen ich ausführlichere Zeichnungen als bisher beifüge, weil aus den bisherigen Skizzen die erforderlichen Rohrleitungen usw. nicht genügend ersichtlich waren, und

Dampfanlagen innerhalb von Fabrikräumen, welche mit Dampfkraft und Dampfheizung vermietet werden, also eine Einrichtung, welche unmittelbar mit ähnlichen erprobten europäischen Einrichtungen verglichen werden kann.

Durch diesen Nachtrag hoffe ich die Uebersicht über die zahlreichen hiesigen Ausführungen zu vervollständigen.

Zentralstation der Pabst-Gebäude in Milwaukee.

Die Zentralanlage, hinter dem Pabst-Hotel gelegen, hat die Aufgabe, mehrere demselben Besitzer gehörige Gebäude, und zwar: das Pabst-Hotel, das Pabst-Geschäftshaus, Green's Saloon, die Oper und künftig auch noch zwei weitere Gebäude, mit Licht, Kraft und Wärme zu versorgen, insbesondere allen Aufzugsbetrieb, Beleuchtung und Heizung von dieser Zentralstelle aus zu besorgen. Die Anlage, von Osborne in Chicago entworfen, ist gegenwärtig noch im Ausbau begriffen und erst mit der geringen Leistung von etwa 600 PS in Betrieb. Ihre Anordnung ist für neue derartige Anlagen bezeichnend; ausführliche Wiedergabe, insbesondere auch durch Skizzen, dürfte deshalb zweckmäßig sein.

Fig. 57 zeigt den Lageplan. Die neue Kraftanlage enthält die gesamten Betriebsmaschinen für die Licht- und Krafterzeugung, und von ihr laufen die Verteilungsleitungen quer über die Strafsen nach dem Hotel, versorgen es und teilen sich vor ihm nach beiden Seiten, rechts nach Green's Saloon und nach vorn zum Opernhaus abzweigend; von diesem Rohrstrang aus ist künftighin auch das neue Pabst-Gebäude neben dem Flusse zu versorgen. Vom Pabst-Hotel nach links zweigt die zweite Rohrleitung ab und versorgt die Kirby-Gebäude und das Pabst-Geschäftshaus.

In allen diesen Gebäuden werden die Aufzüge durch Hochdruckwasser und die Heizung durch Auspuffdampf betrieben.

Außerdem läuft zu den einzelnen Gebäuden eine Hochdruckdampfleitung für Heizzwecke, ferner die Rückleitung für das Kondensationswasser aller Heizanlagen und das Betriebswasser der Aufzüge.

Fig. 58 zeigt die Abzweigung der Hauptrohrstränge vom Hotel nach der Strafsen zu und die Verteilung der Rohrleitungen;

Fig. 57.
Zentralstation der Pabst-Gebäude in Milwaukee.
Lageplan. Maßstab 1:6000.

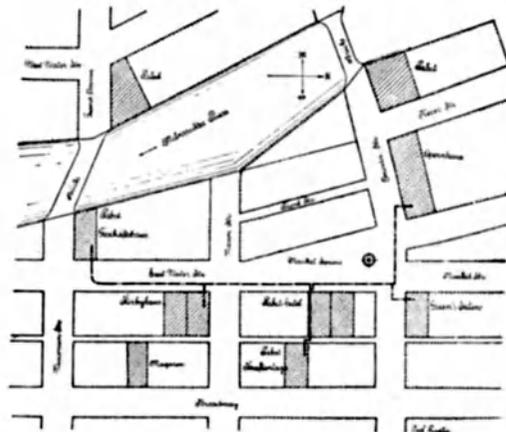


Fig. 59: Anordnung der Rohrleitungen an der Abzweigungsstelle;

Fig. 60 und 61: Verankerung an den Rohrkreuzungen und Rohrkrümmern;

die Gesamtanordnung der Maschinen und Rohrleitungen der Kraftanlage.

Aus Fig. 10 ist im Grundriss ersichtlich: die Anordnung der Lichtmaschinen (2 große und 1 kleine nebst verfügbarem Raum für weitere Ausdehnung), die Anordnung der großen Hochdruckpumpe für die Beschaffung des Hochdruckwassers für den Aufzugsbetrieb (Dreifach-Verbund-Worthington-Pumpen) und der beiden kleinen Hochdruckpumpen für denselben Betrieb, wenn schwacher Bedarf zu decken ist, sowie die Anordnung der an der Wand angebrachten vertikalen Speise-

Fig. 63.

Grundriss der Kesselanlage nebst Rohrleitung. Maßstab 1:200.

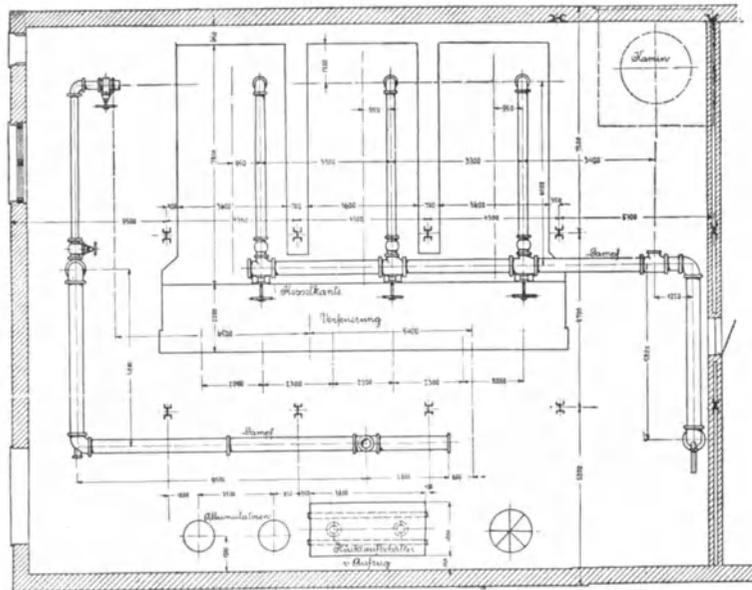
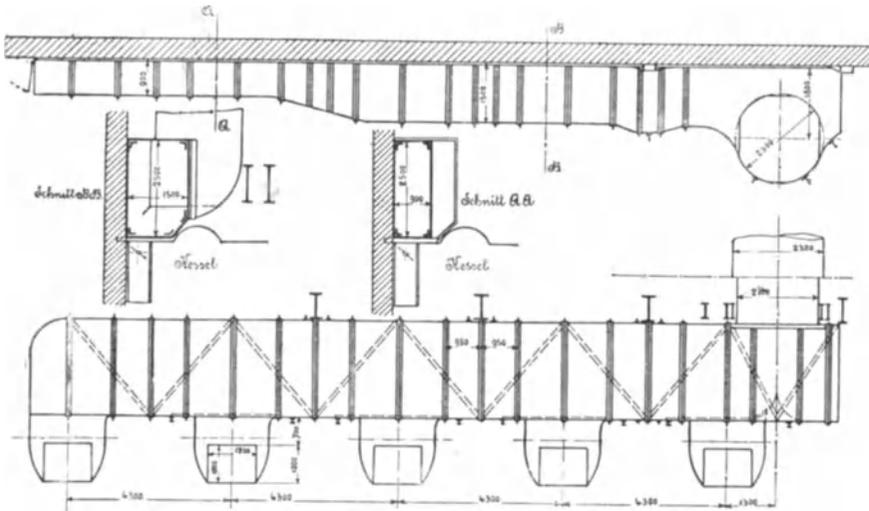


Fig. 64.

Rauchkanäle. Maßstab 1:200.



aus dem unteren Wasserdruckcylinder mit Plunger, der oben in einem Dampfzylinder mit einem Kolben verbunden ist, auf welchen von oben konstant Dampf drückt.

Aller Dampf für den Betrieb der Aufzugpumpe geht durch den oberen Akkumulatorcylinder hindurch und drückt dort konstant auf die Oberfläche des Dampfkolbens; bei zunehmender Wasserfüllung des Akkumulators wird der Dampfkolben gehoben; in der Nähe seiner höchsten Stellung schließt er die Dampfströmung selbstthätig ab. Allfällige Undichtigkeiten des Dampfkolbens sind ohne Belang, da der durchströmende Dampf in die Heizvorrichtungen geleitet wird.

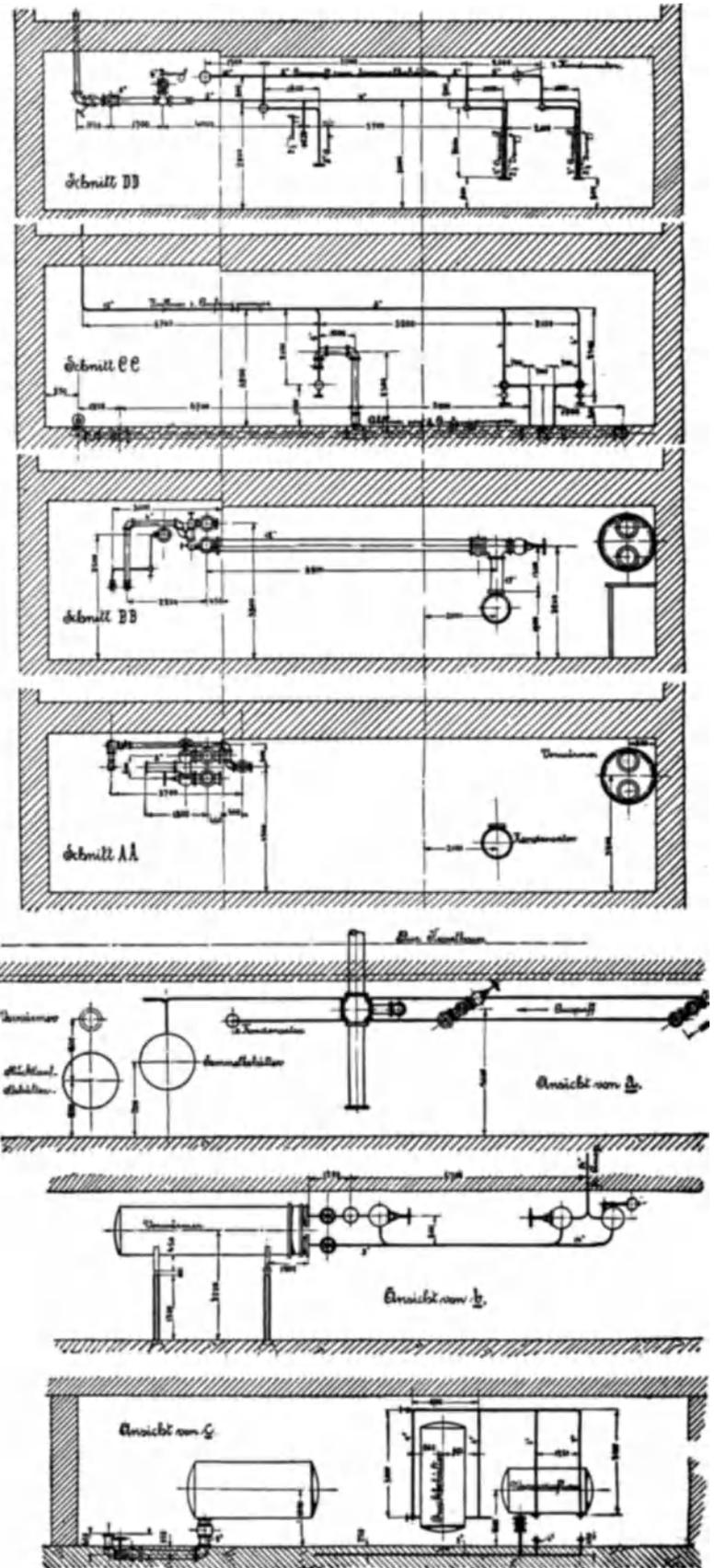
Für den Betrieb in den erwähnten Gebäuden sind erforderlich: 800 PS für Heizung, 600 PS für Kraft. Die Zentralstation ist für die Verdopplung der Leistung vorge-

pumpen und der Behälter für das Hochdruckwasser, für die Vorwärmung des Speisewassers und für den Dampfauspuff.

Die Hochdruckwasserpumpen liefern das Druckwasser in einen Akkumulator, Fig. 67, der für die Ausgleichung des unregelmäßigen Bedarfes dient. Dieser Ausgleicher besteht

Fig. 65.

Maschinenhaus und Rohrleitung der Kraftanlage. Maßstab 1:200.



sehen, denn es soll Kraft und Wärme auch an fremde Nachbargebäude abgegeben werden.

Zunächst sind mit Wärme zu versorgen: das Pabst-Geschäftshaus mit 28000 cbm Rauminhalt und 8 Stockwerken, das Pabst-Hotel von 37 m im Quadrat, 5 Stockwerken und 20000 cbm Rauminhalt, das Kirby-Haus mit 14000 cbm, das Opernhaus mit 3 Stockwerken und 14000 cbm. Außerdem sind künftig noch 2 neue 8 Stockwerke hohe Gebäude zu versorgen, die noch nicht ausgebaut sind.

Im allgemeinen ist der Auspuffdampf der Betriebsmaschinen zur Heizung ausreichend, und nur im strengen Winter ist der Mehrbedarf durch frischen Dampf bei gesteigertem Kesselbetrieb zu decken.

Für den Betrieb sind folgende Maschinen vorhanden:

3 Lichtmaschinen, zwei 250 pferdige und eine 75 pferdige, bestehend aus vertikalen Verbundmaschinen, gebaut von den Lake Erie Engineering Works in Buffalo, mit unmittelbar von der Kurbelwelle aus angetriebenen Dynamos von Siemens &

Halske. In der Zentralstation ist Raum für 3 Maschinen von 250 PS und für 2 große Maschinen von je 350 PS vorhanden.

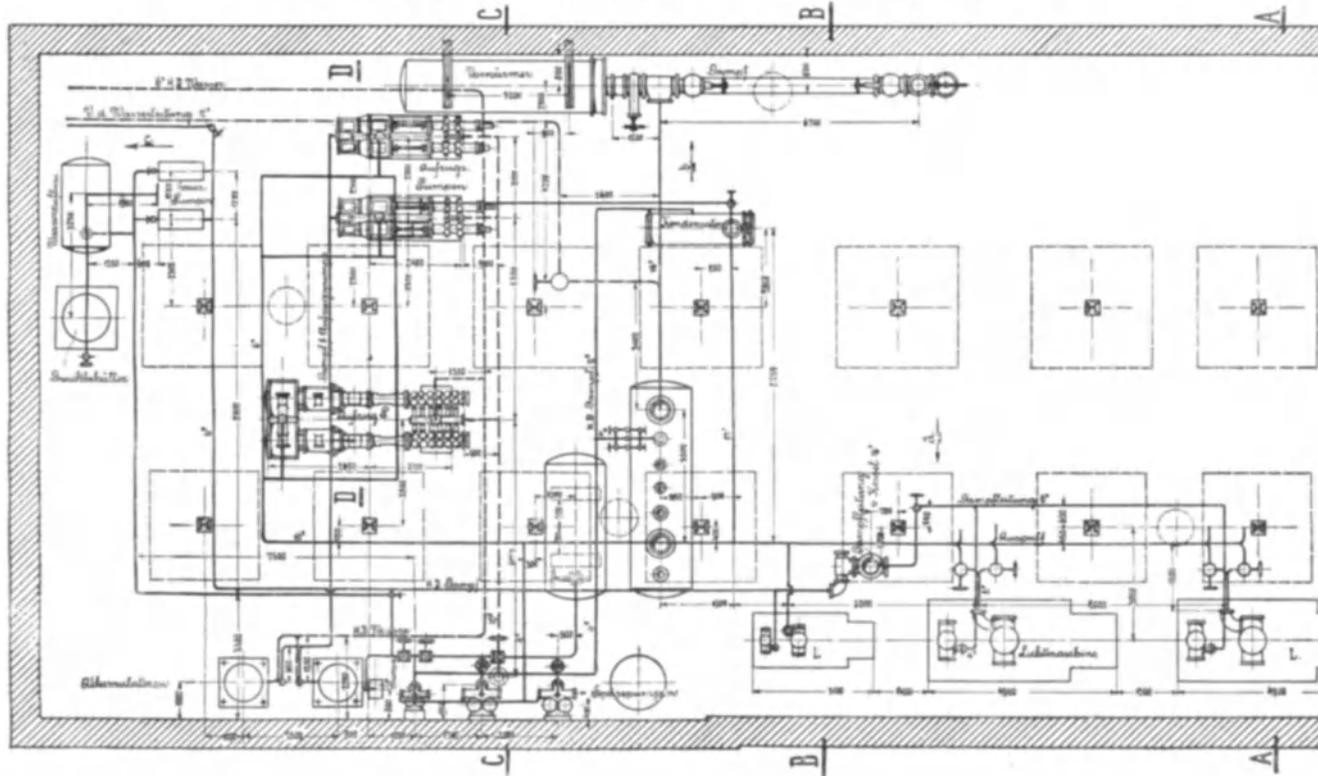
Die große Aufzugspumpe hat das Druckwasser für den Aufzugsbetrieb zu liefern und ist eine Dreifach-Expansions-Worthington-Maschine mit Cylindern von 12", 18 $\frac{1}{2}$ ", 29" (= 305, 470, 737 mm) Dmr. und 18" = 457 mm Hub; ganze Länge der Pumpe 6 m, Breite 2,1 m; mit Plungern von 6 $\frac{1}{4}$ " = 159 mm und 18" = 457 mm Hub; Betriebswasserdruck 750 Pfd. = 53 kg/qcm.

2 kleine Aufzugspumpen, Verbund-Worthington-Maschinen von 14" = 356 mm und 20" = 508 mm Dmr. bei 15" = 381 mm Hub mit Plungern von 5 $\frac{1}{2}$ " = 140 mm Dmr. bei 15" = 381 mm Hub dienen für den Aushilfebetrieb.

Außerdem sind mehrere kleine Pumpen vorhanden, nämlich: 2 stehende Duplex-Pumpmaschinen von 10" = 254 mm Dmr. der Dampfzylinder, 7" = 178 mm Dmr. der Pumpe 10" = 254 mm gemeinsamem Hub, für die Kesselspeisung 2 kleine Pumpen von 6" = 152 mm Dmr. des Dampfzylinders

Fig. 66.

Maschinenhaus und Lageplan der Kraftanlage. Maßstab 1:200.



4" = 102 mm Dmr. der Pumpe, 6" = 152 mm Hub, als Aushilfspumpen und 2 Duplexpumpen für Wasserversorgung, von 7 $\frac{1}{2}$ " = 191 mm Dmr. der Dampfzylinder, 5" = 127 mm Dmr. der Pumpe, 12" = 305 mm Hub für den Hausbedarf.

Die ganze Maschinenanlage ist im Kellergeschoss untergebracht. Die Dampfkessel — von Campbell & Zell in Baltimore — liegen im Erdgeschoss; sie sind mit Rauchverbrennung nach Murphy und selbstthätiger Drehbewegung des Rostes eingerichtet. Der Kesselraum reicht zur Aufstellung von 8 Kesseln aus.

Die Anordnung der Rohrleitung ist aus den beigegebenen Skizzen ersichtlich. Es waren folgende Leitungen unterzubringen: Leitung für den Kesseldampf nebst Umschaltungen und Reserven; Auspuffleitungen von allen Maschinen zum Sammelbehälter und ins Freie; die Hochdruckwasserleitung und Rückleitung zu und von den Aufzügen; außerdem die Kesselspeiseleitungen, die verschiedenen Wasserleitungen und Hilfsleitungen.

Die Anordnung für die Verteilung des Auspuffdampfes ist dieselbe wie bereits früher beschrieben, S. 26 u. f. Der

Auspuffdampf aller Maschinen wird in den Sammelbehälter geleitet, und alle Heizröhren aus den Gebäuden stehen in Verbindung mit dem tiefer liegenden Sammelbehälter für das Kondensationswasser. Letzterer dient zugleich als Vorwärmer und liefert alles für den Betrieb erforderliche Warmwasser, insbesondere für das Hotel.

Im Sommer laufen die Betriebsmaschinen mit Kondensation, und es ist zu diesem Zwecke ein Oberflächenkondensator von Wheeler aufgestellt. Das Kühlwasser wird aus dem Fluss entnommen. Luft- und Kühlpumpe sind unter dem Kondensator untergebracht. Bei mittlerem Bedarf wird der Kondensator nur an einzelne Maschinen angeschlossen. Jede Maschine ist für Auspuff und Kondensationsbetrieb eingerichtet und hat dementsprechend doppelte Rohrleitung mit Ventilabschlüssen. Ebenso ist von jeder Maschine Anschluss an den Vorwärmer vorgesehen.

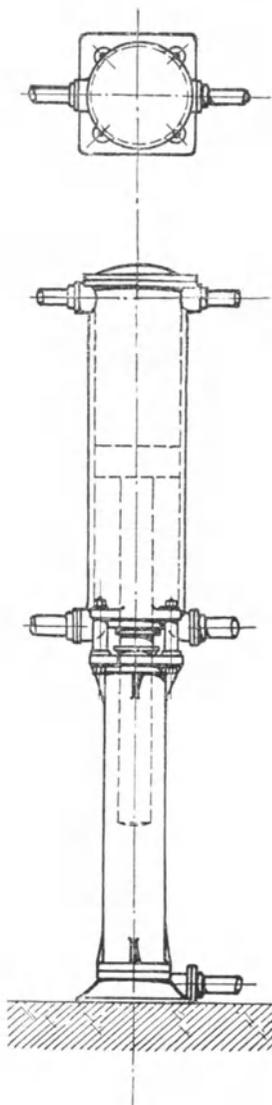
Die Hauspumpen, in die ein Windkessel eingeschaltet ist, pressen das Gebrauchswasser für das Hotel und das Geschäftsgebäude auf einen Betriebsdruck von 230' = 70 m Wassersäule.

Das Betriebswasser wird aus der städtischen Leitung entnommen und im Zuflussbehälter gesammelt. Der Druck in der städtischen Leitung beträgt 40 Pfd. = 2,8 kg/qcm.

Die Maschinenanlage ist für die hiesigen Verhältnisse nicht groß und auch verhältnismäßig einfach. Für ihren

Fig. 67.

Akkumulator.
Mafsstab 1 : 75.



Betrieb sind die aus dem Grundriss Fig. 66 und aus den Querschnitten Fig. 65 ersichtlichen Rohrleitungen erforderlich.

Fig. 65 enthält die einzelnen Querschnitte durch die Maschinenräume, und zwar zeigt:

Querschnitt *DD* die Dampfzu- und -Ableitungen zu den 3 Aufzugspumpen;

Querschnitt *CC* die Wasserzu- und -Ableitungen zu diesen Pumpen;

Querschnitt *BB* und *AA* die Dampfzu- und -Ableitungen zu und von den Lichtmaschinen.

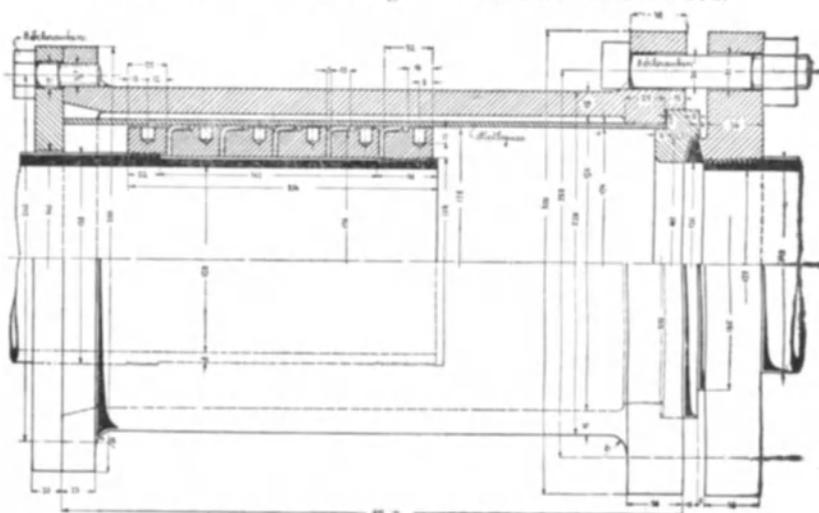
Außerdem ist in den Querschnitten dargestellt: in Ansicht von *a*: der Kondensationswechsel; von *b*: die Verbindung mit dem Vorwärmer, und von *c*: die Verbindung der Rohrleitung mit den Rohrbehältern.

Fig. 68 zeigt die Einzelheiten der Ausdehnungsvorrichtung für die Hochdruckwasserleitung. Die Dichtung des Einschubrohres erfolgt vermittle mehrerer hinter einander liegender Lederstulpen in einem eingesetzten Rotgussrohr.

Die Anordnung der Rohrleitungen für die eigentliche Verteilung an Wärme und Kraft und der Rückleitungsrohren bietet nichts Wesentliches und ist von den örtlichen Verhältnissen beeinflusst. Es liegt u. a. das Rückleitungsrohr für das

Fig. 68.

Hochdruck-Wasserleitung. Ausdehner. Mafsstab 1 : 5.



Wasser der Aufzüge zum teil nicht im gemauerten Kanal, sondern daneben. Dort, wo es auszuführen möglich war, liegen jedoch die Röhren in Kanälen, und zwar die nach rechts abweichenden Röhren in folgender Gruppierung: unten das 8" = 203 mm-Auspuffdampfrohr, darüber die 3" = 76 mm-Rückleitung für das Kondensationswasser und darüber neben einander das 2" = 51 mm-Hochdruckwasserrohr für die Aufzüge und ein 2" = 51 mm-Hochdruckdampfrohr für Heizzwecke; die nach links abzweigenden Röhren liegen übereinander wie folgt: 8" = 203 mm-Auspuffdampfrohr, 3" = 76 mm-Rückwasserleitung, 2 1/2" = 63 mm-Hochdruckdampfrohr und 5" = 127 mm-Hochdruckwasserleitung für die Aufzüge.

Die Anordnung der Röhren in den Kanälen, ihre Unterstützung, die Anbringung der Ausdehnungsvorrichtungen, die Einzelheiten der letzteren, sind dieselben, wie schon im früheren Berichte, S. 30, Fig. 30 bis 32, dargestellt.

Im Nachfolgenden sind einige gewöhnliche Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung an kleine Abnehmer kurz gekennzeichnet, jedoch nur zum Zweck des Vergleiches mit anderen Anlagen und mit unseren Verhältnissen.

Bidler's Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung in Chicago.

Seit etwa 10 Jahren bestehen in Chicago rasch sich entwickelnde Unternehmungen, welche, ähnlich wie es in den großen Städten Europas mit bedeutendem Fabrikbetriebe geschieht, die Arbeitsräumlichkeiten zugleich mit Kraft, Heizung, Wasser usw. vermieten. In der Regel wurde ursprünglich ein Fabrikgebäude aufgeführt und im Keller Kessel und eine Dampfmaschine zum Antrieb der Wellen in sämtlichen Stock-

werken aufgestellt; der Auspuffdampf, im Bedarfsfalle durch frischen Dampf verstärkt, wird zur Heizung benutzt.

Mehrere solcher Anlagen, u. a. die von Bidler, haben Erfolg gehabt, und letzterer Unternehmer allein hat gegenwärtig 10 Fabrikgebäude mit Kraft- und Wärmelieferung im Betrieb.

2 dieser Gebäude sind mit je einer 80 PS-Maschine, 2 mit je einer 100 PS-, eines mit einer 130 PS-Maschine

versehen; zusammen dürften die Gebäude mit ungefähr 600 PS ausgerüstet sein.

Die Gebäude sind in ganz gleicher Weise gebaut und, wie hier üblich, mit allen Bequemlichkeiten des Betriebes, Personen- und Lastaufzügen usw., versehen. Namentlich sind sehr große Lastaufzüge vorgesehen; es können z. B. ganze Kutschen in die höheren Stockwerke befördert werden.

Bei der Gleichartigkeit der Anlagen genügt es, eine von ihnen näher zu beschreiben.

Das Gebäude hat $187' = 57$ m Länge und $90' = 27,4$ m Breite. Die Betriebsmaschine ist eine Corliss-Maschine. Der Auspuffdampf gelangt in einen Behälter, von dem aus verschiedene Steigleitungen den Dampf zu Heizzwecken in das Gebäude führen. Von den Heizkörpern gehen dann besondere Leitungen wieder herunter, und zwar nicht in einen gemeinschaftlichen Behälter, sondern in Kondensationstöpfe. Nach Möglichkeit wird jede Leitung in einen besonderen Kondensator geführt; gewöhnlich aber liegt die Notwendigkeit vor, 2 oder 3 Leitungen an einen Kondensator anzuschließen. Diese Anordnung ist deshalb getroffen, weil die Heizung an kalten Tagen meistens mit frischem Dampf von ziemlich hohem Druck, etwa 25 Pfd. = $1,8$ kg/qcm erfolgen muss. Die Kondensationsstöpfe entladen in einen Heißwasserbehälter, von dem aus wieder der Kessel gespeist wird. Die Anlagen sind sehr schlecht und der Betrieb daher nicht sehr wirtschaftlich. Die Heißwasserleitungen und Dampfbehälter sind nicht umhüllt.

In der hier beschriebenen Anlage sind 5 Wasserröhrenkessel von Lamp & Co. in Chicago vorhanden. Die Maschinenanlage wird durch 2 Worthington-Pumpen vervollständigt, von denen die eine als Speisepumpe, die andere als Kaltwasserpumpe für Hauszwecke benutzt wird.

Jedes Stockwerk ist in 2 Abteilungen von je $85' = 26$ m Länge und $45' = 13,7$ m Breite (einschl. der Mauerstärke) geteilt und vermietet. An den Mieter eines solchen Raumes werden je ungefähr 4 PS (nominell) abgegeben.

Für Benutzung des Raumes und die genannte Kraftlieferung sowie für Heizung und Lieferung von Kaltwasser werden monatlich 150 \$ berechnet, aus dem ganzen Gebäude, welches 14 solcher Räume enthält, kommen also $14 \times 150 = 2100$ \$ ein. Manche Mieter nehmen, je nach der Ausdehnung ihres Geschäftes, 2 bis 3 Räume in Anspruch.

Im Erdgeschoss befindet sich eine Böttcherei, die den größten Kraftbedarf, ungefähr 25 PS, hat. Im 2. Stockwerk befinden sich: eine Weberei, eine Luxuswagenfabrik, eine Spenglerei und eine Stickerei, im obersten Stockwerk eine Näherei, in der etwa 200 Nähmaschinen durch die Transmission angetrieben werden.

Die Lastaufzüge werden von der Transmission, die Personenaufzüge durch eine besondere kleine Dampfmaschine angetrieben.

Der Kohlenverbrauch ist im Juli und August, also in den Monaten, wo gar nicht geheizt wird, im Mittel 55 t

im Juni 63 t; dagegen im Januar, wo am stärksten geheizt wird, 136 t, im Februar 131 t und im März 121 t.

Bei einem Kohlenpreise von $2,85$ \$ für 1 t kostet die von der Maschine abgegebene Kraft, die auf ungefähr 80 PS geschätzt werden kann, im Sommer monatlich rd. 360 \$, nämlich:

für Kohlen	157 \$
» Personal	150 \$
» Wasser, Kessel und Nebenausgaben	60 \$

in den Wintermonaten, z. B. im Februar rd. 570 \$, nämlich:

für Kohlen	375 \$
» Personal	150 \$
» Wasser, Kessel und Nebenausgaben	45 \$

Es geht daraus hervor, dass die Heizung $570 - 360$ \$ = 210 \$ im Monat kostet.

Zur Bedienung der Maschinen ist ein Maschinist und ein Heizer angestellt; die gesamten Anlagen stehen unter einem »Superintendent«, der den Maschinenbetrieb und die Heizung in allen Gebäuden beaufsichtigt, die Kosten zusammenstellt und auch die verbrauchte Kraft abschätzt.

Eine Messung der tatsächlich verbrauchten Kraft und Wärme findet nicht statt. Es ist selbstverständlich schwer, den Mietern nachzuweisen, wie viele Pferdestärken sie abnehmen; der Kraftverbrauch wird im allgemeinen nur geschätzt. Gewöhnlich verbrauchen die Mieter mehr, als ihnen zugewiesen ist. Dies wissen auch die Vermieter und halten sich durch den Mietspreis schadlos. Ab und zu lässt man angeblich die Maschinen indizieren, und hieraus wird bestimmt, wie viel Kraft abgegeben wird. Verbraucht ein Mieter nachweislich sehr viel mehr Kraft, als ihm zukommt, so wird ihm die PS des Mehrverbrauches mit 5 \$ für den Monat berechnet.

Die Mieter haben, wie erwähnt, meist mehr als 4 bis 5 PS angeschlossen, aber die Maschinen laufen in den seltensten Fällen gleichzeitig, sodass der Kraftbedarf im Durchschnitt doch noch unter dieser Zahl bleibt. Die Berechnung der Kraft geschieht jedoch nicht nach dem durchschnittlichen Bedarf, sondern nach der Stärke der aufgestellten Maschinen.

Der Maschinenmeister der Gesamtanlage giebt an, dass der Preis von 5 \$ sehr billig gerechnet ist und ungefähr den Erzeugungskosten gleichkommt.

Nach der vorangegangenen Aufstellung berechnen sich die Erzeugungskosten für 1 PS, wenn 80 PS und 360 \$ Betriebskosten für die Sommermonate angenommen werden, bei 10stündiger Arbeitszeit auf monatlich 4,5 \$, ein Preis, welcher dem von der Verwaltung angegebenen von 5 \$ ziemlich nahe kommt, wenn man Verzinsung, Kosten für Aschenabfuhr und Bureaustkosten noch hinzurechnet.

Eine Kraftabgabe durch Dampflieferung findet nicht statt.

Warenhaus von Farwell & Co. in Chicago, Monroe Street.

Das einem Großhändler gehörende und als Warenlager dienende Gebäude liegt am Kanal, ist 6stöckig, $400' = 120$ m lang, $200' = 60$ m breit und $100' = 30$ m hoch. Die im Gebäude befindliche Kraftanlage dient, außer zu Heizzwecken, zum Betrieb der Dampfaufzüge und der Beleuchtung. Von der Dampfmaschine werden außerdem 3 jenseits der Straße liegende fremde kleinere Gebäude für Aufzugsbetrieb und Heizung mit Dampf versorgt.

Die Anlage enthält 1 Corliss-Maschine, gebaut von der Allis Co., Milwaukee, von 250 PS ($24'' = 610$ mm Dmr., $42'' = 1067$ mm Hub, 60 Min.-Umdr.), welche mit Riemenbetrieb 4 Dynamos antreibt. Für die Beleuchtung sind im Mittel 120 bis 150 PS erforderlich. Eine Reservemaschine ist nicht vorhanden. Die Aufzüge, gebaut von Eaton & Prince, Chicago, werden durch die Dampfmaschine mit Riemenübersetzung betrieben. Es sind 20 Aufzüge vorhanden, davon 5 für den

Personen-, die übrigen für Lastverkehr. Die Betriebsgeschwindigkeit der Frachtaufzüge ist außerordentlich hoch und beträgt $600' = 180$ m i. d. Min. Die Personenaufzüge wurden früher hydraulisch betrieben, jedoch mit Rücksicht auf Kostenersparnis in Dampfaufzüge umgewandelt. Der Auspuffdampf wird zur Heizung verwandt; im Winter wird ausgleichsweise frischer Dampf zugeführt.

Die Kesselanlage besteht aus 8 von Fraser & Chalmers gebauten Kesseln von je 75 PS, die mit der rauchverzehrenden Holly-Feuerung versehen sind.

Das Betriebspersonal besteht aus 1 Oberingenieur, 2 Maschinisten, 1 Kohlenfahrer, 2 Heizern am Tage und 2 Heizern nachts.

Die Wasserversorgung erfolgt durch eine vertikale Worthington-Speisepumpe und eine kleine Kaltwasserpumpe

für den sehr geringen Bedarf des Hauses an Kaltwasser. Warmwasser wird nicht geliefert.

Für Kohlen werden im Jahre rd. 22000 \$ gezahlt, wobei die Tonne mit 3,50 \$ gerechnet ist.

Der Kohlenverbrauch beträgt im Sommer ungefähr 12 t, im Winter bis zu 30 t täglich. Für die Kessel wird eine 9fache Verdampfungsfähigkeit angenommen.

Die Gesamtausgaben der Maschinenanlage belaufen sich jährlich auf 27000 \$, sodass für Gehälter etwa 5000 \$ zu rechnen sind.

Die von der Dampfanlage versorgten fremden Nachbargebäude sind: ein 7stöckiges Gebäude von 66' = 20 m Länge und 100' = 30 m Tiefe, welches einen Personen- und 2 Frachtaufzüge mit Dampftrieb enthält, ein 6stöckiges Gebäude von 50' = 15 m Länge und 100' = 30 m Tiefe mit einem Frachtaufzug, und ein 5stöckiges Gebäude von 50' = 15 m Länge und 100' = 30 m Tiefe, gleichfalls mit einem Frachtaufzug. Sämtliche 3 Gebäude dienen als Warenlager.

Außer den Aufzügen befinden sich keine Maschinenanlagen in den Gebäuden; der Dampf wird daher nur zum Betrieb der ersteren und zur Heizung verwendet.

Der Eigentümer des ersten Gebäudes zahlt für die Benutzung des Dampfes jährlich 2000 \$, der des zweiten 1800 \$, der des dritten 1000 \$, zusammen wird also eine Einnahme von 4800 \$ für die Dampflieferung an die Gebäude erzielt. Da nach Angabe des Ingenieurs im Mittel 60 PS an die drei Gebäude abgegeben werden, so käme die PS auf rd. 80 \$ jährlich zu stehen.

Die Dampfabgabe ist natürlich sehr schwankend. Man kann überschläglich annehmen, dass während der 5 Sommermonate von den 5 Aufzügen 2 am Tage beständig im Betrieb sind und 20 PS tagsüber benötigt werden; während der 7 Wintermonate sind am Tage für Kraft und Heizung 75 PS erforderlich.

A. Riedler.

Energieverteilung in Städten.

Die bisher angeführten Beispiele großer und kleiner Kraftanlagen geben eine Vorstellung von der Anordnung solcher Anlagen und zugleich von der Ausdehnung, in welcher sie benutzt werden. Es giebt kaum eine Stadt, die nicht ihre elektrische Beleuchtung und elektrische Straßenbahnen hätte, und für uns beachtenswert und nachahmens-

Fig. 69.

Stadtplan von Chicago.



wert ist es, dass solche Anlagen mit einfachen Mitteln und meist auch frei von Konkurrenzrücksichten städtischer Verwaltungen gebaut werden, allerdings zum allergrößten Teile in solchen Orten, wo früher Gas- und Wasserwerke überhaupt nicht vorhanden waren.

Kraftanlagen sind nach beiden Richtungen hin interessant: sowohl die kleineren Anlagen wegen der eigenartigen sehr primitiven Verhältnisse, unter denen sie geschaffen und betrieben werden, und die großen Anlagen der Großstädte für Licht- und Kraftbetrieb jeglicher Art wegen des Umfangs und des Bedürfnisses, dem sie zu genügen haben.

Für das Verständnis der eigenartigen amerikanischen Verhältnisse, die so grundverschieden von den unseren sind, ist es am zweckmäßigsten, die für die Kraft-, Licht- und Wärmeversorgung in Chicago gegebenen Verhältnisse näher zu studieren. Chicago ist eine junge, mächtig aufstrebende, vielfach noch unentwickelte Großstadt, welche mit herkömmlichen Verhältnissen nicht viel zu rechnen hat, sondern nur mit den von der Natur geschaffenen. Gerade diese sind aber für die

A.

Straßen	Gesamtkraftverbrauch PS	Aufzüge	Dynamos
Michigan Av.	3305	92	25
Wabash Av.	4794	198	20
State Street	6872	200	66
Dearborn Street	4646	137	28
Clark »	3179	63	23
Plymouth »	816	8	4
La Salle »	3670	98	17
Pacific Av.	330	18	—
Sherman Street	274	9	—
5. Av.	2846	109	7
Franklin Street	2435	80	16
Market »	3771	103	18
River Front	636	27	2
Water Street	1625	137	1
Lake »	1224	78	—
Randolph Street	850	37	1
Washington »	2215	45	13
Madison »	1840	54	7
Monroe »	1877	54	9
Adams »	6292	24	22
zusammen	53197	1571	279

eigenartige Entwicklung entscheidend. Chicago verdankt Ursprung und Wachstum zunächst dem Hafen, welchen der Chicago-Fluss bildet. Der Michigan-See hat keine anderen bedeutenden Häfen, und die natürliche geographische Lage zwingt alle Eisenbahnen des Westens, an der südlichen Ecke des Michigan, also in unmittelbarer Nähe von Chicago vorbeizufahren. Diese Verhältnisse haben Chicago groß gemacht. Die Benutzung des Flusses für Hafenzwecke setzt die Verwendung von Drehbrücken voraus, und die Belästigung

durch diese beschränkt das eigentliche Geschäftsviertel auf eine für den Umfang der Stadt verhältnismäßig äußerst kleine Fläche, d. i. die innerste Stadt, begrenzt durch den See, den Chicago-Fluss und durch die südlichen Bahnhöfe, welche die Entwicklung des Geschäftsverkehrs nach dem

Süden hin vollständig absperrten. Auf diese kleine Fläche drängt sich das gesamte Geschäftsleben und mit ihm der Kraftbedarf zusammen, welchen der Geschäftsbetrieb in großartigem Maße schafft.

Eine Vorstellung von der Größe dieses Betriebes geben

Fig. 70.
Straßenquerschnitt Adams Street.
Maßstab 1 : 150.

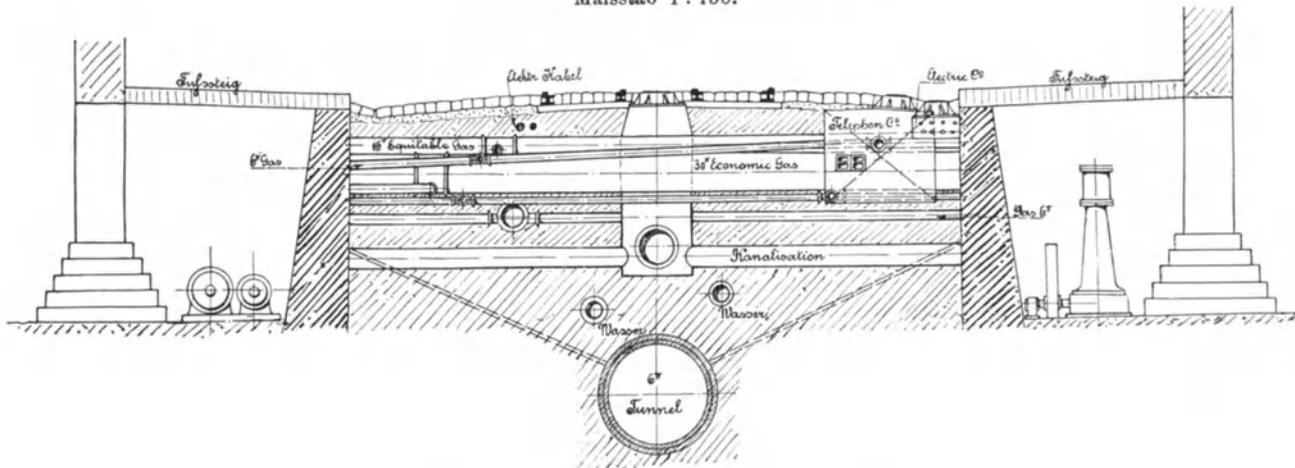
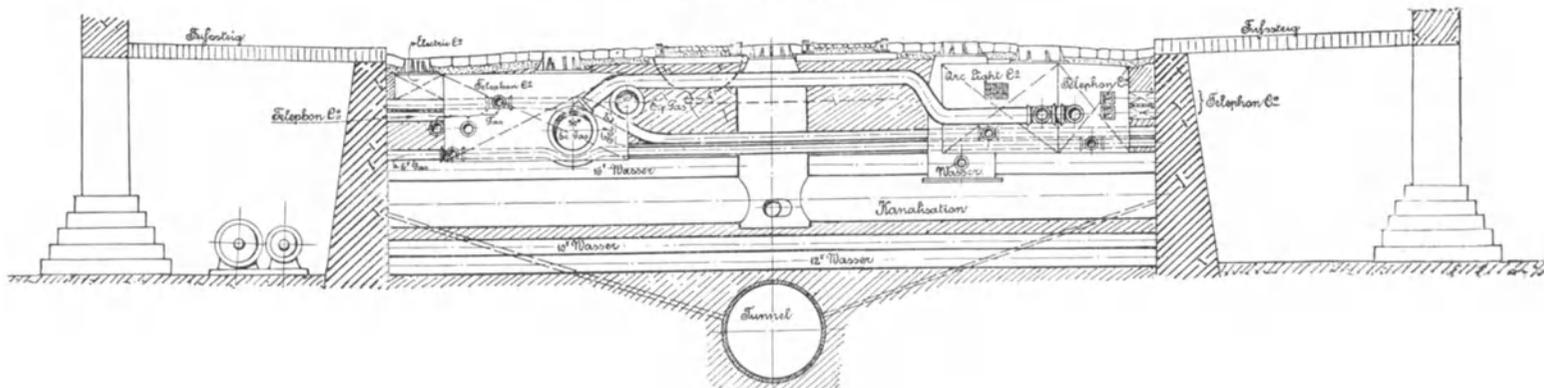


Fig. 71.
Straßenquerschnitt Dearborn Street.
Maßstab 1 : 150.



B.

Bezeichnung des Betriebes	Straßen	Aufzüge	Dynamos	andere Motoren	Kraftverbrauch PS
Auditorium Hotel . .	Michigan Av.	5	6	9	750
» Building . . .	Wabash Av.	5	5	2	800
Carson, Pirie & Co. . .	State Street	6	3	—	325
Boston Store . . .	»	10	3	3	300
Masonic Temple . . .	»	16	6	2	1000
Marshal Field & Co. . .	»	8	3	—	395
Palmer House . . .	»	5	7	4	470
Fair Building . . .	»	12	15	3	304
Leiter » . . .	»	18	10	1	340
Nat. Electric Co. . .	Dearborn Street	1	10	—	318
Post Office . . .	»	8	2	3	579
City Hall . . .	Clark Street	8	4	7	565
Cook Co.	»	5	4	6	370
Ashland Building . . .	»	7	3	3	440
W. C. T. U. Temple . . .	La Salle Street	8	3	1	460
Chamber of Commerce	»	9	2	—	375
Home Insurance . . .	»	6	2	5	320
Rookery Building . . .	»	13	4	2	860
Board of Trade . . .	»	4	4	6	455
M. Field & Co. . . .	Franklin Street	13	10	—	660
Arc Light Co. . . .	Market Street	—	10	—	800
J. V. Farwell & Co. . .	»	20	2	1	650
Vienna Bakery . . .	Washington Str.	4	1	1	300
Herald Building . . .	»	3	4	2	371
Storage M. Field & Co.	Madison Street	10	—	3	400
Rand Mc Nally . . .	Adams Street	7	2	1	648

die früheren Berichte über die Einrichtung großer Hotels und Geschäftshäuser. Um eine Gesamtübersicht über das Kraftbedürfnis einer solchen modernen amerikanischen Stadt zu schaffen, füge ich eine Zusammenstellung (s. Stadtplan Fig. 69) der gegenwärtig in der innersten Stadt für den Betrieb der Geschäftshäuser vorhandenen Dampfmaschinen und Dampfkessel nach PS bei. Im vorstehenden Verzeichnis A sind für die einzelnen Längs- und Querstraßen der inneren Stadt teilweise nach genauen Erhebungen, teilweise nach Schätzungen die vorhandenen Leistungen im ganzen und die Zahl der Aufzüge und Dynamos getrennt angegeben.

Hieraus ergibt sich, dass in einzelnen Straßen allein über 6000 PS an Dampfmaschinen in Verwendung sind, wie z. B. in der State Str. und Adams Str.

Das Verzeichnis B enthält die Zusammenstellung einiger Großbetriebe in Geschäftshäusern.

Das Verzeichnis C giebt die Dampfmaschinenleistung mehrerer Großbetriebe in mehreren der Hauptstraßen der Westseite, also im eigentlichen Industriebezirke, an.

C.

Canal Street . . .	5818 PS
Clinton » . . .	2776 »
Jefferson » . . .	1879 »
Desplaines » . . .	1483 »
Fulton » . . .	2056 »
Lake » . . .	1370 »

Washington Street . . .	1849 PS
Madison » . . .	1057 »
Monroe » . . .	1277 »
Michigan » . . .	1338 »
Illinois » . . .	1558 »

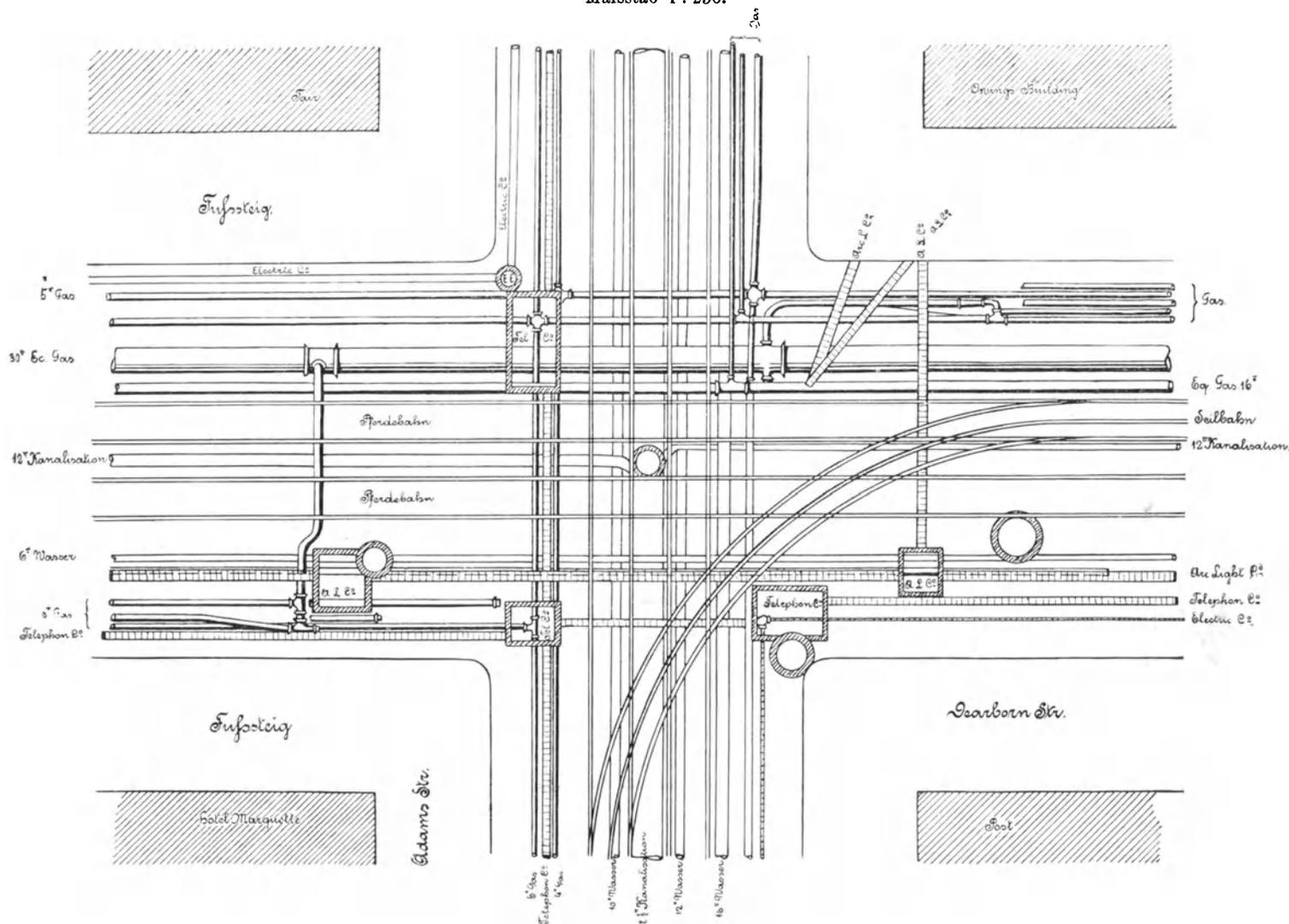
Dieser ungeheure Kraftbedarf im Zusammenhange mit der seit fast einem Jahrzehnt bestehenden Lichtversorgung durch elektrischen Strom, mit den ausgedehnten Telegraphen- und Telephonleitungen und im Zusammenhange mit der im viel größeren Mafsstabe betriebenen Gas- und Wasserversorgung giebt nicht blofs für Chicago, sondern für alle Groß-

städte ein Bild, in welcher Weise die Strafsen durch alle diese Kraftleitungen jetzt schon in Anspruch genommen werden, insbesondere, wenn noch die unvermeidlich starke Besetzung der Oberfläche der Strafsen durch Seil- und Pferdebahnen in betracht gezogen wird; eine noch gröfsere Inanspruchnahme steht für die Zukunft zu erwarten.

Diese planlos und wirr durch einander gelegten Kraftleitungen machten es immer schwieriger, in einzelnen Strafsenkreuzungen bereits unmöglich, neue Leitungen zu legen, und das Bedürfnis für solche ist ein selbstverständliches, da die bisherige Kraftversorgung in Städten nur ein Anfang dessen

Fig. 72.

Grundriss der Strafsenkreuzung Adams und Dearborn Street.
Mafsstab 1:250.



ist, was die Zukunft noch bringen wird. Infolgedessen ist in mehreren amerikanischen Städten der Plan aufgetaucht und teilweise auch schon ausgeführt, die Leitungen in unterirdischen gangbaren Gallerien zu vereinigen, welche unterhalb aller bisher bestehenden Leitungen, auch unterhalb der Abwasserleitungen, angelegt werden.

In New York besteht bereits eine Tunnelgesellschaft, welche gröfsere Strecken ausgeführt hat, die aber nur den vereinigten Elektrizitäts- und Telephongesellschaften dienen. Im gröfseren Mafsstabe ist solche Anlage, eine unterirdische Gallerie von 6' = 1,8 m Dmr., für Chicago geplant und teilweise auch schon in Ausführung.

Dieser Vorgang ist für die Zukunft eine notwendige Folge der planlosen Verlegung aller möglichen Leitungen. So wie es gegenwärtig in den Geschäftsteilen aller amerikanischen Städte ein thatsächlich undurchdringliches Gewirr von Telegraphen- und Telephondrähten giebt, so giebt es

Strafsen und Strafsenkreuzungen, in welchen weitere Rohr- oder Kabelverlegungen einfach unmöglich sind. Wären einheitlich angelegte Tunnel schon vor Jahren planmäfsig unter städtischer Verwaltung ausgeführt worden, so hätten sich solche Anlagen durch Vermietung längst bezahlt gemacht; denn die Kosten, welche jetzt planlos und stückweise für Kabel und Rohrverlegung unter Beseitigung der örtlichen Schwierigkeiten und für Wiederherstellungsarbeiten verausgabt werden, überschreiten vielfach schon die normalen Kosten einer Leitungsgallerie.

Auf die gegenwärtig in grossem Mafsstabe sich vollziehende Einführung des Kraftbetriebes, wie überhaupt auf die Ausnutzung der modernen technischen Hilfsmittel passt in mehr als einer Hinsicht der oft gemachte Vergleich mit dem Zauberlehrling. Aber auch von einem Lehrling wäre es nicht zu viel verlangt, für die Geister, die er gerufen und die er nicht mehr los werden, aber auch nicht mehr entbehren kann, wenigstens Raum zu

schaffen. Dieser ist gar nirgends vorgesehen, und die fortschreitende Entwicklung der städtischen Kraftleitungen wird immer mehr zu einem grossen Uebelstande, dem nur durch planmässige Anlage von städtischen, ausschliesslich für die Aufnahme von Kraftleitungen bestimmten Kanälen abgeholfen werden kann.

Die gegenwärtige Inanspruchnahme der Strassenkreuzungen in einem Geschäftsmittelpunkt Chicagos ist aus den Fig. 70 bis 72 ersichtlich. Fig. 72 ist eine Grundrisskizze einer Strassenkreuzung mit Angabe der wesentlichsten Gas-, Wasser- und Stromleitungen in den Kanalisationsröhren. Fig. 70 und 71 sind die zugehörigen Querschnitte.

Der Vergleich der Figuren zeigt die fast vollständige Besetzung des Strassenprofils durch die verschiedenen Betriebseinrichtungen.

Aus den Figuren ist zu ersehen, dass die Strassenoberfläche durch zwei Pferdebahnen und eine Seilbahnlinie in Anspruch genommen ist. Unmittelbar darunter kommen die Einschnitte für die Draht- und Kabelleitungen der Telephone Co. und der Electric Co. sowie mehrere vereinzelte Kabel. Ausserdem ist die Strassenfläche in mehreren wichtigen Strassenkreuzungen durch die Einsteigöffnungen für die Kanalisation, Gas- und Wasserleitung in Anspruch genommen. Der mittlere Teil der Strasse ist vollständig durch die Gasleitungen zweier Gasgesellschaften mit Rohrsträngen von 406 und 762 mm Dmr. beansprucht. Neben diesen laufen die etwa 150 mm weiten Verteilungsgasleitungen, an welche die Zweigröhren für die Abnehmer angeschlossen sind.

Am besten ergibt sich das Bild der vollständigen Inanspruchnahme der Strassen aus dem Grundriss, Fig. 72, aus welchem auch die Abteilungen für die Kabelanschlüsse der Elektrizitätsgesellschaft ersichtlich sind.

Unterhalb der Gasleitungen liegen Wasserröhren von 406 und 152 mm Dmr., unter diesen die 762 mm weiten Abzugskanäle mit 305 mm-Anschlüssen an die Gebäude. Der Strassenraum ist durch die bisher erwähnten Rohrleitungen schon seit früher Zeit derart in Anspruch genommen, dass zwei 254- und 305 mm-Wasserrohrleitungen später unterhalb der Abzugskanäle verlegt werden mussten.

Aus den Querschnitten ist auch ersichtlich, wie die Maschinenanlagen der Gebäude unterhalb der Fufssteige angebracht sind. In der Regel liegen auch die Dampfkessel, falls genügender Entwicklungsraum vorhanden, unterhalb der Fufssteige; die so unterhalb der Strassen erhaltenen Maschinen- und Kesselräume sind durch Oberlicht belichtet, und über ihnen entwickelt sich der normale Strassenverkehr!

Dieses Durcheinander von Röhren, für welches, nebenbei bemerkt, in der Regel gar kein Plan vorhanden ist, und das eben im Laufe der Jahre bis zur Grenze der Möglichkeit zugelassen wurde, ist fast für alle grösseren Städte Amerikas charakteristisch.

Meinen bisherigen Berichten über die Verteilung von Dampf, von elektrischem Strom, über Wärme- und Kraftübertragung möchte ich zum Schluss noch einige allgemeine Bemerkungen hinzufügen, zu welchen das Studium in Amerika Anlass bietet.

Es ist nicht blofs meine Meinung, sondern eine klar voranzuziehende Thatsache, dass die Kraftversorgung innerhalb der Städte in absehbarer Zeit einen Umfang annehmen wird, welcher mit den jetzt verwendeten Mitteln nicht mehr, wenigstens nicht mehr zweckmässig, gedeckt werden kann. Viele amerikanische Kraftanlagen haben ohnedies schon längst die Grenze der Zweckmässigkeit überschritten. Auch die jetzt gebauten technisch grosartigen Kraftstationen sind doch nur unbedeutend gegenüber dem wahrscheinlichen künftigen Bedarf. Ich halte es aber nicht für wahrscheinlich, dass in Zukunft die Energieversorgung — so wie bisher — getrennt betrieben werden wird; denn jedes Energiemittel hat seine Eigentümlichkeiten und damit sein begrenztes Feld, während in Wirklichkeit das Bedürfnis dahin führen muss, die Energieversorgung, soweit dies technisch möglich ist, zu vereinigen, und nicht — wie bisher — getrennten Kraftbetrieb für Wasser-, Licht-, Wärme- und Kraftversorgung auszuführen. Ich halte es für wahrscheinlich, dass in Zukunft

alle Formen von Energie, für welche Bedürfnis vorhanden ist, in einheitlicher Weise und damit viel vorteilhafter als bisher verteilt werden. Zur Begründung dessen möchte ich auf grund der hier gemachten Studien folgende allgemeinen Gesichtspunkte hervorheben.

Die hier so häufig versuchte und bisher immer missglückte Kraft- und Wärmeversorgung durch Dampfverteilung entspricht in den Städten Amerikas einem Bedürfnis. Es ist daher notwendig, diese Art der Kraft- und Wärmeverteilung durch einige Bemerkungen besonders zu berücksichtigen. Nirgends wird Dampf in solchen Mengen im Innern der Städte verwendet wie hier, und nirgends wird bei der Dampferzeugung mit schlechten Kesseln, insbesondere schlechten Feuerungsanlagen in ganz ungenügenden Räumen, bei schlechter Ausnutzung und teurer Kohle mehr Kraft und Wärme verschwendet als in den zahlreichen unabhängigen Dampfanlagen amerikanischer Städte. Eine Zentraldampfanlage hat von vornherein den Vorteil der Einfachheit, der günstigen Kohlenbeschaffung und damit so grosse Vorteile für sich, dass die Verluste der Verteilung bei genügend grossem und ununterbrochenem Betriebe gedeckt werden können. Der Reibungs- bzw. Spannungsverlust beträgt für die hier üblichen Entfernungen kaum 1 pCt, der Undichtigkeitsverlust kann bei richtiger Ausführung auf ein verschwindendes Mass herabgebracht werden. Auch der Wärmeverlust lässt sich auf etwa 5 pCt vermindern, wenn die Röhren nicht in gangbaren Kanälen mit Luftumlauf verlegt werden, sondern in gemauerten Einschnitten unter vollständiger Ausfüllung aller Hohlräume mit schlechten Wärmeleitern. Dieser Verlust, nur von der Dampftemperatur und der Strahlungsfläche abhängig, wächst aber auf 10 bis 20 pCt, weil erhebliche Verluste in den Neben- und Anschlussleitungen nicht zu vermeiden sind.

Die Dampfleitungen übertragen Wärme und Kraft zu gleicher Zeit, auch zu Zeiten (nachts), wo wenig Kraft oder (im Sommer) wo wenig Wärme gebraucht wird. Dies erhöht den Verlust selbstverständlich auf ein bedeutendes Mass, und es kann daher bei schwachem Betriebe der Verlust grösser sein als die übertragene Leistung.

Wesentlich für die Dampfverteilung ist der Unterschied zwischen offenem und geschlossenem System, letzteres mit einer Rückleitung des Kondensationswassers in die Zentralstation ausgeführt. Rechnungsmässig ist der Unterschied beider Systeme nicht gross, er beträgt kaum 8 pCt; der Unterschied liegt nur in der wiedergewonnenen Wärme und in der günstigen Wasserbeschaffung bei geschlossenem System; praktisch ist der Unterschied aber mindestens 25 pCt zu gunsten des geschlossenen Systems, einfach deshalb, weil es kein Mittel giebt, in einem offenen System, wo die Abnehmer unmittelbar Zugang zum Dampf haben, die Verschwendung hintanzuhalten.

Rückleitungen von Kondensationswasser waren, wie in meinen früheren Berichten erwähnt, sowohl in New York wie in Boston von Misserfolg begleitet; überall wurden die Leitungen wieder entfernt, weil sie zerfressen und zertrümmert wurden.

Dies ist aber nur auf Konstruktionsfehler zurückzuführen. Eine richtige Dampfverteilung mit Rückleitung muss zwei Bedingungen erfüllen, die ebenso einfach wie wichtig sind, nämlich: die Dampfleitung darf nichts anderes enthalten als Dampf, und die Rückleitung nichts als Wasser. Dies schliesst ein: die vollständige Entwässerung der Dampfleitung, verlangt aber auch, dass die Rückleitung, um nachträgliche Dampfbildung zu verhüten, unter annähernd demselben Druck steht wie die Dampfleitung, und verlangt weiter solche Einrichtung, dass kein gebrauchter Dampf in anderer Form denn als Kondensationswasser in die Rückleitung gelangen kann. Nur bei stets vollgefüllter Rückwasserleitung wird es verhütet werden, dass die Röhren zerfressen und durch Wasserschlag zerstört werden. Dies ist, wissenschaftlich begründbar, die Hauptursache, weshalb die Dampfverteilungsanlagen mit Rückleitung missglückt sind, und dies möchte ich nachträglich noch als Kritik der in New York und Boston begangenen Fehler aussprechen.

Die zweite Ursache, weshalb Dampfleitungen trotz der ausserordentlich günstigen Verhältnisse in amerikanischen Städten missglückt sind, ist wirtschaftlicher Art.

Es wird hier behauptet, Dampf sei das einzig richtige Verteilungsmittel in Städten, weil es die Energie in ursprünglicher Form verteilt und nicht erst die Verluste der Umformung zu tragen habe. Hieraus kann aber wirtschaftlich kein Vorteil erwachsen, weil innerhalb der amerikanischen Städte keine anderen als gewöhnliche, meist minderwertige und schlechte Dampfmaschinen mit freiem Dampfauspuff verwendet werden. Jede zentrale Dampfverteilung muss mit diesem Umstand rechnen und gestattet daher keine andere als eine schlechte Ausnutzung des ursprünglichen Kraftmittels, des Dampfes. Dies hebt jedoch den Vorteil der zentralen Dampferzeugung und der ursprünglichen Energieform auf, ausgenommen, es würden alle bestehenden Dampfmaschinen durch vollkommene Kondensationsmaschinen ersetzt, was aber ganz außer dem Bereiche der Möglichkeit liegt.

Wirtschaftlich kommt außerdem noch der Umstand hinzu, dass bei zentraler Dampfversorgung innerhalb der Gebäude die hier besonders hohen Kosten für Löhne der Maschinenisten und Hilfsarbeiter bestehen bleiben, und damit ist ein Erfolg der Dampfverteilung selbst bei dem hier vorhandenen günstigen Felde nicht möglich, es sei denn unter ungewöhnlichen Verhältnissen und bei Anlagen, welche mit anderen Kraftbetrieben zusammenhängen, sodass die Dampfverteilung nur einer Wärmeverteilung entspricht.

Die richtige Wärmeverteilung unter den hier gegebenen Verhältnissen ist nur die durch Auspuffdampf, welcher vorher bei hoher Spannung in einer Dampfmaschine erst Nutzarbeit geleistet hat. Der Mehraufwand an Brennstoff für die Erzeugung von Hochdruckdampf beträgt einschliesslich Verluste etwa 8 pCt, und man schafft mit diesem Mehraufwande beides: Kraft in der Zentralstation und Wärme für die Verteilung in der Form von Auspuffdampf. Letzterer ist dann gewissermassen ein Nebenprodukt des Kraftbetriebes. Hierin liegt wirtschaftlich und wissenschaftlich die Bedeutung einer gemeinsamen Kraft- und Wärmeverteilung; denn es ist hier unter den gegebenen Verhältnissen unmöglich, jedes einzelne dieser Produkte, also Kraft oder Wärme allein, billiger herzustellen, als beim Zentralbetriebe beide zusammen hergestellt werden können.

Zweck der Energieverteilung unter den hier gegebenen Verhältnissen kann deshalb nur die Verbindung des Kraftbetriebes mit der Auspuffdampfverteilung für Heizzwecke sein. Dies schliesst die Verwendung einer Hochdruckdampfverteilung vollständig aus und macht den Kraftbetrieb, und zwar einen möglichst ausgedehnten, zur Hauptsache, weil im Winter der Heizungsbedarf den Kraftbedarf weit übersteigt. Dies ist der Grund, weshalb Dampfverteilungen allein hier trotz des günstigen Bodens sich nicht lebensfähig erwiesen haben.

Elektrische Energieverteilung wird gegenwärtig in Amerika überwiegend für Beleuchtung verwendet, für Kraftversorgung verhältnismässig nur untergeordnet. Selbst in New York, bei dem ungeheuren Aufschwung der elektrischen Betriebe, sind bisher nur nominell 4000 PS in Verwendung, welche aber nur einem Betriebe von 2 Std. täglich (im Jahresdurchschnitt) dienen, also nur 800 PS bei 10stündigem ununterbrochenem Betrieb entsprechen. Solcher ausschliessliche Lichtbetrieb bedeutet eine ungeheure wirtschaftliche Verschwendung. Diese liegt darin, dass diese Anlagen nur einem Zwecke: der Beleuchtung, dienen und daher im Jahresdurchschnitt nur wenige Stunden, hier etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3, in voller Leistung in Anspruch genommen sind. Während aller übrigen Zeit hingegen arbeiten sie nur mit ganz schwachem Betrieb und erfordern doch alle Betriebs- und allgemeinen Auslagen einer ausgedehnten Versorgung. Eine weitere grosse Verschwendung liegt in der Verwüstung oder doch nicht genügenden Ausnutzung des Auspuffdampfes, der erst in der neuesten Zeit bei einigen kleinen Anlagen zu Heizzwecken verwendet wird.

Die Bestrebungen, den elektrischen Strom für allgemeine Kraftversorgung verwendbar zu machen, sind hier sehr zahlreich und interessant, beschränken sich aber auf die technische Durchführung von Einzelheiten und oft auf Nebensächliches. In Wirklichkeit ist die praktische Bedeutung der elektromotorisch betriebenen Maschinen bis jetzt keine grosse, auch

der Umfang der Kraftverteilung nicht, wie sich aus den früheren Berichten ergibt.

Ich glaube, dass dem thatsächlichen Energiebedürfnis in Städten überhaupt nicht durch die Versorgung mit einer einzigen Energieform zu entsprechen ist. Die Zukunft wird sich wahrscheinlich in der Richtung entwickeln, dass die gegensätzlichen, meist sehr kleinlichen Meinungen und Vorurteile über den Wert, die Vor- und Nachteile der einen oder anderen Art von Energieverteilung und die Verfolgung nebensächlicher Interessen aufhören werden, dass die gegenseitige Bekämpfung der verschiedenen Kraftversorgungsmittel gegenüber der viel weitertragenden Frage der vollständigen Energieversorgung von Städten verschwinden wird, und dass ein weiter blickender Geist die Städte von Zentralstellen aus nicht blofs mit Elektrizität, sondern überhaupt mit Energie in allen denjenigen Formen versorgen wird, für welche Bedarf vorhanden und zu decken ist.

Städtische Kraftzentralen können sich auf viel richtigerer wirtschaftlicher Grundlage und zu den mächtigsten Unternehmungen künftig dadurch entwickeln, dass der jetzige verschwenderische Betrieb, welcher nur wenige Stunden bei voller Ausnutzung umfasst, durch einen möglichst gleichmässigen und damit wirtschaftlich vorteilhaften Betrieb ersetzt wird, und dass hierfür alle Betriebsarten herangezogen werden, welche den örtlichen Verhältnissen entsprechen, um so möglichst konstanter Betrieb zu erhalten.

Die Zentralstation und die gesamte Unternehmung, welche einen bestimmten Aufwand von Anlagekapital und allgemeinen Betriebsauslagen darstellen, müssen ausgenutzt werden, die Kraft muss möglichst gleichmässig erzeugt werden. Das Mittel hierzu ist die Vereinigung verschiedener Kraftverteilungsmittel, so wie sie zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenem Ort benötigt werden, sodass zu jeder Zeit des Tages diejenigen Kraftmittel und diejenigen Mengen derselben geliefert werden, welche den thatsächlichen Bedürfnissen entsprechen. Dann lässt sich, wenigstens in amerikanischen Städten, auch ein fast konstanter Betrieb und die volle Ausnutzung der Kraftanlage erzielen.

Diejenigen Kraftmittel, welche sich in einer einzigen Zentralstation ohne wesentliche Schwierigkeit vereinigen lassen, sind: Wärme, Wasser, Luft und Elektrizität. Im Zusammenhange mit einer mässig ausgedehnten Aufspeicherung für jedes dieser Kraftmittel ist es hier sogar technisch und wirtschaftlich möglich, nahezu 24 stündigen, vollen, ununterbrochenen Betrieb der Kraftstelle zu erreichen. Nur das Zusammenfallen von Kraft- und Lichtbetrieb in einigen Abendstunden lässt sich nicht ganz vermeiden. Hier in Amerika liegen die Verhältnisse derart, dass das erwähnte Ziel in durchaus nicht ferner Zukunft erreichbar ist. Das ist das Ideal der Kraftversorgung: gemeinsame Leitung, nur einmalige allgemeine Unkosten, gemeinsame Krafterzeugung (Dampfkessel und Dampfmaschinen einschliesslich Kohlenwirtschaft) und ununterbrochener gleichmässiger Betrieb. Durch solche Betriebsvereinigung lassen sich die jetzigen, besonders in Amerika verschwenderisch hohen Betriebskosten auf ein geringes Mass herunterbringen; es kann z. B. hier Elektrizität für $\frac{1}{3}$ der jetzigen Kosten mit viel gröfserem Gewinn als jetzt verteilt werden.

Damit im Zusammenhange steht dann die wichtige, hier in Amerika von der Kraftversorgung gar nicht zu trennende Frage der Wärmeversorgung, die sich in einfacher Weise löst. Wärme wird hier ununterbrochen, auch zur Nachtzeit, in fast gleichbleibender Menge benötigt, da die grossen Gebäude immer vollständig durchwärmt erhalten werden. Aus technischen und wirtschaftlichen Erwägungen und mit Rücksicht auf die vorhandenen Heizeinrichtungen entspricht Auspuffdampf der Wärmeverteilung am besten. Es läuft daher die Wärmeverteilung darauf hinaus, in den Kraftstationen möglichst gleichmässig und möglichst viel Auspuffdampf, also möglichst viel Kraft zu erzeugen. Dies deckt sich vollständig mit dem früher Erwähnten, mit der Vereinigung verschiedener Energiemittel und der anzustrebenden gleichmässigen Krafterzeugung, und nur in Ausnahmefällen, etwa an ganz strengen Wintertagen, wird es notwendig sein, dem Auspuffdampf noch frischen Heizdampf hinzuzufügen. Die Vereinigung verschiedener Kraftverteilungsmittel in der Zentral-

station bietet meines Wissens keine anderen als die gewöhnlichen konstruktiven Schwierigkeiten; diese sind leicht überwindbar. Es ist sogar ohne Komplikation möglich, eine solche Zentralstation nicht nur mit einer gemeinsamen Kesselanlage, sondern auch mit einer gemeinsamen Motorenanlage zu bauen, von dieser aus ohne Zwischentransmission alle Dynamos, Pumpen und Kompressoren nach Bedarf anzutreiben und dabei während des Betriebes jede einzelne Produktion, trotz des gleichzeitigen Betriebes, nach Bedarf zu regulieren.

Solche kombinierte Krafterzeugung und -Verteilung würde große Erträge liefern, die nicht nach dem heutigen Maßstab zu messen sind. Die Erträge bzw. Ersparnisse gegenüber der jetzigen Verschwendung sind ungeheuer, sodass solche Anlagen zu den überhaupt ertragsfähigsten gehören. Um hierzu Beispiele anzugeben, erwähne ich, dass gegenwärtig in den großen amerikanischen Städten je nach dem Zweck und der Ausnutzung für Kraft etwa 80 bis 150 \$ jährlich für 1 PS (10stündige Arbeitszeit vorausgesetzt) verlangt und bezahlt werden, und zwar bei verhältnismäßig großem, nicht unter 50 PS herabgehendem Bezug; dass für Heizung allein 30 bis 60 \$ für 1 PS (30 Pfd. Verdampfung) und Jahr bezahlt werden. Für Elektromotoren werden in allen Städten etwa 300 \$ für 1 PS bezahlt. Dies ist der jährliche Verkaufspreis für den wirklichen Verbrauch. Auch dort, wo in amerikanischen Fabrikstädten Werkstätten mit Kraft vermietet werden und ein großer Teil der Kosten der Kraft in der Miete enthalten ist, werden für besonders gelieferte Kraft etwa 60 \$ pro PS und Jahr gefordert und bezahlt.

Dies sind hohe Kosten, wenn berücksichtigt wird, dass die Ausnutzung der vorhandenen Motoren von 10 bis 50 PS durchschnittlich unter $\frac{1}{3}$ liegt. Wenn für die Einnahme einer kombinierten Kraftverteilung, welche alle Energiearten liefert, Mindestpreise gerechnet werden, die tief unter den erwähnten gegenwärtig tatsächlich bezahlten Kosten

für Wärme und Kraft liegen, und wenn angenommen wird, dass mit Rücksicht auf die hier vorhandenen Großbetriebe nur für die Hälfte der verteilten Kraft der volle Verkaufspreis erzielt wird, so ergibt sich für eine solche kombinierte Kraftverteilung ein Einkommen, welches das aller bisherigen technischen Betriebe weit hinter sich zurück lässt. So z. B. sind viel höhere als die jetzigen Erträge aus der Verteilung elektrischen Stromes zu erzielen, und zwar schon bei einem Verkaufspreis von 4 Cents für 1000 Watt, während der jetzt geforderte Preis hier 10 Cents beträgt. Noch größere Erträge lassen sich aus der Druckluftverteilung für Kraft- und Kühlzwecke erzielen, selbst wenn für den Verkaufspreis nur 50 \$ für 1 PS in Anschlag gebracht werden. Für das Nebenprodukt des Kraftbetriebes in der Zentralstation, die Wärme des Auspuffdampfes, ist ein Verkaufspreis von 25 \$ bzw. 15 \$, wenn die Wärme samt Kraft geliefert wird, gegenüber den gegenwärtigen Kosten hier sehr niedrig und lässt ungeheure Erträge erzielen. Alles dies hat seine Begründung einfach in der vollkommenen Ausnutzung der Zentralstation und der gleichmäßigen Verteilung der allgemeinen Auslagen. Hierin liegt meiner Ansicht nach die Zukunft der Kraftverteilung, und ich glaube, dass in wenigen Jahren diese Auffassung in Amerika zum Durchbruch kommen wird, wenn nicht kleinliche und einseitige Interessen und Monopolbestrebungen das Wesen der erwähnten Sache beeinträchtigen.

Was gegenwärtig hier in Amerika für Kraftzwecke bezahlt wird, ist nach unseren Begriffen ungeheuer, wie sich dies aus den schon vorangegangenen Berichten über die Einrichtung größerer Geschäftshäuser ergibt. Die Verschwendung ist so gewaltig, dass jetzt schon das Bestreben erkennbar ist, die Maschinenanlagen abzuändern und die Betriebe zu zentralisieren. Das ist aber nur der Beginn der Zentralisierung aller erforderlichen Energiearten.

A. Riedler.

Kälteverteilungsanlagen in Amerika.

Die künstliche Kälteerzeugung hat in Amerika auf den verschiedenen Anwendungsgebieten eine weit ausgedehntere und im einzelnen grofsartigere Benutzung gefunden als in Europa.

Ursprünglich waren es Brauereien sowie die grofsen Schlächtereien und zahlreiche Fleischversandgeschäfte, welche grofse und vollkommene Kältemaschinenanlagen benötigten, die zu den gröfsten bis jetzt bekannten zählen. Neuerdings bilden Eiswerke und Lagerhäuser zur Aufbewahrung von Lebensmitteln ein weitverzweigtes und in rascher Fortentwicklung befindliches Verwendungsgebiet der künstlichen Kälteerzeugung. Aber auch für den Kleinbedarf im Haushalt hat die Verwertung der wirtschaftlichen Vorteile der Kälte in Amerika praktische Gestalt gewonnen, sowohl durch Einzelanlagen in Hotels und Mietshäusern als auch durch Zentralanlagen, von denen aus Kälte durch Strafsenleitungen an beliebige Bedarfsstellen abgegeben wird.

Die ausgedehnte praktische Bedeutung, welche die künstliche Kälte in Amerika gewonnen hat, erhellt auch daraus, dass allein 12 Gesellschaften bestehen, welche ausschliesslich Kältemaschinen bauen, und unter denen beispielsweise die Delavergne Refrigerating Machine Co. in New York allein 700 Arbeiter beschäftigt. Auch in der Fachliteratur kommt das grofse technische Interesse für die Erzeugung und Anwendung der Kälte und die Bedeutung dieses Industriezweiges durch die seit mehreren Jahren erscheinende, von allen amerikanischen Fachleuten kräftig unterstützte Zeitschrift *Ice and Refrigeration* zum Ausdruck.

Für die künstliche Kälteerzeugung beherrschen in Amerika die Ammoniak-Kompressionsmaschinen das Feld, und neben diesen spielen nur noch die Absorptionsmaschinen für kleine Anlagen eine gewisse Rolle.

Bei ersteren sind drei von einander abweichende Arbeitsweisen des Ammoniakgases in den Kompressionszylindern in Aufnahme gekommen:

1) Ansaugen der trockenen Gase aus den Verdampfungs- oder Kühlröhren und Kompression derselben unter Oeleinspritzung, behufs Ausfüllung der schädlichen Räume und Kühlung der Kompressionsgase.

2) Ansaugen trockener Gase und Kompression unter Wasserkühlung des Kompressor-Cylindermantels.

3) Ansaugen gesättigter Dämpfe und Kompression ohne Oelzufuhr, ohne Mantelkühlung und ohne Ausfüllung der schädlichen Räume durch Oel.

Die beiden ersten Systeme werden einfach- und doppeltwirkend, das letztere nur doppeltwirkend ausgeführt und jedes von ihnen durch hervorragende Firmen vertreten.

Anordnung der Kältemaschinen.

In der Anordnung der Kältemaschinen herrscht die vertikale Aufstellung der Kompressionszylinder vor; mit diesen sind dann entweder auch vertikale oder horizontale Dampfmaschinen verbunden. Zur vertikalen Aufstellung der Kompressoren führt die einfachwirkende Arbeitsweise und die Rücksichtnahme auf andauernde Dichthaltung der Kolben und Stopfbüchsen. Die Dichtheit der betreffenden Teile wird ausser durch die mit der vertikalen Aufstellung erreichte geringe Abnutzung durch Oelverschluss der Liderungsräume gesichert.

Zur leichten Uebersicht sei nachfolgend die von den maßgebenden Kältemaschinengesellschaften vertretene Anordnung und Arbeitsweise der Ammoniakkompressoren angeführt.

The Delavergne Refrigerating Machine Co., New York: vertikale, einfach- oder doppeltwirkende Kompressoren mit Oeleinspritzung während der Kompression; horizontale Dampfmaschine.

Frick Company, Engineers, Waynesboro, Pa.: vertikale, einfachwirkende Kompressoren mit äußerer Wasserkühlung, ohne Oelzufuhr in den Kompressionszylindern; horizontale Dampfmaschine.

The Buffalo Refrigerating Machine Co. und The Case Refrigerating Machine Co., Buffalo, N. Y.: vertikale, doppeltwirkende Kompressoren ohne Oeleinspritzung; äußere Wasserkühlung und vertikale, direktwirkende Dampfmaschine.

Hercules Iron Works, Chicago, Ill.: vertikale, einfachwirkende Kompressoren ohne Oeleinspritzung, mit Mantelkühlung und Balanzierantrieb mit horizontaler Dampfmaschine.

York Manufacturing Co., York, Pa.: vertikale, einfachwirkende Verbundkompressoren mit Mantelkühlung und vertikaler oder horizontaler Dampfmaschine.

John Featherstone's Sons, Chicago: vertikale, einfachwirkende Kompressoren mit Mantelkühlung und horizontaler Dampfmaschine.

The Arctic Machine Manufacturing Co., Cleveland, Ohio und American Ice Machine Co., St. Louis, Mo.: vertikale, doppeltwirkende Kompressoren mit Mantelkühlung und vertikaler oder horizontaler Dampfmaschine.

Horizontale, doppeltwirkende Kompressoren ohne Oelzufuhr oder Mantelkühlung werden ausgeführt von The Fred. W. Wolf Company, Chicago, als Besitzerin der Lindeschen Patente und von The Vilter Manufacturing Co., Milwaukee, deren Ausführungen sich nur unwesentlich von Lindeschen Maschinen unterscheiden.

Sämtliche Kältemaschinen amerikanischer Konstruktion saugen die Ammoniakgase in überhitztem Zustand an und liefern bei der Kompression überhitzte Dämpfe, während bekanntlich die Lindeschen Maschinen feuchte, gesättigte Dämpfe ansaugen und ohne bedeutende Ueberhitzung komprimieren.

Charakteristisch für die amerikanischen Ausführungen ist die fast ausschließliche Verwendung der Berieselungskondensatoren; die unter Wasser liegenden Kondensatoren sind bis jetzt nur von der die Lindeschen Kältemaschinen ausführenden Firma beibehalten; aber auch letztere sieht sich neuerdings veranlasst, zur allgemeinen Verwendung der Rieselkondensatoren überzugehen.

Was die Einrichtungen zur Uebertragung und Verwertung der erzeugten Kälte angeht, so ist im allgemeinen zu bemerken:

Zur Eiszerzeugung wird Kochsalz- oder Chlorcalciumlösung abgekühlt, welche wie üblich Eiszellen umgeben. Das Gewicht der Eisblöcke wechselt zwischen 50 und 200 kg. Die schwereren Blöcke werden den leichteren wegen ihres geringeren Schmelzverlustes vorgezogen. Die Gefrierdauer für die schweren Blöcke beträgt etwa 60 Stunden, wobei die Temperatur der Salzlösung auf ungefähr $18^{\circ}\text{F} = -8^{\circ}\text{C}$ gehalten wird. Die Eiszellen werden nicht reihen-, sondern blockweise gezogen.

Zur Kühlung von Räumen werden entweder gekühlte Salzlösung oder unmittelbar die expandierenden Ammoniakdämpfe benutzt. Das letztgenannte Verfahren (direct expansion) hat sich wegen seiner Einfachheit in den Lagerkellern der Brauereien allgemein, in den Kühlräumen der zur Aufbewahrung von Lebensmitteln dienenden Lagerhäuser zum teil eingebürgert. Dagegen findet die Kühlung durch Salzlösung in den Lagerräumen der großen Schlächtereien und Fleischverandgeschäfte fast ausschließlich Verwendung. Trotz der schwerwiegenden praktischen Bedenken, welche gegen die unmittelbare Verwendung des Ammoniaks in den die Kühlräume durchziehenden Kühlröhren erhoben werden, namentlich bei ausgedehnten Anlagen, welche die Ueberwachung der Röhrenverbindungen und Dichtungen erschweren, wird doch die unbedenkliche, aber weitläufigere Kühlung durch Salzlösung mehr und mehr verdrängt. Große Sorgfalt in der Wahl der Ammoniakröhren und der Herstellung der Flanschverbindungen sowie zweckmäßige Konstruktion der Dichtungen sichern einen störungsfreien Betrieb.

Welche Bedeutung und Ausdehnung die Kälteerzeugung in Amerika gewonnen hat, möge aus folgender Uebersicht über einige bemerkenswerte Anlagen der verschiedenen Verwendungsgebiete der Kälte hervorgehen. Eine eingehende Berichterstattung hierüber wird nachfolgen.

Eiswerke.

Hervorragende Entwicklung nehmen die Eisfabriken für Trinkzwecke, und zwar verdrängen sie nicht nur im Süden Nordamerikas das von den nördlichen Süßwasserseen bezogene Natureis, sondern auch in den nördlichen Teilen der Ver. Staaten, namentlich in New York, tritt, trotz geringer Transportkosten des Natureises, das Kunsteis in erfolgreichen Wettbewerb. Auch Chicago besitzt bereits mehrere große Eiswerke, während in dem nördlicher gelegenen Milwaukee der Gebrauch des Natureises überwiegt.

Eis zur Kühlung von Räumen ist bis auf die gleichartige Verwendung im Haushalt und kleinen Restaurants u. dergl. vollkommen aufgegeben. Das zu Trinkzwecken dienende Eis wird auf 3 verschiedene Arten hergestellt, und zwar in Eisblöcken aus reinem Quellwasser oder aus destilliertem Wasser oder als Platteneis.

Reines Quellwasser steht zur Eiszerzeugung selten zur Verfügung; Wasserleitungswasser ist sehr häufig, so namentlich in New York und Chicago, von ungenügender Reinheit und würde außerdem zu kostspielig sein. In der Regel wird daher destilliertes, durch Kondensation und Reinigung des Auspuffdampfes der Eismaschinen gewonnenes Wasser benutzt.

In dieser Weise arbeitet beispielsweise das Eiswerk der Hygeia Ice Co. in New York. Die Anlage besitzt 3 Delavergne-Eismaschinen von zusammen 150 t täglicher Eislieferung oder 250 t Eisschmelzfähigkeit. Jede Eismaschine ist mit einer einzylindrigen Dampfmaschine verbunden, deren Auspuffdampf zur Eisfabrikation verwandt wird. Die Gefrierräume befinden sich in 2 Stockwerken über einander mit je 1500 und 1688 Eiszellen für Eisblöcke von je 300 lbs = 135 kg. Das Ziehen der Zellen erfolgt etwa alle 6 Minuten bei 60 Stunden Gefrierzeit.

Im vergangenen Jahr wurden 40500 t Eis hergestellt, wobei im mittel 1 t Kohlenklein (2,75 \$ für 1 t) 6 t Eis lieferte. Der Verkaufspreis des Eises beträgt im großen 2 \$ für 1 t, 3,5 \$ für Hotels und 7 \$ im kleinen an Private, mit Einschluss der Transportkosten. Das Natureis, welches im allgemeinen für weniger rein als das Kunsteis gilt, wird dagegen mit 1,5 \$ im großen, 2,5 bis 3 \$ an Hotels und 7 \$ an Private verkauft.

Die Fish Ice Factory, Chicago, welche eine Eismaschine der Hercules Iron Works für 60 t tägliche Eislieferung besitzt, verwendet ebenfalls zum Füllen der Eiszellen den kondensierten und gereinigten Auspuffdampf der Dampfmaschine. Das Gewicht der Eisblöcke beträgt 250 lbs = 115 kg.

Um die Leistungsfähigkeit des Eiswerkes während der Sommermonate zu vermehren, ist damit ein Eishaus, in welchem 1500 t Eis gelagert werden können, verbunden. Dieser Vorrat wird während der Wintermonate durch die Kältemaschinenanlage geliefert.

Die Platteneisfabrikation hat bis jetzt noch verhältnismäßig geringe Aufnahme gefunden, da der Vorteil größerer Reinheit und Klarheit des Eises durch größere Umständlichkeit im Betriebe der Eismaschinenanlage erkauft werden muss, ohne dass gegenwärtig die Herstellungskosten geringer als die des Zelleneises wären. Die bedeutendsten Anlagen für Platteneisfabrikation nach Smithschem System sind das Eiswerk der Consumers Ice Company, New Orleans, mit einer 100 t-Frick-Kältemaschine und dasjenige der Smith Transparent Ice Mfg. Co., Washington, mit einer 50 t-Frick-Eismaschine. Bei ersterer Anlage werden Eisplatten von 4,9 m Länge, 2,45 m Breite und 300 bis 400 mm Dicke aus filtriertem Mississippi-Wasser hergestellt.

Kältemaschinenanlagen in Brauereien.

Die Brauereien bilden, wie bei uns auch, in Amerika das größte Absatzgebiet für Kältemaschinen und tragen so zu deren technischer Entwicklung und Vervollkommnung in hervorragendem Maße bei, zumal die größeren Brauereien die Kosten besonders sorgfältiger Ausführung und luxuriöser Ausstattung ihrer Kältemaschinenanlagen nicht scheuen. Dazu kommt noch der Umstand, dass Gär- und Lagerräume des Bieres nicht in unterirdischen Kellern, sondern fast allgemein in mehrstöckigen Gebäuden untergebracht sind, welche ihrer bedeutenden Strahlungsverluste wegen größere Kälteleistung erfordern als Keller gleichen Rauminhalts. Gegenwärtig besitzt die Bush Brewing Association in St. Louis die größte Kältemaschine für 500 t täglichen Eisersatz. Sie wurde im vorigen Jahre von der Delavergne Co. in New York geliefert; die zugehörige Verbunddampfmaschine mit Kondensation steht in Verbindung mit Kleinschem Gradirwerk¹⁾.

Außer dieser neuesten Maschine besitzt die Brauerei aber noch eine Reihe leistungsfähiger Kältemaschinen und zwar aus dem Jahre 1882 zwei vertikale Boyle-Kältemaschinen für je 75 t Eisersatz, aus dem Jahre 1884 eine horizontale, doppeltwirkende Empire-Maschine für 75 t. Ferner wurde 1886 und 1888 je eine 110 t- und 1889 eine 220 t-Delavergne-Kältemaschine aufgestellt.

Von diesen Kältemaschinen dient gegenwärtig die größte, 500 t-Maschine, für die Eisfabrikation, wobei der Auspuffdampf der übrigen Maschinen das Eiswasser liefert; die

¹⁾ Z. 1892 S. 104.

übrigen Delavergne-Maschinen mit 440 t Eisersatz für Kellerkühlung, die Empire-Maschine für Bierkühlung und die beiden Boyle-Maschinen für Salzwasserkühlung zur Gärung. Die Lagerfähigkeit sämtlicher Gär- und Kühlräume beträgt 320- bis 350 000 hl Bier. Die gesamte Anlage umfasst 7 Kältemaschinen mit einer Leistungsfähigkeit von 1165 t täglichem Eisersatz.

Die nächstgrößte Kältemaschinenanlage besitzt die Pabst Brewing Co. in Milwaukee, welche mit einem Jahresumsatz von 1 500 000 hl Bier als die größte Brauerei Amerikas zu betrachten ist. Die Kältemaschinenanlage besteht aus 3 einfachwirkenden Boyle-Maschinen für je 50 t, einer Maschine für 75 t und 2 Maschinen für je 300 t Eisersatz der Delavergne Co. in New York, letztere mit Verbundmaschinen und Strahlkondensation. Sämtliche Kältemaschinen dienen ausschließlich zur Kellerkühlung und arbeiten teilweise mit Salzlösung, teilweise mit Ammoniakröhren in den Lager- und Gärkellern.

Künstliches Eis wurde bis jetzt nicht erzeugt, weil das natürliche billiger von den in der Nähe Milwaukees befindlichen Eishäusern bezogen werden konnte. Trotzdem ist für die nächste Zeit ein Eiswerk mit 600 t-Kältemaschinen zur Eiszeugung für den Biertransport geplant, hauptsächlich veranlasst durch den aus Reklamerücksichten unter den amerikanischen Bierkönigen entstandenen Wettstreit um den Besitz der größten Maschinenanlagen.

Nächst den Genannten kommt die Schlitz-Brauerei in Milwaukee in betracht, welche 2 Lindesche Kältemaschinen für 200 t und 2 Delavergne-Maschinen für zusammen 250 t täglichen Eisersatz besitzt.

Die ebenfalls in Milwaukee befindliche Blatzsche Brauerei hat zwei 75 t- und eine 300 t-Kältemaschine mit Tandem-Verbunddampfmaschine der Weifsel & Vilter Mfg. Co.

Als Eigentümlichkeit der Blatzschen Brauerei verdient noch erwähnt zu werden, dass neuerdings alle ihre Arbeitsmaschinen mit elektrischem Antrieb versehen worden sind, wozu 2 von einer 400 pferdigen Ventildampfmaschine der Nordberg Mfg. Co., Milwaukee, angetriebene Thomson-Houston-Dynamomaschinen den elektrischen Strom von 500 V Spannung liefern.

Schlächtereien und Fleischversandgeschäfte.

In hervorragendem Maße haben die praktischen Vorteile der künstlichen Kälteerzeugung dazu beigetragen, dass die amerikanischen Schlächtereien und Fleischversandgeschäfte innerhalb kaum zweier Jahrzehnte zu den großartigsten Industrien Amerikas sich entwickeln konnten. Die mit den Union Stock Yards in Chicago verbundenen Schlachthäuser, welche bekanntlich den amerikanischen wie ausländischen Markt mit Fleisch und Fleischwaren hauptsächlich versorgen, besitzen die größten überhaupt bestehenden Kältemaschinenanlagen und Kühleinrichtungen. Sie zeigen jedoch wenig Nachahmenswertes und Mustergültiges, da die rasche Entwicklung der einzelnen Geschäfte keine Zeit zum Erproben von Neuerungen liefs.

Die Kühlung der Lagerräume geschieht in allen Schlächtereien der Stock Yards mittels in Röhren umlaufender Salzlösung, deren abkühlende Wirkung durch äußerlich aufgesetzte Rippen erhöht wird. Die unmittelbare Benutzung von Ammoniakkühlröhren findet sich nur vereinzelt in einigen Lagerhäusern innerhalb der Stadt. Die wagerecht angeordneten Röhren laufen entweder über einander liegend die Wände entlang oder hängen an der Decke, in geeigneter Weise über den Raum verteilt. Lüftung der Räume ist im allgemeinen nicht vorgesehen; nur eine mäßige Luftbewegung innerhalb der geschlossenen Kühlräume ist in vereinzelt Fällen dadurch erzielt, dass vor die an den Wänden liegenden Rohrreihen Papierwände gespannt sind, welche zwischen sich und der Gebäudemauer einen Zwischenraum schaffen, durch den die nach unten sinkende abgekühlte Luft im Kühlraum eine Luftbewegung von unten nach oben hervorruft.

Eine vollständige Lüfterneuerung findet nur in denjenigen Kühlräumen (chill rooms) statt, in welche das frisch geschlach-

tete Fleisch zum Ausdunsten eingebracht wird. Die Temperatur der Kühlräume wird im allgemeinen von Hand durch Veränderung des Salzlösungszuflusses mittels des Absperrventiles oder durch Verstellen von Klappen am Lufteintrittsquerschnitt der oben genannten, durch Papierwände gebildeten Lüftungskanäle geregelt. In neuester Zeit wurden mit Kerosin gefüllte Expansionskörper zur selbstthätigen Bewegung der Klappen versucht.

Die Temperatur der Kühlräume wird zwischen 36° und 40° F = 2° bis 5° C, die der Gefrierräume auf etwa 10° F = -9° C gehalten, wobei die Temperatur der Salzlösung 18° F = -8° C bzw. 0° F = -18° C beträgt.

Die Isolation der Kühlräume besteht bei den älteren Ausführungen aus doppelten Holzwänden mit Papierzwischenlagen und Ausfüllung der Zwischenräume mit Sägespänen. In neuerer Zeit wird zweifache Luftisolierung oder eine Luftschicht mit Sägespäne- oder Schlackenwolleausfüllung angewendet.

Größe und Ausdehnung einiger der bedeutendsten Anlagen vorbezeichneter Art mögen nachfolgende Angaben kennzeichnen.

Armour & Co., Chicago. Die Kältemaschinenanlage besteht aus 17 horizontalen Dampfmaschinen mit je 2 Ammoniak-Kompressoren; davon haben 15 Maschinen Dampfzylinder von 610 mm Dmr. und 915 mm Hub und Kompressorzylinder von 387 mm Dmr. bei gleichem Hub, während 2 Dampfzylinder von nur 457 mm Dmr. bei 762 mm Hub und 254 mm Kompressorndmr. besitzen. Jede Maschine hat einen unter Wasser tauchenden Ammoniakkondensator. Bezüglich der Ausdehnung der Kühlräume möge bemerkt werden, dass der auf die Gefrier- und Kühlräume entfallende Bodenraum ungefähr 40 acres = 1,62 ha beträgt.

99 Rauchröhrenkessel von je 100 PS und 3 Wasserröhrenkessel von je 350 PS liefern den Betriebsdampf für die Maschinen und zu Kochzwecken.

Swift & Co., Chicago. Die Gesellschaft besitzt neben einigen kleinen 3 große getrennte Kältemaschinenanlagen, deren Gesamtleistungsfähigkeit ungefähr 1500 t täglichem Eisersatz entspricht. Die eine Anlage hat 4 Linde Kompressoren für 75 t Eisersatz, wobei je 2 Kompressoren (381 mm Dmr. und 635 mm Hub) mit je einer Dampfmaschine (457 mm Dmr. und 1067 mm Hub) verbunden sind. In der zweiten Anlage treiben 2 Tandem-Verbunddampfmaschinen mittels Riemen je 8 Linde-Kompressoren für je 50 t Eisersatz, und in der dritten durch die Vilter Mfg. Co. ausgeführten neuesten Anlage betreibt eine Verbunddampfmaschine mit 305 und 864 mm Cylinder-Dmr. und 1219 mm Hub 2 doppeltwirkende Kompressoren von 305 mm Dmr. und 1067 mm Hub.

Die Fleischkühl- und Gefrierräume umfassen je etwa 113 000 cbm und dienen zusammen für einen täglichen Umsatz von 3000 Rindern, 3000 Schafen und 4000 Schweinen. Die zur Kühlung benötigten Salzwasserleitungsrohre haben eine Gesamtlänge von ungefähr 104 km; $\frac{2}{3}$ davon bestehen aus 76 mm weiten galvanisierten Blechrohren; die übrigen sind 25 und 38 mm weite schmiedeeiserne galvanisierte Röhren. Das Arbeitspersonal besteht aus 4000 bis 4500 Mann.

Libby, Mc Neill & Libby, Chicago. 2 Herkules-Kältemaschinen mit je einer Dampfmaschine von 356 mm Dmr. und 711 mm Hub und 2 Kompressoren von 356 × 914 mm. Das Fassungsvermögen der Kühlräume beträgt 45 000 Fass, das der Gefrierräume 675 000 bis 900 000 kg Fleisch. Im ganzen sind 40 000 m Kühlrohre von 51 mm Dmr. vorhanden.

Nelson, Morris & Co., Chicago. 10 Boyle-Maschinen zu je 75 t, 1 Weifsel & Vilter-Kältemaschine mit 2 Kompressoren von 356 mm Dmr. und 813 mm Hub und eine solche mit 2 Kompressoren von 457 mm Dmr. und 914 mm Hub.

Arnold Brothers, Fleischhalle, Chicago. Diese Firma beschäftigt sich nur mit dem Kleinverkauf und der weiteren Verarbeitung des von den Schlächtereien der Stock Yards bezogenen Fleisches. Die Kühlanlage besitzt 2 Delavergne-Maschinen mit je einer Dampfmaschine von 406 mm

Dmr., 406 mm Hub und 2 doppelwirkende Kompressoren von 203 mm Dmr., 406 mm Hub. Die über 5 Stockwerke verteilten Kühlräume werden mit Ammoniakröhren gekühlt.

Kühlhäuser.

Außer den zur Fleischkonservierung dienenden Kühlhäusern im großen, spielen diejenigen zur Aufbewahrung von Lebensmitteln überhaupt eine wichtige Rolle, wenn auch ihre Größe weit hinter jenen zurückbleibt. In diesen Lagerhäusern stehen die Kühlräume den Klein- und Großhändlern von Lebensmitteln gegen ein bestimmtes, vom beanspruchten Raum und der Lagerzeit abhängiges Mietgeld zur Verfügung. Mit dem rein der Gesundheit dienenden Zweck, Nahrungsmittel längere Zeit aufzubewahren und genießbar zu erhalten, werden durch die Lagerung auch finanzielle Vorteile angestrebt, und zwar unter Ausnutzung des Umstandes, dass bei vielen, über die eigentliche Jahreszeit hinaus zurückbehaltenen Lebensmitteln im allgemeinen eine Preissteigerung eintritt. Der Spekulation ist daher bei geeigneter Benutzung der Kühlhäuser manches Thor geöffnet. Jene Nahrungsmittel, welche monate- oder jahrelanges Lagern unbeschadet ihrer Güte vertragen, wie: Eier, Käse, Butter, Früchte, Fleisch, Fisch u. dergl., geben daher auch zu förmlichen Börsengeschäften Veranlassung, und Eier werden in großen Massen im Frühling und Sommer aufgekauft, sorgfältig auf ihre Güte und Lagerfähigkeit untersucht und die lagerfähigen in Kisten bis zur Herbst- und Winterzeit aufbewahrt. Es gelingt hierdurch, beim Verkauf den doppelten bis dreifachen Ankaufspreis zu erzielen. Die für das Lagern ungeeignet befundenen Eier werden in Büchsen ausgeschlagen und in diesen in Gefrierräumen aufbewahrt, wenn nicht sofort an Konditoren oder Bäcker verkauft.

Die im voraus erwartete Erhöhung der Lebensmittelpreise während der Ausstellungszeit hat beispielsweise auch spekulative Ausstellungswirte veranlasst, Fleisch bereits im vergangenen Herbst in genügenden Mengen anzukaufen und bis zur diesjährigen Benutzung in Kühlhäusern aufzubewahren.

Die Temperatur der Kühlräume ist von den aufzubewahrenden Lebensmitteln abhängig und bewegt sich darnach zwischen $+1/2^{\circ}$ und $+4 1/2^{\circ}$ C, und zwar für Eier und Äpfel $1/2^{\circ}$ C, Butter, Käse, trockene Früchte und Fische, Gemüse, Cigarren und Bier in Fässern $1 1/2^{\circ}$ C, Trauben und Zwiebeln 2° C, Schweinefleisch, Hopfen, Wein in Fässern und Flaschen $4 1/2^{\circ}$ C; in Gefrierräumen werden frisches Fleisch, Wildbret, Geflügel, Fische und in Blechbüchsen ausgeschlagene Eier aufbewahrt.

Zu den bedeutendsten Kühl- und Lagerhäusern gehören gegenwärtig die der beiden folgenden in Chicago befindlichen Gesellschaften:

Western Refrigerating Co. Die Gesellschaft besitzt 6 zu beiden Seiten der Michigan-Strasse gelegene 5 bis 7 stöckige Lagerhäuser, zu welchen teilweise bereits bestehende Geschäftshäuser umgebaut worden sind. Die Bodenfläche der Lagerräume beträgt 25 200 qm und ihr Inhalt ungefähr 95 000 cbm. Mit sämtlichen Lagerhäusern ist eine Kühlanlage von 2 Lindeschen Kompressionsmaschinen mit 4 Kompressoren für zusammen 200 t Eisersatz verbunden. Im Laufe dieses Jahres wird noch eine dritte Maschine für 100 t Eisersatz aufgestellt werden.

Sämtliche Kühlräume sind mit Salzlösung gekühlt, welche mit -8° C aus dem Maschinenraum ab- und mit $-6,5^{\circ}$ C wieder zurückfließt. An die 150 mm weiten Hauptleitungen der Salzlösung, welche senkrecht durch die Gebäude hindurchgehen, schließen sich in den einzelnen Stockwerken 65 mm weite wagerechte Leitungen an, von denen aus die Abzweigung nach den 32 mm weiten Kühlröhren der zu kühlenden Räume erfolgt.

Für solche Nahrungsmittel, welche bis zum Eintritt günstiger Verkaufsbedingungen aufgestapelt werden, wie: Eier, Butter, Käse, Früchte und dergl., sind ganze Gebäude allein erforderlich. Im letzten Jahre wurden beispielsweise nicht weniger als 65 Millionen Eier in 192 450 Kisten gelagert.

Bei einem Einkaufspreis von 10 bis 12 Cts. für 1 Dutzend Eier steigert sich im Winter der Verkaufspreis auf das 2 bis $2 1/2$ fache. Die Lagerkosten betragen 60 Cts. für jede Kiste.

Die nächstgrößere gleichartige Unternehmung ist diejenige der Produce Cold Storage Exchange, Chicago, welche eine besonders vorteilhafte Lage dadurch besitzt, dass die Lagerhäuser am Westufer des Chicago-Flusses liegen und außerdem Eisenbahnanschluss haben. Gegenwärtig sind 90 Lagerräume eines 6 stöckigen und eines 12 stöckigen Gebäudes mit einem Gesamtlagerraum von 25 900 cbm in Betrieb. Beide Lagerhäuser sind feuersicher in Stahl und Stein gebaut und mit elektrischer Beleuchtung ausgestattet. Nach Eintritt der infolge des günstigen Verkehrsanschlusses zu erwartenden steigenden Anforderungen an die Lagerfähigkeit ist eine Erweiterung der beiden Lagerhäuser auf gleiche Größe bis zu einem Gesamtinhalt von 85 000 cbm beabsichtigt.

Die Lagerfähigkeit beträgt gegenwärtig 45 Millionen Eier, 135 000 kg Butter, 135 000 kg Käse und 5 900 000 kg Äpfel.

Die Kälte wird aber nicht nur dazu benutzt, den Handel mit Lebensmitteln vor den durch Verderb entstehenden wirtschaftlichen Schäden zu bewahren, sondern auch dem Konsumenten werden die Vorteile der Kälte zur Erhaltung geringerer oder größerer Lebensmittelvorräte in verschiedener Weise bereits zugänglich gemacht. Große Hotels und Restaurants besitzen neben ihren sonstigen maschinellen Einrichtungen für elektrische Beleuchtung, Aufzugsbetrieb, Wasserversorgung, Heizung und dergl. auch kleine Kältemaschinenanlagen, welche durch unmittelbare Expansion des Ammoniaks in Kühlröhren die Lagerräume kühlen und gewöhnlich auch für Eiszeugung eingerichtet sind.

So besitzen beispielsweise das Waldorf- und das Murray Hill-Hotel, New York, sowie das Iroquois Hotel, Buffalo, je eine Kältemaschine für 9 t täglichen Eisersatz, das Plaza-Hotel, New York, 2 Kältemaschinen für zusammen 17 t Eisersatz.

Auch für Mietshäuser werden neuerdings gleiche Einrichtungen geschaffen, indem jede einzelne Wohnung eines mittels Ammoniakröhren gekühlte Speisekammer erhält; außerdem wird auch das zu Trinkzwecken nötige Eis von der Kältemaschinenanlage geliefert. In Chicago besitzt beispielsweise das Groveland Apartment Building mit 8 Stockwerken für 56 Wohnungen eine 10 t-Kältemaschine der Hercules Iron Works, ebenso das Mecca Apartment Building und das Fairfax Apartment Building eine 6 t-Kältemaschine.

Zentralisierte Kälteverteilung.

Was nun die Kälteverteilung von einer Zentrale an beliebige Abnehmer anbetrifft, so ist in dieser Richtung der Anfang bereits in zwei Anlagen in St. Louis und Denver, Col., gemacht. Die Schwierigkeit, Kälte in einfacher und für die Abgabe zweckmäßiger Form zu verteilen, hat offenbar davon abgehalten, ihre Vorteile dem kleinen Bedarf schon früher verfügbar zu machen. In genannten Städten sind seit 3 bzw. 4 Jahren Kälteverteilungsanlagen in Betrieb, ausgeführt von der Consolidated Refrigerating Co. of New York.

Die Kälteabgabe erfolgt nach dem System der »direct expansion«, indem von der Zentrale aus flüssiges Ammoniak den zu kühlenden Räumen zugeführt und in Kühlröhren zur Verdampfung gebracht, dagegen die Ammoniakdämpfe durch besondere Leitungen nach der Zentralstation zurückgeführt werden. Das Verteilungsrohrnetz besteht daher aus einer Ammoniakflüssigkeits- und einer Ammoniakdampfleitung; dazu kommt noch eine dritte sogen. Vakuumleitung, durch welche jede der Hauptleitungen im Falle von Reparaturen und dergl. im Bedarfsfalle ganz oder teilweise ausgesogen werden kann.

In der Zentrale sind Absorptionsmaschinen angewandt, welche für die Betriebsverhältnisse der Kälteverteilung für geeigneter erachtet werden als Kompressionsmaschinen, namentlich in Rücksicht auf die möglichen starken Schwankungen im Ammoniak- bzw. Kältebedarf, welche den Betrieb der

Absorptionsmaschinen wegen ihrer großen Ammoniakbehälter weniger empfindlich beeinflussen.

Ein besonderer Vorzug dieser Kälteverteilung durch Ammoniakflüssigkeit besteht darin, dass beliebige Temperaturgrade der zu kühlenden Räume durch schwächere oder stärkere Drosselung der überströmenden Flüssigkeit mittels eines einfachen Regulirhahnes erzielt werden können.

Ausgiebigen Gebrauch haben bis jetzt die Fleischhändler in ihren Lagerräumen, Restaurants und Hotels in Küchen, Kellern und Eisschränken gemacht. Dass die Umständlichkeiten und Unreinlichkeiten, welche mit dem vorher zur Kühlung benutzten Eis verbunden waren, fortfallen und die Temperatur der Kühlräume leicht und einfach geregelt werden kann, wird als besonders wertvoll empfunden.

In St. Louis hat man probeweise auch Bierlokale im Sommer durch solche Kühlröhren zu kühlen versucht. Es liegt dabei der Anlage der Gedanke zu Grunde, im Winter dieselben Leitungsröhren zur Heizung zu benutzen. Auch die Befriedigung geringen oder nur vorübergehenden Eisbedarfes lässt sich einfach durch Anordnung eines Wasserbehälters erreichen, durch welchen einige Ammoniakspiralen geleitet werden.

Die bis jetzt vorhandenen Einrichtungen zur Kälteverteilung leiden zwar im ganzen an einer gewissen Rohheit und Unvollkommenheit; doch ist nicht zu bezweifeln, dass die Kälteverteilung im allgemeinen in anbetracht des durch die klimatischen Verhältnisse und durch die umständlichere Lebensmittelbeschaffung in Großstädten ausgesprochenen Bedürfnisses nach künstlicher Kälte einer großartigen Entwicklung entgegengeht.

Kältemaschinenanlagen der Ausstellung.

Die Ausstellung giebt kein übersichtliches und vollständiges Bild der verschiedenen Kältemaschinen. In der Maschinenhalle ist nur eine Kältemaschine der Delavergne Co., New York, für 150 t Eisersatz und eine solche der Frick Co., Waynesboro, für 10¹/₂ t ausgestellt. Dagegen bieten 3 Kältemaschinenanlagen ein hervorragendes Interesse, weil in diesen die verschiedenen Verwendungsgebiete der künstlichen Kälte in übersichtlicher und allgemein zugänglicher Weise veranschaulicht sind.

Bei einer mutmaßlichen mittleren täglichen Besucherzahl der Ausstellung von 175 000 spielte für den Ausstellungsvorstand die Frage nach einer zweckmäßigen Nahrungsmittelversorgung und -Aufbewahrung, sowie ausreichender Eisbeschaffung eine wichtige Rolle. Für die zahlreichen Speiseanstalten, Restaurants, Bierschänken und Verkäufer der amerikanischen »drinks« und dergl. ist daher westlich vom Verwaltungsgebäude eine Anlage errichtet, welche ein Eiswerk für 80 t tägliche Eiszeugung, einen Lagerraum für 1500 t Eis, sowie Kühlräume von 19 800 cbm in einem Gebäude vereinigt. Dieses bedeckt eine Oberfläche von 40 × 85 m, und ist 5 Stockwerke hoch, mit einem in der Mitte befindlichen 52 m hohen Aussichtsturm, welcher den Blechkamin der Kältemaschinenanlage künstlerisch verkleidet.

Für den Betrieb der ganzen Anlage dienen drei 125 t Kältemaschinen der Hercules Iron Works, Chicago, außerdem Dynamomaschinen für die elektrische Beleuchtung und den Betrieb von Personen- und Frachtaufzügen. Eine Kesselanlage für 800 PS liefert den Betriebsdampf.

Da die Einrichtungen des ganzen Gebäudes dem Publikum frei zugänglich sind, so ist durch möglichste Mannigfaltigkeit die Besichtigung besonders wertvoll zu machen versucht.

Die Eiszeugung erfolgt daher auf 3 verschiedene durch die Erfahrung erprobte Arten, und ebenso sind für die Kühlung der Lagerräume 3 verschiedene praktische Systeme in Anwendung gebracht. Es wird Platteneis aus filtrirtem Wasser, Eisblöcke von kondensirtem, gereinigtem und filtrirtem Dampf, und Eisblöcke aus entlüftetem Trinkwasser hergestellt, auf ersterem Wege etwa 10 t, auf den beiden letzteren etwa 80 bis 90 t täglich.

Für Kühlung der Lagerräume wird sowohl Salzlösung als auch unmittelbar Ammoniak verwendet, und außerdem wird in letzterem Falle teilweise die Luft in besonderen Kammern, in welchen die Ammoniakröhren liegen, gekühlt und mittels Ventilatoren den zu kühlenden Räumen zugeführt.

Um bestimmte Temperaturen der Kühlräume genau einzuhalten, sind Thermostaten angebracht, welche selbstthätig den Zufluss der kalten Luft regeln.

Die Gebäudewände sind durch doppelte Luftschichten mit Zwischenwänden aus Holz und Papier isolirt; innerhalb des Gebäudes sind die Wände außer durch eine Luftschicht noch durch eine Schicht von Mineralwolle isolirt.

Außer diesen den Lebensbedürfnissen entsprechenden Einrichtungen befindet sich in dem Gebäude noch auf dem dritten Stockwerk eine künstliche Schlittschubbahn.

Die zweite wichtige Kältemaschinenanlage der Ausstellung ist diejenige, welche zur Beschaffung kühlen, erfrischenden Trinkwassers dient.

Neben der Temperatur war aber vor allen Dingen auf Güte und Reinheit des Wassers Rücksicht zu nehmen, weshalb die Verwendung des aus dem Michigan-See entnommenen Wassers der städtischen Wasserleitung von vornherein ausgeschlossen war.

Vielmehr musste zur Trinkwasserversorgung das in Chicago seit langem sehr geschätzte und teuer bezahlte Wasser der Waukesha Mineral Spring Water Co. verwendet werden, das von Waukesha, einem 170 km nördlich von Chicago gelegenen Landaufenthaltort, in einer 150 mm weiten Rohrleitung durch Chicago nach dem Ausstellungsplatz geleitet und durch 64 km lange Haupt- und Zweigleitungen nach etwa 300 Trinkwasserstellen verteilt wird. Die Gebäudeanschlussleitungen betragen außerdem noch rd. 47 300 m. Die Wasserversorgung der Ausstellung besitzt hiernach das größte für gleiche Zwecke je ausgeführte Leitungsnetz mit engen Röhren.

In der Zuleitung besitzt das Wasser einen Druck von 7 kg/qcm, für dessen gleichmäßige Wirkung im Leitungsnetz ein Standrohr von 76 mm Dmr. in dem Verwaltungsgebäude der Ausstellung angelegt ist. Bevor jedoch das Wasser in der Ausstellung zur Verteilung kommt, wird es künstlich in einer Kältemaschinenstation des hinter dem Verkehrsgebäude gelegenen Pavillons der Waukesha Hygeia Mineral Spring Water Co. gekühlt. Diese Kühlanlage besteht aus einer Lindeschen Ammoniakkompressionsmaschine mit 325 mm Kompressorcylinderdmr. und 540 mm Hub, welche mittels zweier Verdampfer 227 cbm Wasser von 21° C auf 3° C innerhalb 16 Stunden zu kühlen hat.

Die hohe Anfangstemperatur des Wassers wird durch die Wärmeaufnahme in der engen und 170 km langen Zuleitung hervorgerufen.

Um aber auch an Stellen geringeren Wasserverbrauches eine teilweise Erwärmung des Wassers zu verhindern und möglichst gleichmäßige Wassertemperatur zu sichern, ist für beständigen Umlauf des Wassers im Leitungsnetz und durch die Kälteanlage dadurch Sorge getragen, dass neben die Hauptleitung eine Niederdruckrückleitung gelegt ist. Diese beiden Leitungen sind an den Wasserentnahmestellen vor dem Ausflusshahn mittels eines gedrosselten Ueberlaufhahnes in beständiger Verbindung, sodass das Wasser nirgends stillstehen und sich erwärmen kann.

Die Wasserabgabe an das Publikum erfolgt teils durch Automaten, von welchem es für 1 Cent das Glas zu beziehen ist, teils durch größere Verkaufsbuden.

Die dritte Verwendung künstlicher Kälte im größeren Maßstabe findet in der Midway Plaisance für Vergnügungszwecke statt, und zwar in der von der Delavergne Refrigerating Mach. Co. in New York angelegten Eisbahn, die den bekannten Rutschbahnen ähnelt. 2 Delavergne-Kältemaschinen von einer 50 und 65 t Eisersatz entsprechenden Leistung sorgen für Erhaltung der die Fahrbahn bildenden Eisschicht.

M. F. Guterath.

Studien über Wasserkräfte in Amerika.

Nach der Summe dessen zu schließen, was man über Ausnutzung großer Wasserkräfte in Amerika gehört und gelesen, hätte man meinen sollen, dass die Weltausstellung in Chicago auch über die Mittel, mit denen dies geschieht, d. h. über Turbinen und Wasserräder, Hervorragendes bieten würde. Die Ausstellung ist indessen in dieser Beziehung nur schwach beschickt. Nur 5 amerikanische Firmen sind mit verhältnismäßig kleinen Ausführungen vertreten, die zwar den in Amerika vorherrschenden Typus der Turbinen vollständig charakterisieren, aber doch auf die in großartigem Maßstabe planmäßig durchgeführten Ausnutzungen der großen Wasserkräfte nicht zurückschließen lassen. Freilich sind dabei in den weitaus meisten Fällen nicht die Turbinen selbst der maßgebende Faktor, sondern die örtlichen Verhältnisse, und damit in Zusammenhang die oft enorme Summen und eine jahrelange Arbeitskraft in Anspruch nehmenden Wasserbauten. Der Konstruktion und dem Einbau der Turbinen müssen diese wichtigen Arbeiten vorangehen. Sie sind es, an welche die Ertrags- und damit die Lebensfähigkeit der ganzen Anlage geknüpft ist, ohne welche die größten Wasserkräfte brach liegen bleiben müssen, nicht aber die — einige wenige Prozente mehr oder weniger Nutzeffekt gebenden — Turbinen. Die Turbine bildet den Schlussstein, der sich freilich organisch einfügen muss; es werden sich jedoch für jede Anlage gewiss mehrere Lösungen finden lassen, die die Ausnutzung der gegebenen Verhältnisse in gleicher, oder doch in nahezu gleich guter Weise möglich machen. Es soll daher hier auch den allgemeinen Bedingungen und der Art und Weise, wie die Wasserkräfte in Amerika ausgenutzt werden, ein breiterer Raum gewidmet und erst zum Schlusse auf die einzelnen Turbinenkonstruktionen und deren Eigentümlichkeiten zurückgekommen werden.

Die Aufmerksamkeit der den Norden Amerikas durchziehenden Pioniere ist schon frühzeitig auf die großen und meist außerordentlich günstig liegenden Wasserkräfte gelenkt worden, welche in den aus dem Norden und dem Inneren Amerikas kommenden großen Flüssen und Strömen zu finden sind. In mächtigen Abstufungen die Höhenunterschiede überwindend, wälzen sich ungeheure Wassermengen dem Meere zu. Dadurch, dass eine große Zahl von Seen Vorratskammern von bedeutendem Umfange bildet, erhalten die Wasserläufe in bezug auf Wassermenge und Gefällhöhe eine Gleichförmigkeit, wie sie selten anderswo gefunden wird und für die Ausnutzung zu gewerblichen Zwecken äußerst wertvoll ist. Dazu kommt, dass die Gefällverhältnisse, die steinigten Ufer und felsigen Flussbettformationen die Benutzung der großen Flüsse in ihrem Oberlaufe für die Schifffahrt nicht gestatten, dass daher auch kein Hindernis besteht, durch große Wehranlagen die Wasser einzudämmen, in Kanäle zu leiten und in vollem Umfange auszunutzen.

Die schnell wachsenden Industrien, dabei der Mangel an menschlichen Arbeitskräften und die dadurch bedingten hohen Löhne haben diese Bestrebungen in erheblichem Maße be-

schleunigt, und so kommt es, dass bereits in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts die Anfänge zu größeren Wasserbauten zu finden sind, die sich im Laufe der Zeit bedeutend vermehrt und erweitert haben. Um diese natürlichen Kraftquellen haben sich zuerst große Fabriken gruppiert, die mit vielen Tausenden von Pferdestärken arbeiten, und aus den Ansiedelungen der Arbeiter sind in wenigen Jahrzehnten große Städte geworden, deren Bewohnerzahl heute nach Hunderttausenden zählt.

Hervorragende Verdienste um die Ausnutzung großer Wasserkräfte in Amerika hat sich der bekannte Forscher und Turbinenkonstrukteur James B. Francis erworben, welcher schon zu Ende der 30er Jahre dieses Jahrhunderts mit weitblickendem Scharfsinn die Bedeutung der schlummernden Kräfte erkannte und mit unermüdlichem Fleiße daran ging, deren rationelle Ausnutzung auf theoretischer Grundlage zu erzielen. Die zahlreichen Versuchszahlen und Erfahrungsergebnisse, welche Francis durch mühevollen Experimente in Lowell an den Wasserfällen des Merrimack River festgestellt hat (Lowell Hydraulic Experiments), sind noch heute das wertvollste Material und bilden die Grundlage, nach welcher in Amerika fast ausnahmslos Wasserkräfte beurteilt werden. Francis hat im Laufe der Jahre mehr oder weniger Einfluss gewonnen auf die größte Zahl der heutzutage ausgenutzten Wasserkräfte, und sein Rat und seine Hilfe sind bis in sein hohes Alter und bis zu seinem vor 2 Jahren erfolgten Tod in zahllosen Fällen in Anspruch genommen worden.

Jene Anlagen, auf welche Francis schon in den ersten Anfängen maßgebenden Einfluss nehmen konnte, zeigen Einheitlichkeit, Klarheit und Zweckmäßigkeit in der Anordnung, welche auch die Kritik der neuen Zeit nicht zu scheuen hat. Es ist dies namentlich bei den älteren Anlagen im Osten der Fall. Nicht immer jedoch ist eine solche Lösung von vornherein möglich gewesen. Aus kleinen Anfängen hat sich manches entwickelt. Bestehende Rechte mussten geschont und berücksichtigt werden, und auch die finanziellen und technischen Mittel sind im Anfange nur selten in jenem Maße vorhanden gewesen, wie sie heute industriellen Unternehmungen, die Nutzen versprechen, zu Gebote stehen. Aber auch Schwierigkeiten aus örtlichen Verhältnissen waren von Einfluss, und so zeigen heutzutage manche Anlagen scheinbar eine gewisse Zerfahrenheit, die auf den ersten Blick einen ungünstigen Eindruck machen würde, wenn man nicht bei solchen Werken die Art und Weise des Entstehens bei der Beurteilung mit im Auge hätte.

Ein Beispiel der letzteren Art, welches hier etwas ausführlicher behandelt werden soll, bieten die St. Anthony-Fälle des oberen Mississippi bei Minneapolis in Minnesota, welchen die bedeutendste Mühlenstadt Amerikas ihre Entstehung zu verdanken hat.

Der erste Europäer, welcher (1680) die St. Anthony-Fälle gesehen, beschrieben und ihnen den Namen gegeben

hat, war der Jesuitenmissionar Hennepin. Die Fälle lagen damals, wie das sie umgebende Land, in wegloser Wildnis. Erst im Jahre 1819 hat die Regierung der Ver. Staaten die Fälle in Besitz genommen und 1825 die ersten Versuche gemacht, die Wasserkräfte auszunutzen, indem eine primitive Sägemühle erbaut wurde, die mit hölzernem Wasserrad wenige Fuß Gefälle benutzte. Wenn diese Anlage auch bald verfiel und heute spurlos verschwunden ist, so dürften doch aus dieser Zeit die ersten Ansiedelungen stammen und darauf die Gründung der Stadt Minneapolis zurückzuführen sein.

Erst im Jahre 1848 bemächtigte sich die Privatspekulation der Wasserkräfte. F. Steele erbaute an der Ostseite des Flusses die erste Wehranlage und errichtete 4 Sägemühlen, welche Zahl bald auf 7 stieg. Eine Bostoner Gesellschaft kaufte die ganze Anlage bald darauf für den geringen Betrag von 5000 \$. Steele jedoch ging an die Westseite des Flusses und errichtete zusammen mit Rogers im Jahre 1851 die erste Mahlmühle, welche anfänglich nur aus 2 Mahlgängen bestand, sich aber rasch erweiterte.

Bald wurden unternehmungslustige Leute auf die günstige Lage der Wasserkraft aufmerksam; sie traten mit Steele in Unterhandlungen, und diese führten 1856 zur Gründung zweier Gesellschaften, der St. Anthony Falls Water Power Co. an der Ostseite und der Minneapolis Mills Co. an der Westseite des Flusses, welche sich in die ge-

samte Wasserkraft teilten und von der Regierung mit Privilegien ausgestattet wurden.

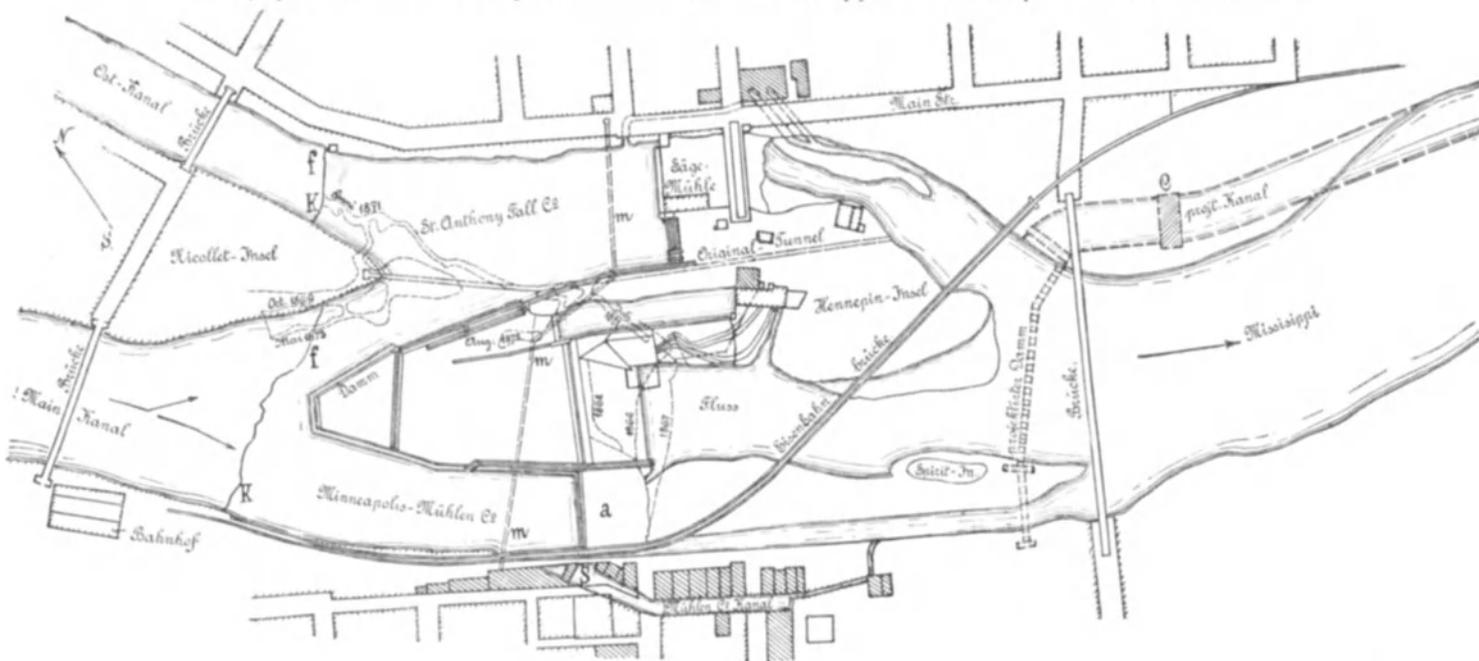
Die Gesellschaften verfügten naturgemäß über grössere Mittel und nahmen bald den Bau eines grossen Stauwehres in Angriff, das 1858 vollendet, bald aber durch Hochwasser zerstört wurde. Zu gleicher Zeit wurde an der Westseite die erste grössere Mahlmühle (Kataraktmühle) gebaut, welche noch heute erhalten ist. 1862 kamen grössere Sägemühlen dazu, mit deren Anlage sich auch Francis beschäftigt hat, und deren Fundamente (in Fig. 73 bei *a*) noch erhalten sind. Auch die damals angelegten Turbinen stecken noch im Grunde, während die Gebäude durch Feuer zerstört und nicht wieder erneuert worden sind.

Gegen Ende der 60er Jahre nahm die Mühlenindustrie, ebenso wie in Europa, einen bedeutenden Aufschwung. Männer wie Washburn und Pillsbury haben an beiden Ufern des Flusses grosse Mühlen erbaut, und immer mehr und mehr Wasser wurde ihnen dienstbar gemacht. Dabei war jedoch die Ausnutzung des Gefälles noch eine sehr mangelhafte, indem von den thatsächlich vorhandenen $50' = 15,25 \text{ m}$ nur $14' = 4,27 \text{ m}$ verwendet wurden.

Die Wasserkraftgesellschaften hatten um diese Zeit mit ungewöhnlichen Schwierigkeiten zu kämpfen, welche durch die Bodenbeschaffenheit bedingt wurden. Die eigenen Mittel reichten dazu nicht aus, und Staat und Stadt sind hilfreich

Fig. 73.

Lageplan der St. Anthony-Fälle des oberen Mississippi bei Minneapolis. Mafsstab 1:8600.



beigetreten, um der mächtig emporblühenden Industrie die Kraftquellen zu sichern und dadurch den Lebensnerv zu erhalten.

Um diese Verhältnisse einigermaßen beurteilen zu können, ist es notwendig, der örtlichen Bodenbeschaffenheit einige Beobachtung zu widmen.

Unter einer bis zu 2,5 m dicken Schicht, bestehend aus Erde, Kies und Gerölle, zieht sich einige Kilometer breit und etwa 17 km lang ein fast wagerecht liegendes Kalksteinflötz unterhalb Stadt; und Fluss stromabwärts, bis zu der nahe gelegenen Stadt St. Paul. Der Kalkstein ist blaugrau, sehr hart, an den mächtigsten Stellen bis 7 m dick und läuft nach den Rändern des Lagers hin dünner aus, so, als hätte er eine flache große Mulde zu füllen. Der obere nordwestliche Rand liegt innerhalb des Stadtgebietes und ist in Fig. 73 durch die Linie *Kf* bemerkbar gemacht. Unterhalb der Kalksteinplatte und außerhalb derselben unmittelbar unter dem Erdboden befindet sich zuerst eine nur etwa 150 mm dicke Thonschicht, welche nach abwärts immer sandiger wird, bis sie bei etwa 300 mm Dicke in einen weissen Sandstein übergeht, welcher bis 45 m mächtig und so weich ist, dass er mit der Hand leicht zu reinem Quarzsand zerrieben

werden kann. In nicht ganz der halben Tiefe ist der Sandstein stark wasserführend und hat vollständig loses Gefüge.

Die Flusssohle oberhalb der Linie *Kf* ist aus dem erwähnten weichen Sandstein gebildet; unterhalb derselben tritt das Wasser auf die harte Kalksteinschicht über und ist darauf ehemals zweifellos 17 km weit abwärts bis in die Nähe von St. Paul gelaufen. An der Stelle, wo das Wasser den harten Kalkstein verließ und den wieder zu Tage tretenden weichen Sandstein antraf, wurde letzterer bald tief ausgewaschen, fortgespült, und ein tiefes Flussbett ausgegraben; so entstanden vor Urzeiten die ersten Fälle, zu welchen der harte Kalkstein die Ueberfallkante hergab.

Mit der Zeit jedoch wurde durch die fortwährende wühlende Arbeit des Wassers auch der Sandstein unter der Kalksteinschicht stark ausgewaschen und diese hohl gelegt. In mächtigen Blöcken, deren Trümmer das Flussbett einrahmen und zum teil im Strome selbst kleine Inseln bilden, ist der Kalkfelsen dann abgebrochen und abgestürzt. Das Wasser traf von neuem auf bloßgelegte Sandsteinschichten, setzte seine zerstörende Arbeit mit rastlosem Eifer fort, und so sind seit Urzeiten die Fälle stetig stromaufwärts gerückt,

wobei das Gefälle immer größer, die zerstörende Kraft des Wassers immer heftiger wurde. Bei der Entdeckung im Jahre 1680 lagen die Fälle vor Spirit Island, im Jahre 1857 schon ungefähr 335 m weiter oben, und sind bis 1868 noch zu den in Fig. 73 punktirt angedeuteten Linien vorgeschritten. So lag die Gefahr dringend nahe, dass bei weiterem raschen Vordringen der Fälle bis zur Linie *Kf* schliesslich die Kalksteinschicht vollständig durchschnitten würde. In diesem Augenblick würde aber die harte Ueberfallkante verloren und der weiche Sandstein an allen Stellen bloßgelegt worden sein. In ganz unberechenbarer Weise würde sich der Flusslauf geändert haben. Der große Höhenunterschied, der jetzt auf eine nur sehr kurze Strecke zusammengedrängt ist, würde sich wahrscheinlich auf eine lange Strecke stromaufwärts verteilt haben, was mit einem Verluste der Fälle für die Stadt gleichbedeutend gewesen wäre.

Diese Gefahr wurde noch durch einen Umstand vergrößert, welcher leicht ein vollständiges Unterwaschen der noch übrigen Kalksteinschichten hätte zur Folge haben können.

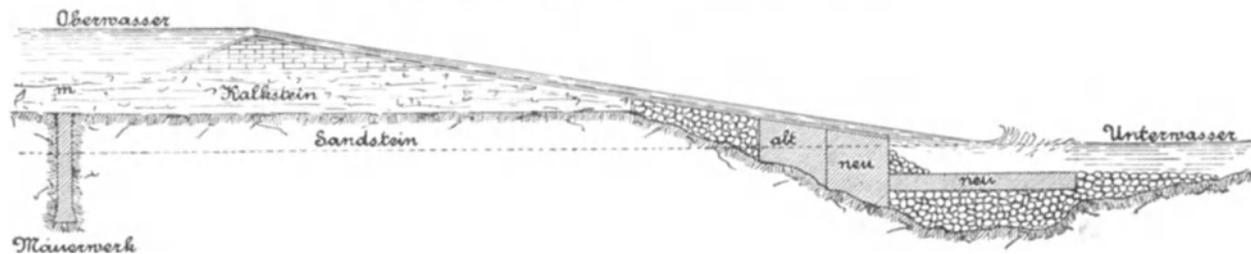
Im Jahre 1868 wurde nämlich der Versuch gemacht, von der Hennepin-Insel ausgehend einen Unterwassertunnel stromaufwärts zu graben, ihn (Originaltunnel in Fig. 73) auf

der Nicollet-Insel endigen zu lassen und dort, in ähnlicher Weise, wie es jetzt bei den Niagarafällen geschieht, in senkrechten Schächten Turbinen anzulegen und gewerbliche Anlagen zu errichten. Man hätte auf diese Weise das ganze vorhandene Gefälle von etwa 17 m ausnutzen können.

Obwohl an der Stelle, wo der Tunnel unterhalb der Nicollet-Insel endigte, noch Kalksteinschicht vorhanden ist, erfolgte doch, kurz nachdem diese Stelle erreicht war, ein Durchbruch des Wassers, welchem in kurzen Zeiträumen mehrere folgten (in Fig. 73 punktirt), sodass die Arbeit schleunigst eingestellt und der Tunnel gedichtet werden musste. Die Gefahr des Durchwaschens war damit aufs Höchste gestiegen, und in diesem kritischen Augenblick haben sich Staat und Stadt rasch geeinigt und mit Aufwendung großer Mittel Abhilfe geschaffen.

Zu diesem Zwecke wurde an den Stellen *mm*, Fig. 73 und 74, unterhalb der Kalksteinschicht und bis dicht an diese heran eine 1,525 m dicke und etwa 12 m tiefe Mauer in solidem Zementmauerwerk ausgeführt, in den Sandstein eingebettet und dadurch eine Abdichtung zwischen Ober- und Unterwasser gebildet. Die verschiedenen Auskolkungen wurden, so gut es ging, ausgefüllt. Oberhalb wurde auf den

Fig. 74.
Querschnitt durch das Wehr. Maßstab 1:1000.



Kalkstein im Flussbett eine hölzerne Dammkrone aufgesetzt und diese in flacher Böschung nach dem Unterwasser hin fortgesetzt, s. Fig. 74. Das Flussbett am Ende der Dammkrone ist durch Steinwürfe und Ausfüllung mit Zementbetonblöcken gesichert und so weiteren Auswaschungen an allen Stellen wirksam vorgebeugt. Diese Arbeiten wurden 1877 beendet und haben zusammen 950000 \$ gekostet, von welchen die Stadt etwa $\frac{1}{3}$ beigetragen hat.

So gefahrlos der weiche Sandstein dem Bestande der Fälle auch hätte werden können (und vielleicht doch noch werden kann), ebenso vorteilhaft erwies er sich später bei der rationellen Ausnutzung des gesamten Gefälles. Wie erwähnt, wurden anfangs etwa nur 4,27 m ausgenutzt. Vom Oberwasserkanal, der etwa 3,66 m tief in den harten Kalksteinfelsen gesprengt, dann überdeckt ist und zur Fahrstraße verwendet wird, lief das Wasser den nur wenig tieferliegenden Turbinen zu und floss dann fast wagerecht ab, den Rest des Gefälles verloren gebend.

Erst im Jahre 1873 wurden, vom Unterwasser ausgehend, zwei wagerechte Tunnel fast senkrecht zum Flusslauf in den Sandstein getrieben und in senkrechten Schächten, welche auch den Kalkstein durchbrechen (wie man das 1868 schon erzielen wollte), Turbinen aufgestellt und vom Oberwassergraben gespeist. Dieses Vorgehen erwies sich als vortrefflich, und es wurde daher später 1879 von dem Ingenieur der Gesellschaft W. de la Barre in großartigem Umfange ausgebildet und damit der Gesellschaft neue Einnahmequellen eröffnet. Bis zu den entferntest liegenden Mühlen sind solche Tunnel getrieben und dadurch die gesamte Wassermenge in Dienst gestellt. Da zu gleicher Zeit aber auch ein eigener Unterwassergraben hergestellt und bedeutend ausgetieft worden ist, konnte auch die vorhandene Gefällhöhe, und damit die gesamte Wasserkraft in vollem Umfange ausgenutzt werden. Die am weitesten oberhalb liegenden Mühlen haben 12,2 m, die am weitesten abwärts liegenden 15,5 m Gefälle zur Verfügung.

Da der Mississippi unterhalb Spirit Island noch sehr starkes Gefälle besitzt, und am östlichen Ufer der Wasserkraftgesellschaft noch Ländereien zur Verfügung stehen, an-

derseits die Nachfrage nach Wasserkraft zu lohnenden Preisen vorhanden ist, ist in neuester Zeit der Plan aufgetaucht, unterhalb Spirit Island eine neues Wehr zu erbauen und einen etwa 55 m breiten Graben anzulegen, an welchem dann bei der in der Fig. 73 angedeuteten Stelle *C* eine zentrale Kraftquelle geschaffen werden soll. Man will es den Abnehmern selbst überlassen, auf welche Weise sie die Kraft aus dem zentralen Turbinenhaus ableiten wollen, wahrscheinlich jedoch ist es, dass die Stadt Minneapolis ihre Straßenbeleuchtung zentralisieren und elektrisch durchführen wird, und dass die Straßenbahngesellschaften, welche ausschließlich elektrischen Betrieb haben, sich eine neue Zentralstelle schaffen werden.

Das Treiben der Tunnel in dem weichen Sandstein ist vom Unterwasser aus ganz gefahrlos und leicht durchzuführen. Das aus der durchlässigen Sandsteinschicht nachdringende Wasser braucht nicht durch Pumpen (was gefährlich ist) beseitigt zu werden. Die Tunnel werden in der dem Wasserablauf entsprechenden Breite (gewöhnlich 4 bis 5 m) so hoch gemacht, dass ihre obere Decke von der auf dem Sandstein liegenden harten Kalksteinschicht gebildet wird und eine Unterstützung nicht nötig hat. Damit das Unterwasser die Sohle der Tunnel nicht auswaschen kann, ist diese durchweg mit starker Holzzimmerung ausgelegt. Auch die Seitenwände sind bis auf halbe Höhe der Tunnel entweder ausgemauert oder mit Holz bekleidet. Die Tunnel sind sämtlich befahrbar, und ihre Beschaffenheit wird beständig überwacht. Die Kosten für Herstellung eines Tunnels von 15' = 4,57 m Breite und 20' = 6,10 m Höhe beliefen sich einschließlich Holzverkleidung auf 12 \$, mit Ausmauerung auf 20 \$ für 1' = 275 *M* für 1 m.

Aus der Fig. 75 ist die Lage der sämtlichen Mühlen an der Westseite des Flusses, des Ober- und Unterwassergrabens und der sämtlichen Tunnel zu ersehen. Die Lage der Turbinen am Ende der längeren Tunnel ist durch Punkte bezeichnet. Es ist dabei zu erwähnen, dass die Columbia- und Occidental-Mühlen ihre Turbinen innerhalb der Basseth-Sägemühle zu liegen haben und die Kraft durch längere Wellenleitung übertragen.

Quer vor dem Oberwasserkanal sind bei S, Fig. 75, die Einlaufschützen angebracht. Es sind deren 14 vorhanden von je 2,44 m Breite, vor welchen das Wasser normal 3,66 m hoch steht. Die Schützen sind aus Eichenholz von 250 mm Dicke hergestellt und mit Eisen beschlagen. Das gesamte Mauerwerk ist aus Granit. Die Bewegung der Schützen erfolgt mittels 2 Zahnstangen, in welche je ein Windewerk eingreift, das entweder mit der Hand oder auch maschinell betrieben werden kann.

Zu letzterem Zwecke ist im Schützenhaus eine kleine Dampfmaschine mit Kessel aufgestellt, welche mittels Kreis-seiltriebes¹⁾ sämtliche Schützen zu gleicher Zeit bedienen kann. Jede Antriebsseilscheibe für die einzelnen Schützenwinden ist mit einer Reibungskupplung versehen, und es kann dadurch die betreffende Winde ausgeschaltet und mit der Hand bedient werden. Im Winter wird der Dampfkessel zum Heizen des Schützenhauses benutzt, um Eisbildung an den Schützen nach Möglichkeit zu verhüten und deren Bedienung zu erleichtern.

Nachdem im Laufe der Zeit im Innern der beiden genannten Gesellschaften sich mehrfache Veränderungen voll-

¹⁾ Z. 1892 S. 593 und 870.

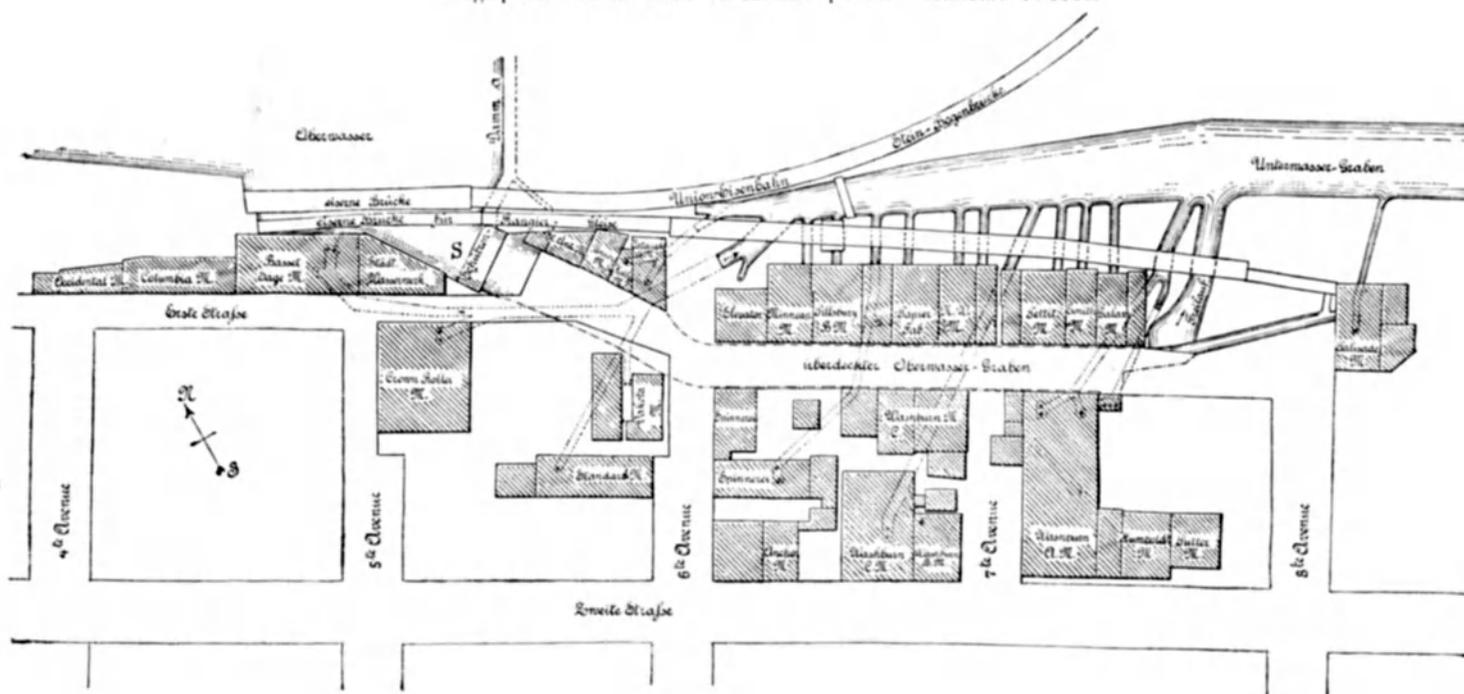
zogen hatten, wurden sie im Jahre 1889 zu einer einzigen großen Gesellschaft zusammengefasst, welche den Namen »Pillsbury-Washburn Flour Mill Co.« trägt und mit englischem Kapital (1040000 \$) gegründet ist. Diese Gesellschaft verfügt somit über die gesamte Wasserkraft des Mississippi, führt jedoch die Verwaltung des östlichen und westlichen Teiles derselben nach wie vor getrennt, wenn auch nach gleichen Grundregeln. Die ältesten Besitzer von Anteilen sind der neuen Gesellschaft nur mehr dem Namen nach beigetreten, insofern, als die Gesellschaft für sie auf immerwährende Zeiten eine gewisse Wasserkraft frei zu liefern hat. Das Aktienkapital ist also eigentlich um den effektiven Wert dieser Anteile kleiner, was bei Schätzung des Wertes der gesamten Wasserkraft berücksichtigt werden muss.

Als Einheit für die zu liefernde Kraft ist eine Arbeitsgröße angenommen, welche durch 30 Kubikfuß Wasser pro Sekunde bei 22' Fallhöhe dargestellt und »Millpower« genannt wird. Sie entspricht 75,95 PS zu 75 mkg/sek.

Die Preise, welche für diese Einheit bezahlt werden, sind sehr ungleich, und dies ist darauf zurückzuführen, dass bei Gründung der neuen Gesellschaft alte bestehende Verträge berücksichtigt und deren Grundpreise beibehalten werden

Fig. 75.

Lageplan der Mühlen in Minneapolis. Maßstab 1:3000.



mussten. So kommt es, dass die Besitzer der ältesten Verträge für 1 Millpower bei täglich 24stündiger Benutzung im Jahr blofs 100 \$, die von späteren Verträgen 500 und 750 \$, und die der jüngsten 1000 \$ bezahlen. Im mittel jedoch betragen die Kosten für 1 Millpower bei täglich 24stündiger Benutzung im Jahr 620 \$ oder 2635 M, d. i. für 1 theoret. Pferdestärke 34,7 M.

Es sind aber auch solche Verträge vorhanden, welche den Abnehmern die Wasserkraft nur während 16 Stunden des Tages zusichern.

Ist Wasser im Ueberschuss vorhanden, dann gestattet die Gesellschaft den Abnehmern nach vorangehendem schriftlichem Ansuchen auf vorübergehende Zeit die Benutzung einer größeren Wassermenge, als vertraglich als »permanent« festgesetzt worden ist. Solche Ueberschüsse werden »Surplus« oder »Excess« genannt, und es bestehen für deren Benutzung außerordentlich peinliche und weitschweifige Vorschriften, welche der willkürlichen Verwendung und damit der Wasserverschwendung vorbeugen sollen. Einzelnen Mühlen ist jedoch auch die Benutzung von Surplus vertraglich zugesichert. Solche Mühlen sind dann nur auf diese Ueber-

schüsse angewiesen und müssen mit Dampf arbeiten, wenn kein Surplus vorhanden ist.

Ein Millpower, als »Surplus« benutzt, kostet normal für alle Abnehmer, gleichgültig welchen Preis sie für »permanente« Wasserkraft bezahlen, gleich viel, und zwar für den Tag zu 24 Std. 5 \$.

Beziehen mehrere Abnehmer gleichzeitig Surplus, dann erfolgt dessen Verteilung im Verhältnis der permanenten Millpowers der Abnehmer. In gleicher Weise wird auch die Bewilligung zur Benutzung zurückgezogen.

Die Abnehmer müssen sich eidlich verpflichten, nicht ohne vorangehende Anzeige und Erlaubnis mehr Wasser zu benutzen, als ihnen vertraglich zukommt oder von Fall zu Fall als Surplus bewilligt worden ist. Geschieht dies dennoch, so werden für die zu viel verbrauchten Wassermengen für ein Millpower 20 \$ berechnet, und der leitende Ingenieur der Gesellschaft hat das Recht, den Wasserbezug abzuschneiden und nicht eher wieder zuzulassen, als gegen ähnliche Vorkommnisse eine Sicherstellung geleistet ist. Die Gesellschaft ist auch nicht haftbar für Schäden, die sich aus der Benutzung von Surplus ergeben, auch dann nicht, wenn zu letzterer Erlaubnis erteilt worden ist.

Die Verträge für permanenten Bezug von Wasserkraft werden auf jährliche Rente geschlossen, doch kann ein Abnehmer sich auch für immerwährende Zeiten diesen Bezug dadurch sichern, dass er den 10-fachen Betrag der jährlichen Rente als Pauschalsumme bezahlt. Für diese Beträge liefert die Gesellschaft das Wasser bis an den Einlaufskanal der Turbinen. Die Anlage dieser, deren Nutzeffekt und die Unterhaltung des Unterwasserkanals, sowie die Reinigung der Schutzgitter sind Sache eines jeden Abnehmers.

Die Gesellschaft verkauft also bei einem bestimmten Gefälle grundsätzlich nur eine gewisse Wassermenge und berechnet aus diesen beiden Faktoren die Zahl der Millpowers. Sie nimmt keine Rücksicht darauf, ob und in welchem Maße die Abnehmer diese ihnen zugeteilte theoretische Arbeitsgröße ausnutzen oder nicht.

Die Zahlungen für »permanenten« Millpowers erfolgen jährlich, die für Surplus je nach Uebereinkommen. Erfolgt die Bezahlung nicht innerhalb der festgesetzten Zeit, dann hat der leitende Ingenieur das Recht, den Wasserzufluss so lange abzusperrn, bis Bezahlung erfolgt ist.

Die Wasserbezüge werden durch den leitenden Ingenieur der Gesellschaft in folgender Weise geregelt: Alle Abnehmer sind nach der Zeit ihres Vertrages für »permanenten« Bezug geordnet und erhalten sogen. Prioritätsnummern. Sinkt die Wassermenge, dann werden zuerst, nach vorher-

gehender Verständigung durch den Ingenieur, nach und nach alle Surplus eingestellt, und zwar in der Reihe umgekehrt, wie sie bewilligt worden sind. Dann müssen die Abnehmer, welche nur 16stündige Benutzung zugesichert erhalten haben, aber 24 Stunden arbeiten, die Wassermenge auf $\frac{2}{3}$ einschränken. Genügt auch das noch nicht, dann müssen auch die jüngsten Abnehmer »permanenten« Wasserkraft den Bezug einstellen und so lange fort, bis ein gleichbleibender Wasserstand im Flusse erreicht ist. Die ältesten Abnehmer sind natürlich am günstigsten daran, und einzelne von ihnen haben volles Wasser das ganze Jahr hindurch und keine Reserve an Dampfkraft.

Bei steigendem Wasser werden in umgekehrter Reihenfolge die Bezüge an Wasser und zuletzt die Benutzung von Surplus bewilligt.

Bis zu welchem Maße Wasserüberschüsse vorhanden sind, ist aus dem Diagramm Fig. 76 ersichtlich, welches die amtlich festgestellten Wassermengen des Mississippi für die Jahre 1881 bis 89 darstellt. Die beigegefügte Tabelle I zeigt die durchschnittlichen Wassermengen pro Monat, wobei zu erwähnen ist, dass Eisverhältnisse im Frühjahr und Herbst die Messungen erschweren und im Winter nur eine konstante Wassermenge von 1512 Kubikfuß an eine bestimmte Zahl Abnehmer abgegeben wird.

Fig. 76.

Wassermengen des Mississippi für die Jahre 1881 bis 1889, gemessen an den St. Anthony-Fällen in Minneapolis.

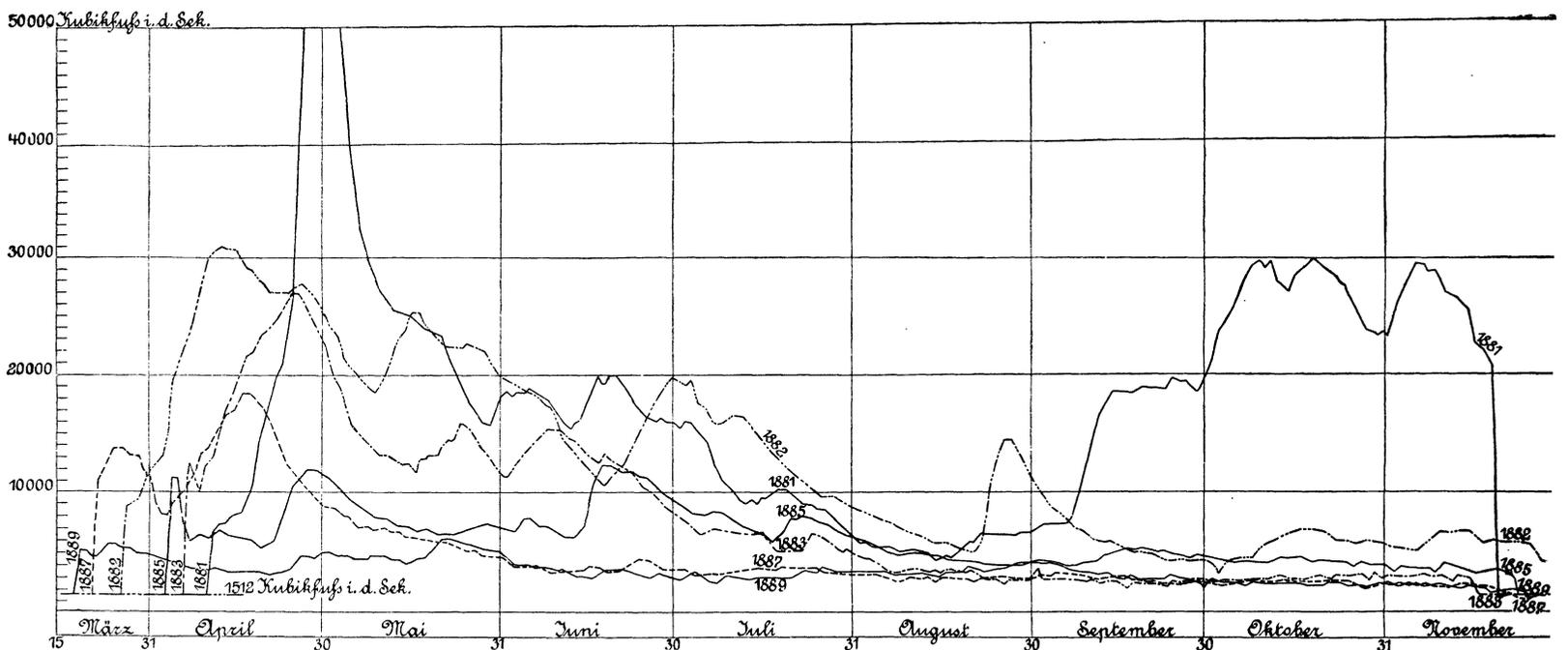


Tabelle I. Mittlere monatliche Wassermengen im Mississippistrom, gemessen in Kubikfuß pro Sekunde an den St. Anthony-Fällen in Minneapolis 1880 bis 1889.

	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	im mittel pro Monat
Januar	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512
Februar	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512	1 512
März	1 832	1 512	2 888	1 512	4 481	1 512	4 064	5 120	1 512	3 061	2 749
April	9 632	18 469	25 820	16 500	12 945	7 311	8 772	13 133	9 836	3 841	13 626
Mai	10 459	27 461	22 074	14 410	15 487	7 824	10 000	6 384	26 193	5 052	14 534
Juni	24 581	17 634	15 658	12 528	8 897	9 184	6 905	3 814	15 811	3 538	11 855
Juli	8 961	10 424	13 762	6 078	4 438	7 406	4 578	3 458	10 429	3 075	7 311
August	3 720	5 646	8 271	3 448	3 323	4 545	2 774	2 863	6 116	3 522	4 422
September	3 065	15 014	5 828	2 535	5 116	4 602	3 147	2 796	4 068	3 189	4 936
Oktober	2 767	26 949	5 494	2 773	8 174	4 194	3 075	2 384	4 315	2 325	6 245
November	2 401	18 225	5 472	2 357	4 843	3 311	2 929	1 884	3 425	1 967	4 681
Dezember	1 512	1 512	1 929	1 512	1 512	1 706	1 512	1 512	1 512	1 512	1 573
im mittel pro Jahr	5 996	12 156	9 185	5 556	6 020	4 552	4 232	3 864	8 020	2 843	6 246

In Tabelle II sind diejenigen industriellen Werke aufgezählt, welche Wasserkraft beziehen, und die Zahl der Millipowers, welche ihnen vertraglich zugestanden ist, beigefügt.

Die eingebauten Turbinen entsprechen in einzelnen Fällen einer höheren Leistung, die dann durch Bezug von Surplus erzielt wird.

Tabelle II

Name	permanent bezogene Wasserkraft		Turbinen			vorhandene Dampfkraft PS	ungefähre Leistung der Mühle in 24 Std. Barrels Mehl (1 Barrel = 159 ltr.)	Bemerkung
	Millipowers	PS zu 75 mkg	Zahl und Art	Größe Dmr.				
				Zoll	mm			
a) Westseite.								
Anchor-Mühle	9,2	700	1 Victor	42	1067	800	650	1500
Katarakt-Mühle	5,5	418	1 Victor	27	686	450	—	1000
Städtisches Wasserwerk	6,0	456	3 New American	54	1372	je 250	—	—
Columbia-Mühle	12,0	912	1 Victor	54	1372	1100	750	2200
Crown Roller-Mühle	9,0	684	2 Victor	36	914	je 540	850	2450
Dakota-Mühle	2,0	152	1 New American	22	559	150	—	300
Excelsior-Mühle	6,5	494	1 Victor	35	889	495	400	1250
Galaxy-Mühle	8,5	646	2 horizont. Victor	27 1/2	698	je 330	550	2000
Holy-Mühle	3,5	266	1 New American	42	1067	260	—	500
Minneapolis-Mühle	7,0	532	1 New American	42	1067	550	475	1500
Humboldt-Mühle	7,0	532	1 Victor	37	940	550	350	1200
North Western-Mühle	11,0	836	1 Victor	44	1118	800	750	1800
North Western-Elevator	1,0	76	—	—	—	—	—	—
Occidental-Mühle	1,0	76	1 New American	36	914	110	50	—
Palisade Mill	12,0	912	1 Victor	48	1219	950	550	2000
Papierfabrik	2,0	152	—	—	—	—	—	—
Consolid.-Elevator	4,5	342	1 horizont. Victor	25	635	350	—	—
Pillsbury B-Mühle	20,0	1520	1 Victor	52	1321	1500	700	4000
Pillsbury-Elevator	2,0	152	1 horizont. Victor	25	635	250	—	—
Railway-Wheel	1,0	76	1 Old American	48	1219	60	—	—
St. Anthony-Mühle	4,5	342	1 New American	42	1067	350	—	800
Standard-Mühle	8,5	646	1 Victor	48	1219	650	600	1500
Union-Mühle	3,5	266	—	—	—	—	—	—
Washburn A-Mühle	20,0	1520	{ 2 Victor	40	1016	je 560	950	4600
			{ 1 Victor	55	1397	1050		
Washburn B-Mühle	7,0	532	1 Hercules	36	914	550	—	1300
Washburn C-Mühle	13,3	1010	{ 2 Hercules	39	991	je 560	950	2800
Washburn-Pumpstation			{ 1 New American	30	762	50		
California Foot Co.	2,0	152	1 New American	30	762	150	—	—
Woolen Mill	3,5	266	1 New American	42	1067	260	125	—
North Star Foot Co.	1,0	76	1 Hercules	30	762	150	60	—
Zenith-Mühle	5,0	380	2 horizont. Victor	25	635	je 240	420	1200
b) Ostseite.								
Städtisches Wasserwerk	3,0	228	1 Old American	54	1372	250	—	—
Island Power Co.	7,0	532	1 New American	54	1372	550	180	—
Phönix-Mühle	2,0	152	1 New American	25	635	180	80	300
Pillsbury A-Mühle	25,0	1900	2 Victor	55	1397	je 1050	1100	6600
Pillsbury-Elevator	3,0	228	1 Victor	27	686	230	120	—
McMullen-Sägewerk	5,0	380	1 Hunt	48	1219	400	—	—

Die Gesellschaft hat an der Ostseite 45 Millipowers = 3417 PS, an der Westseite 199 Millipowers = 15113 PS, zusammen 244 Millipowers = 18530 PS vergeben, wovon 16 sogen. »freie« Millipowers sind, für welche nicht bezahlt wird.

Da im Winter und bei Wassermangel immer noch etwa 42,5 cbm Wasser bei rd. 13,7 m Gefälle vorhanden sind, können auch dann noch etwa 7750 PS vergeben werden.

In wasserreichen Jahren sind selbstredend die Einnahmen der Gesellschaft erheblich höher und der Verdienst größer, weil die laufenden Ausgaben sich nicht erhöhen. Die jährlichen Reparaturen, Instandhaltung der Gerinne usw. betragen insgesamt im Durchschnitt 10000 \$. Abschreibungen sind nicht fest bemessen, sondern werden jedes Jahr neu bestimmt.

Ermittelt wird der Wasserverbrauch der einzelnen Abnehmer von der Gesellschaft durch genaue Wasser-messungen, die in den Unterwasserkanälen der Turbinen an- gestellt werden. Zu diesem Zwecke sind in den Seiten- wänden eines jeden Unterwasserkanales durch eingemauerte Winkeleisen Falze gebildet, in welche leicht ein aus 150 mm dicken Bohlen gebildeter, stets bereit liegender Ueberfall von

bestimmter Breite (12' = 3658 mm) eingeschoben werden kann. In einer Entfernung von 2 1/2 m von der Ueberfall- kante und mit dieser in gleicher Höhe ist stromaufwärts ein fester Maßstab angebracht, welcher das Ablesen der Ueber- fallhöhe jederzeit ermöglicht. Die Wassermenge wird nach der von James B. Francis in seinem Werke »Lowell Hy- draulic Experiments« angegebenen Methode ermittelt, wo- nach die Geschwindigkeit des vor dem Ueberfall ankomen- den Wassers berücksichtigt wird, für die dort ausführ- liche Tabellenwerte berechnet sind. Messungen werden ab und zu als Stichproben vom Ingenieur der Gesellschaft an- geordnet und dabei auch das Gefälle und der Zustand der Turbinen, Stand des Regulirschiebers usw. genau beob- achtet.

Zweimal des Tages machen Aufseher der Gesellschaft die Runde und notiren gleichzeitig die Wasserstände am Ober- und Unterwasserpegel, und zwar unmittelbar an der Turbine und hinter den Schutzgütern des Obergrabens. Ihr geübter Blick lässt diese Leute auch sofort erkennen, ob eine Tur- bine mehr Wasser gebraucht, als ihr zukommt, und durch nachfolgende Messung mittels Ueberfalles wird dann der Mehrverbrauch, wenn nötig, ermittelt. Bei unzuverlässigen

Abnehmern bleibt der Ueberfall beständig eingebaut, um jederzeit die Messung schnell vornehmen zu können.

Die Abnehmer von Wasserkraft sind verpflichtet, den Ingenieur der Gesellschaft und seine Assistenten in jeder Weise bei den Messungen zu unterstützen und ihnen entgegen zu kommen. Außerdem steht dem leitenden Ingenieur der Gesellschaft das Recht zu, in den einzelnen Mühlen die tägliche Produktion zu kontrollieren, und da es bei jeder Anlage ziemlich genau bekannt ist, in welchem Verhältnis der Kraftverbrauch zur Produktion steht, so lässt sich auch dadurch der Wasserverbrauch für eine längere Zeit annähernd genau schätzen. In Minneapolis werden im mittel, je nach der mehr oder minder guten Einrichtung einer Mühle, mit 1 PS $2\frac{1}{2}$ bis 3 Fass Mehl zu 108 kg Inhalt erzeugt, wobei eine Mehlausbeute von 75 pCt vom Weizengewicht angenommen ist.

In Fällen, wo der Wasserverbrauch durch Messungen nicht festgestellt werden konnte, wird er vom Ingenieur der Gesellschaft nach Gutdünken geschätzt. Ist der Abnehmer damit unzufrieden, oder können sich beide Parteien nicht einigen, so wird durch einen Obmann die Entscheidung herbeigeführt, die Gesellschaft hat jedoch das Recht, während der Zeit des Streitens den Wasserzufluss abzusperrn, wenn nicht ausgiebige Sicherheiten gestellt werden.

Bei der großen Verantwortung und Machtvollkommenheit, welche dem Ingenieur der Gesellschaft übertragen sind, ist es selbstredend, dass zu dieser Stellung nur Männer gewählt werden können, die angesehen sind und das Vertrauen der Gesellschaft sowie auch der Abnehmer genießen. Streitigkeiten kommen daher auch nur selten vor, und meistens wird mit dem Ingenieur irgend ein Abkommen erzielt.

Dampfkraft kommt in Minneapolis der hohen Kohlenpreise wegen im allgemeinen teurer zu stehen, als Wasserkraft. Die Kosten der Wasserkraft setzen sich zusammen aus den Kosten für den Wasserbezug, welcher für 1 PS und 24 Std. 11,6 Pfg. betragen, und aus der Verzinsung des Anlagekapitales nebst laufenden Ausgaben und Abschreibungen, welche im Mittel 10,5 Pfg. ausmachen. Es kostet also die Wasserkraft für 1 PS und 24 Std. normal 22 Pfg. und bei Benutzung von Surplus erst 38,4 Pfg., während sich Dampfkraft erst bei Verbundmaschinen von mindestens 600 PS, die mit Kondensation arbeiten, für 1 PS und 24 Std. auf 38 Pfg. stellt, und bei kleineren Anlagen noch höher kommt. Die kleineren Mühlen machen deshalb auch von der Benutzung von Surplus sehr häufig Gebrauch und beziehen so viel Wasser, als die vorhandenen Turbinen schlucken und die übrigen maschinellen Einrichtungen vertragen können.

In ähnlicher Weise, wie in Minneapolis der Mississippi, sind auch an anderen Stellen die Wasserkräfte ausgenutzt und zu diesem Zwecke schon in den 30er Jahren Gesellschaften gebildet worden. Zum teil sind die Wasserkräfte damals so billig erworben worden, dass bei dem steigenden Wert derselben einzelne Gesellschaften sich gegenwärtig finanziell außerordentlich günstig stehen (wie z. B. die Amoskeag Co. in Manchester). Im Wesen ist die Verwaltung der Wasserkräfte die gleiche; verschieden jedoch sind stets die Preise, welche pro Millpower gezahlt, die Bedingungen, unter welchen Wasser abgegeben, und die Art und Weise, wie die Wassermengen gemessen werden.

Eine der ältesten Anlagen in Amerika, welche Francis gebaut und lange Zeit verwaltet hat, ist die in Lowell, welche über die gesamte Wasserkraft des Merrimack River verfügt und normal 10575 PS (ohne Surplus) an verschiedene Abnehmer — meist Baumwollspinnereien — abgibt. Die Besitzer der Spinnereien sind dort zugleich Inhaber der »Locks and Canals« des Merrimack River, und zwar in demselben Verhältnis wie sie Wasserkraft vertraglich beziehen. Die Wasseranlage wird von eigenen Beamten verwaltet, und es darf ohne Zustimmung sämtlicher Inhaber kein neuer Abnehmer zugelassen werden. Der Einkaufspreis für einen Besitz-Anteil der Locks and Canals beträgt 9000 \$ pro Millpower, außerdem bezahlt jeder Abnehmer pro Millpower und Jahr 300 \$ und verpflichtet sich, unter ähnlichen zum teil noch schärferen und den örtlichen Verhältnissen angepassten Bedingungen wie in Minneapolis, nicht mehr Wasser zu

verbrauchen, als ihm vertraglich zukommt oder von Fall zu Fall bewilligt ist. Die Besitzer haben auch die Oberwasserkanäle in Stand zu halten, dürfen eigenmächtig auch auf ihrem Grund und Boden daran keine Veränderungen vornehmen und sind zu Schadenersatz verpflichtet, wenn durch ihr Verschulden unterhalb liegende Abnehmer geschädigt werden. Das gesamte Gefälle von $30' = \infty 9$ m wird nämlich nur zum teil und von den günstig gelegenen Fabriken auf einmal ausgenutzt. Die entfernter liegenden Fabriken brauchen das Wasser in zwei Abstufungen, von 5 und 4 m. Das Wasser fließt aus dem ersten Obergraben durch eine Reihe von Turbinen nach dem zweiten tiefer liegenden Obergraben und von dort abermals durch eine Reihe von Turbinen in das Flussbett zurück. Es sind also die Fabriken, welche am zweiten Untergraben liegen, von dem Zufluss abhängig, der von oberhalb kommt, und deshalb ist eine strenge Regelung dieser Verhältnisse nötig. Seltsamerweise sind dementsprechend auch die Definitionen für die Größe des Millpower verschieden, und zwar gelten am ersten Kanal 25 Kubikfuß Wasser pro Sekunde bei $30'$ Gefälle, oder $45\frac{1}{2}$ Kubikfuß bei 17 Fuß Gefälle, am zweiten Kanal $60\frac{1}{2}$ Kubikfuß bei $13'$ Gefälle als ein Millpower, welches vertraglich nur 15 Std. täglich (von 7 Uhr morgens bis 10 Uhr abends) benutzt werden darf. Auf diese Einheiten und Zeiten bezieht sich auch der obige Preis von 300 \$. Die Fabriken haben nicht das Recht, zu anderen Tagesstunden Nutzwasser zu beanspruchen.

Auch hier werden Wasserüberschüsse als »Surplus« abgegeben und besonders bezahlt. Um einer Wasserverwendung vorzubeugen, sind die Preise steigend angeordnet. Ein Millpower-Surplus kostet für den Tag zu 15 Std. 4 \$, jedoch nur so lange, als die Zahl der Surplus-Millpowers nicht mehr als 40 pCt der permanenten beträgt. Für jedes Millpower über 40 pCt hinaus bis zu 50 pCt sind 10 \$, für jedes über 50 bis zu 60 pCt 20 \$ und bei Benutzung von über 60 pCt sind für sämtliche Surplus 20 \$ zu bezahlen. Um die Sache noch verwickelter zu machen, giebt es auch für das Surplus-Millpower eine eigene Definition, deren Wortlaut hier folgen mag. »Vermindert man die tatsächliche Gefällshöhe in Fuß an der Verbrauchsstelle und zur Zeit des Mehrverbrauches um einen Fuß, multipliziert diese Zahl mit der beobachteten Wassermenge in Kubikfuß und dividirt das Produkt durch 725, so erhält man die Anzahl der Millpowers, welche bezahlt werden muss.«

Die Zahl der Abnehmer und die von ihnen bezogenen Wassermengen sind in Tabelle III zusammengestellt.

Tabelle III.

Name	»permanent« bezogene Wasserkraft		Zahl der Tur- binen	vor- handene Dampf- kraft PS
	Millpowers	PS		
Merrimack Mfg. Co. . . .	24,66	1874	10	6000
Hamilton Mfg. Co. . . .	16,00	1216	10	2600
Appleton Co.	8,5	646	5	1550
Lawrence Mfg. Co. . . .	17,3	1315	11	3500
Boot Cotton Mills	17,8	1352	9	2200
Massachusetts Cotton Mills	24,5	1870	13	1200
Tremont & Suffolk Mills .	13,0	988	11	2500
Lowell Mfg. Co.	8,4	638	3	2500
Middlesex Co.	5,7	433	5	250
Lowell Machine Shop . . .	3,3	250	7	420

Die Ermittlung der Wassermengen erfolgt wie in Minneapolis durch Ueberfälle, die in die Unterwasserkanäle eingesetzt werden können.

Die ganze Anlage selbst ist weniger interessant als die in Minneapolis, die Wasserbauten sind jedoch sehr sicher und sauber ausgeführt. Bemerkenswert sind die Einlassvorrichtungen zu den beiden Oberwassergräben. Bei der einen von ihnen werden 10 Schützen von je 2,43 m Breite und 4,57 m Höhe durch eine eigene 40pferdige Turbine bedient, welche durch ein Vorgelege mittels offenen und gekreuzten Riemens für jeden Schützen ein Windwerk antreibt. Bei

der zweiten sind 5 Schützen von 2,74 m Breite und 3,04 m Höhe vorhanden. Die Bedienung erfolgt hydraulisch, indem für jeden Schützen von der städtischen Wasserleitung aus ein Hubzylinder von 685 mm Dmr. gespeist wird. Das Senken erfolgt durch Eigengewicht, wobei der Wasserablauf gebremst werden kann. Die Anlage ist einfach und arbeitet sehr sicher. Im Winter werden beide Gebäude durch Warmwasser, das in Röhren umläuft, geheizt.

Sowohl oberhalb als unterhalb Lowells, in Manchester und Lawrence, sind im Merrimack nochmals bedeutende Gefälle vorhanden, die zum Betriebe von Spinnereien usw. benutzt werden. An ersterem Orte ist die Amoskeag Co. Besitzerin der Wasserkraft von $47' = 14,33$ m Gefälle, das in zwei Abstufungen ausgenutzt wird. Von den vorhandenen 17000 PS werden etwa 10000 zum Betriebe der eigenen großartigen und reich ausgestatteten Spinnereien und Webereien verwendet und der Rest an andere Abnehmer vergeben.

In Lawrence sind etwa $30' = 9$ m Gefälle und rd. 10000 PS vorhanden, die ebenfalls meist an Spinnereien abgegeben werden. Die dortige Gesellschaft »The Essex Water Power Co.« hat ähnliche Vorschriften wie die in Lowell. Die Messungen des Verbrauchswassers werden jedoch abweichend davon in einer ganz eigenartigen, von dem Oberingenieur der Gesellschaft, Hrn. Hiram T. Mills, eingeführten Weise vorgenommen. Durch zahlreiche Versuche sind nämlich die Wassergeschwindigkeiten an sehr vielen Punkten des Querschnittes in den Röhren und Kanälen, durch welche das Wasser der Turbine zufließt, gemessen worden, und

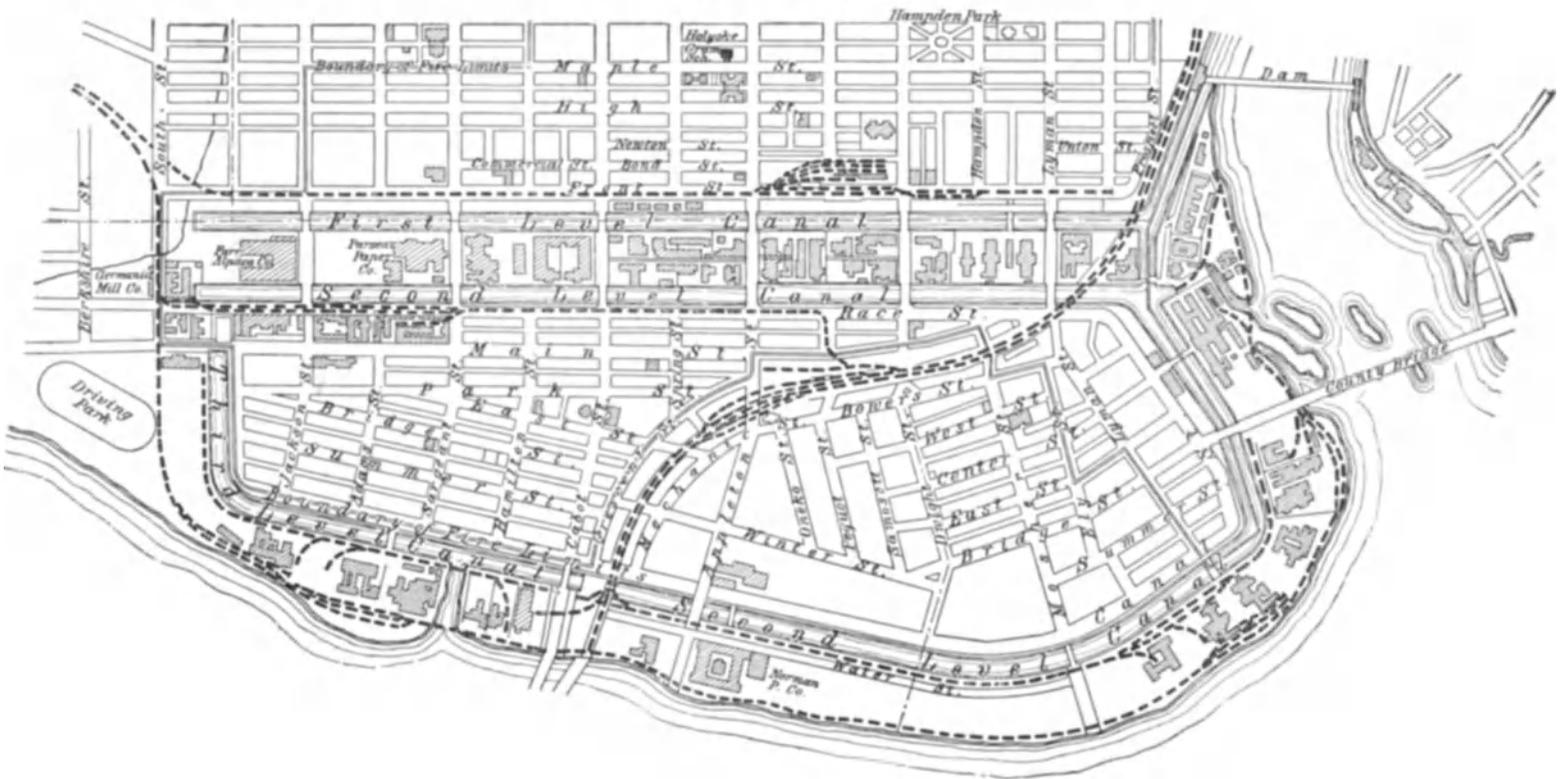
zwar bei den verschiedensten Gefällen und Oeffnungen der Turbineneinlaufschützen.

Diese Messungen, welche in Entfernungen von $20'' = 508$ mm in wagerechter und senkrechter Richtung angestellt wurden, sind für jeden betreffenden Querschnitt graphisch aufgetragen und daraus die mittleren Wassergeschwindigkeiten für die verschiedenen Querschnitte berechnet worden. Es sind also von den Revisoren der Gesellschaft nur jedesmal die Wasserstände und die Oeffnungen der Zulaufschützen zu den Turbinen zu notiren. Ausgeführte Tabellen zeigen für diese Daten die Geschwindigkeiten und damit sofort die Wassermengen. Wenn solche Versuche einmal in großem Maßstabe durchgeführt sind, was eine sehr mühselige Arbeit ist, dann ist allerdings die Bestimmung der Wassermenge sehr vereinfacht. Hr. Mills hat bei diesen Arbeiten sehr wertvolle Erfahrungen gemacht über die Bewegung des Wassers in Kanälen und geschlossenen Röhren, den Einfluss der Reibung der Rohrwände usw., und gedenkt diese später selbst zu veröffentlichen. Die Geschwindigkeiten in den verschiedenen Punkten des Wasserquerschnittes sind in geschlossenen Röhren durch Messung der betreffenden Geschwindigkeitshöhen mittels Pitotscher Röhren, in den offenen Kanälen zum teil durch Flügelräder ermittelt worden, die Mills selbst konstruiert hat. Die Kanalwände sind an den Stellen, wo gemessen wurde, auf längere Strecken ganz mit Holz ausgekleidet.

Eine wegen ihrer Durchbildung hochinteressante Wasserwerksanlage, deren planmäßige Ausnutzung unter Leitung des rühmlichst bekannten Hydraulikers Clemens Herschel durch-

Fig. 77.

Lageplan von Holyoke.



geführt wurde, besteht in Holyoke. Das $47'$ bis $60' = 14,3$ bis $18,3$ m betragende Gefälle des Connecticut River wird in drei Abstufungen von $6,09$ m, $3,65$ m und je nach dem Stande des Unterwassers von $4,57$ bis $8,53$ m benutzt. Die Holyoke Water Power Co. vergiebt etwa 27000 PS bei Tag und 15000 PS bei Nacht, im mittel also ungefähr 21000 PS in 24 Std. Die Zahl der Werke, welche mit Wasserkraft versorgt werden (meist Papierfabriken), beträgt 60, mit 158 Turbinen, von welchen 68 nur 10 Std. täglich, die übrigen 90 jedoch die ganze Woche hindurch (144 Std.) ununterbrochen thätig sind. Die allgemeine Lage ist aus Fig. 77 ersichtlich.

Die Holyoke Water Power Co. hat als Einheit ein Millipower festgesetzt, welches durch 38 Kubikfuß $= 1,076$ cbm Wasser i. d. Sek. bei $20' = 6,096$ m Gefälle repräsentirt wird, und also $87,45$ PS zu 75 mkg beträgt. Die Kosten dafür belaufen sich für ein Jahr bei täglich 16 stündiger Benutzung auf $450\$ = 1912$ M oder für 1 PS und 16 Std. auf $7,3$ Pfg. »Surplus« wird abgegeben: 1 Millipower für die ersten 12 Std. des Tages (von 6 Uhr morgens an gerechnet) zum Preise von $3\$$; für die übrige Zeit zu $4\$$. Um Wasservergeudung zu vermeiden, ist bei einem Verbrauch über die bewilligte Menge hinaus der 10fache Betrag der dafür normal

berechneten Summe zu bezahlen. Erfolgt die Bezahlung innerhalb 10 Tagen nach vorgelegter Rechnung, so werden $16\frac{2}{3}$ pCt Rabatt bewilligt. Ist es unmöglich, das Wasser zu messen, so wird die Menge vom Ingenieur der Gesellschaft geschätzt. Ist Einigung darüber nicht herbeizuführen, oder wird Bezahlung nicht geleistet, so wird dem Abnehmer das Recht entzogen, Wasser zu beziehen, bis Einigung erzielt oder bezahlt ist. Die übrigen Bedingungen sind ähnlich denen in Lowell und durch örtliche Verhältnisse im einzelnen beeinflusst.

Das Hauptinteresse beansprucht die Art der Wassermessung, zu welcher nach Vorschlägen von Herschel die in den Fabriken befindlichen Turbinen selbst benutzt werden. Um dies zu ermöglichen, muss jede Turbine auf den Wasserverbrauch bei verschiedenen Gefällen und gleichzeitig verschiedenen Oeffnungen der Regulirschieber sowohl, als auch auf die dabei entwickelten Pferdestärken möglichst genau untersucht werden.

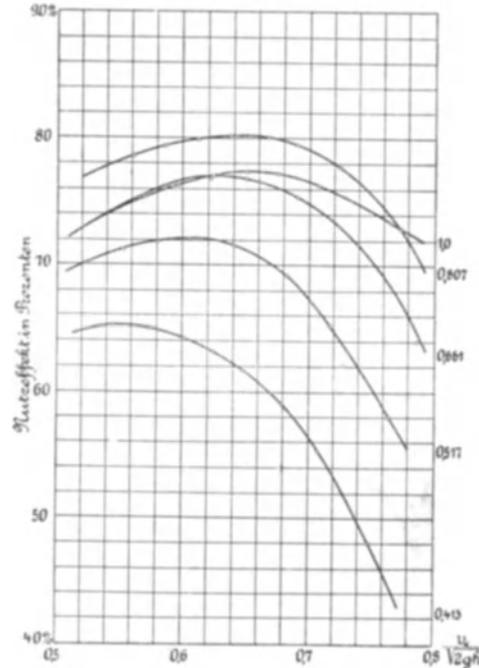
Die Holyoke Water Power Co. hat zu diesem Zwecke eine eigene Versuchsstation erbaut, in welcher alle Turbinen, ehe sie von den Fabrikbesitzern in ihren Fabriken aufgestellt werden, unter gleichzeitiger Ermittlung der Wassermengen gebremst werden. Die Gesellschaft hat bei Einführung dieses Ueberwachungssystems verschiedene Turbinen auf eigene Kosten abbauen und in die Versuchsstation bringen lassen, andere an Ort und Stelle untersucht, um über sämtliche Turbinen ihres Bezirkes genau unterrichtet zu sein. Die Versuchswerte sind graphisch aufgetragen, in Tabellen geordnet, und bilden ein sehr wertvolles Aktenmaterial, das über die gesamte Wasserverteilung genauen Aufschluss giebt.

Die Revisoren haben täglich zweimal nur die Wasserstände und die Oeffnungen der Regulirschieber zu verzeichnen, woraus an der Hand der Tabellen der Wasserverbrauch ersichtlich wird.

In Tabelle IV folgen als Beispiele die Versuchszahlen, welche eine Herkules-Turbine von $21'' = 533$ mm Dmr. in der Versuchsstation ergeben hat, und aus welchen nicht nur der verhältnismäßig hohe Nutzeffekt dieser Turbine, sondern auch die Berechnungsweise des Verbrauchswassers ersichtlich wird.

Bei den 5 Stellungen des Regulirschiebers: ganz geöffnet, 0,807, 0,661, 0,517 und 0,413, ist je eine Reihe von Versuchen bei verschiedenen Geschwindigkeiten durchgeführt und deren Tabellenwerte in den Diagrammen, Fig. 78 und 79, aufgezichnet. In Fig. 78 sind als Abscissen die Verhältniszahlen zwischen der Umfangsgeschwindigkeit des Turbinenrades v ,

Fig. 78.



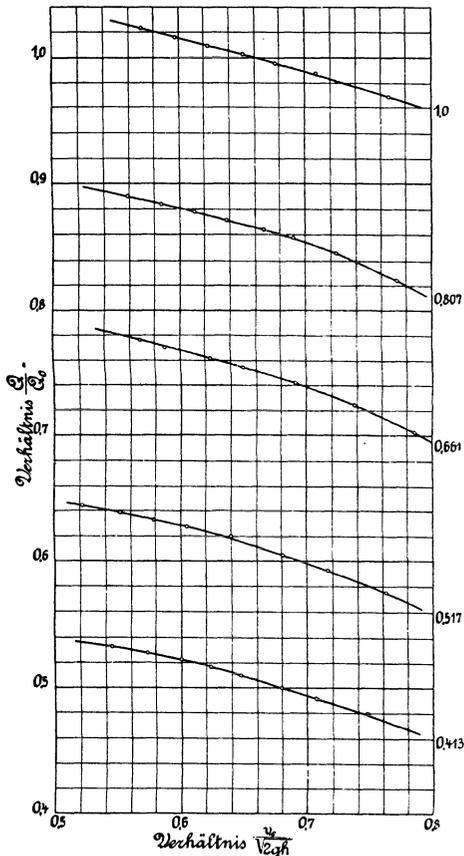
und $\sqrt{2gh}$, als Ordinaten die Nutzeffekte in Prozenten aufgetragen und die Punkte gleicher Schieberöffnung verbunden. Es zeigt sich, dass der höchste Nutzeffekt von etwas über 80 pCt bei nicht ganz voll geöffnetem Schieber (0,807 m) und einem Geschwindigkeitsverhältnis von 0,664 erreicht wird.

Tabelle IV.

Oeffnung des Regulirschiebers	beobachtete Werte				berechnete Werte			Bemerkungen
	Gefälle h Fufs	Wassermenge Q Kubikfufs	Umdrehungszahl i. d. Min.	gebremste Leistung in PS zu 550 Fufspfund	Nutzeffekt pCt	Verhältnis der Wassermenge Q zu jener, die bei voll offenem Schieber u. günstigstem Nutzeffekt gebraucht wird = Q_0	Verhältnis der Umfangsgeschwindigkeit des Rades v zu $\sqrt{2gh} = v$	
1,000	17,11	32,82	206,0	47,94	75,37	1,024	0,569	hierzwischen liegt Q_0 mit 31,96 Kubikfufs Dauer jedes Versuches 4 Min. Länge d. Wehres $6' = 1,8$ m. Gewicht des Dynamometers einschl. Welle 1300 Pfund = 590 kg
»	17,08	32,58	215,5	48,19	76,45	1,017	0,596	
»	17,12	32,42	225,2	48,30	76,82	1,011	0,622	
»	17,14	32,22	235,5	48,36	77,30	1,004	0,650	
»	17,16	32,02	245,2	48,11	77,31	0,997	0,676	
»	17,16	31,72	256,7	46,86	75,99	0,988	0,708	
»	17,17	31,12	277,7	44,35	73,28	0,969	0,766	
0,807	17,46	28,63	214,0	44,92	79,33	0,884	0,585	
»	17,47	28,22	233,2	44,70	80,03	0,871	0,637	
»	17,50	27,98	244,2	44,58	80,36	0,863	0,667	
»	17,52	27,47	265,2	42,36	77,69	0,847	0,724	
0,661	17,39	25,05	207,7	37,44	75,87	0,775	0,569	
»	17,41	24,64	228,0	37,46	77,08	0,762	0,624	
»	17,42	24,04	252,5	35,72	75,30	0,743	0,691	
»	17,52	22,76	288,2	28,93	64,09	0,702	0,787	
0,517	17,64	20,94	192,0	29,38	70,15	0,643	0,522	
»	17,69	20,62	213,2	29,67	71,81	0,632	0,579	
»	17,72	20,19	235,7	29,04	71,66	0,619	0,640	
»	17,71	19,32	264,2	25,32	65,19	0,593	0,717	
0,413	17,87	17,44	202,2	23,07	65,34	0,522	0,546	
»	17,91	17,12	222,5	22,34	64,31	0,522	0,601	
»	17,81	16,68	239,2	20,74	61,63	0,510	0,648	
»	17,76	16,10	261,2	17,85	55,20	0,493	0,708	
0,249	18,02	11,31	202,2	10,61	45,96	0,344	0,544	
»	18,02	11,06	223,2	9,17	40,60	0,336	0,601	
»	18,01	10,84	239,7	7,66	34,62	0,330	0,645	
»	18,03	10,64	255,7	5,83	26,83	0,323	0,688	

In Fig. 79 sind als Ordinaten die Verhältniszahlen aufgetragen zwischen der bei jedem einzelnen Versuch gemessenen Wassermenge Q und der beim günstigsten Nutzeffekt bei ganz geöffnetem Schieber sich ergebenden Wassermenge Q_0 , welche letztere als Einheit den späteren Berechnungen zugrunde gelegt wird. Im vorliegenden Falle ist Q_0 zu 31,96 Kubikfuß = 0,9 cbm i. d. Sek. und dabei gleichzeitig das Geschwindigkeitsverhältnis $\frac{v}{\sqrt{2gh}}$ zu 0,664 ermittelt.

Fig. 79.



Für jede Schieberöffnung ergibt sich wiederum eine eigene Kurve. Da die Umfangsgeschwindigkeit der Turbinen in den einzelnen Fabriken bei regelrechtem Betriebe als gleichbleibend angesehen werden kann, ist das Verhältnis $\frac{v}{\sqrt{2gh}}$ aus den durch die Aufseher täglich zweimal beobachteten Gefällshöhen leicht zu ermitteln, — d. h. aus dafür vorhandenen Tabellen abzulesen. Die Kurven des Diagramms Fig. 79 geben für dieses täglich ermittelte und durch das jeweilige Gefälle beeinflusste Geschwindigkeitsverhältnis und bei der gleichzeitig beobachteten Schieberöffnung den Faktor, mit welchem man die Einheit Q_0 multiplizieren muss, um die durchgeflossene Wassermenge zu erhalten.

Gewöhnlich werden zu den täglich beobachteten Gefällen in den Listen der Aufseher nur die aus Diagramm Fig. 79 sich ergebenden Faktoren hinzugeschrieben. Die Berechnung der Wassermengen und der dafür sich ergebenden Preise erfolgt dann summarisch und vierteljährlich.

Die Einrichtung der Versuchsstation ist aus den Fig. 80 bis 83 ersichtlich gemacht.

Die gesamten Baulichkeiten sind auf Pfahlrost fundirt, und das Quadermauerwerk ist mit großer Sorgfalt möglichst wasserdicht hergestellt. Durch ein schmiedeisernes Rohr A von 2,75 m Dmr. fließt das Wasser aus dem Obergraben zunächst in die Vorkammer B , in welcher die beiden Schützen GG untergebracht sind. Durch diese gelangt das Wasser in die Vorkammer C und aus dieser in die Turbinenkammer D , in welcher die zu prüfenden Turbinen eingebaut werden. Der Ablauf erfolgt durch die drei Kanäle N nach dem Unterwasserkanal E , an dessen Ende bei O zur Messung des

Wassers ein für jeden Versuch passendes Ueberfallwehr eingebaut werden kann.

Aus der Kammer B führt ein 915 mm weites Rohr unabhängig von dem Schützen G in die Kammer C und speist dort eine Turbine H , welche zum Betriebe einer hinter der Versuchsstation gelegenen Werkstätte, zur Bewegung der Winden für die Schützen G und zum Betriebe einer Wasser- und Oelpumpe für die Bremsvorrichtungen dient. Da diese Turbine einerseits in ein dichtes Gehäuse eingeschlossen ist, andererseits ihr Ablauf durch die gesonderten Kanäle J und K erfolgt, beeinflusst ihr Betrieb in keiner Weise die anzustellenden Messungen.

Die Kammer C ist ferner bei L und M durch Balken, welche in seitliche Falze eingeschoben werden, verschließbar. L dient dazu, bei Turbinen, die mit geringen Gefällshöhen probirt werden sollen, einen Ueberfall zu bilden, mit welchem der Stand des Oberwassers geregelt werden kann. Das über L fließende Wasser gelangt in den Kanal K und beeinflusst die Messung nicht weiter. Die Wand M kommt zur Verwendung, wenn Turbinen geprüft werden sollen, denen das Wasser in geschlossenen Röhren zugeführt werden muss. Es wird dann in die Wand M eine entsprechende Oeffnung geschnitten, und das Zulaufrohr angeschlossen. Die Kammer D bleibt in diesem Falle wasserfrei. Die Turbinen werden in allen Fällen in das Mittel der Kammer D gesetzt, weil sich oberhalb die Bremsenrichtungen befinden. Der Boden der Kammer D ist so dicht hergestellt, dass kein Wasser durchlecken kann. Auf Wunsch wird zum Beweis dessen vor jedem Versuch die Kammer D mit Wasser gefüllt, während E leer bleibt. Zum Entwässern der einzelnen Kammern werden die Rohre U , V und W benutzt, welche während der Versuche mit Ventilen abgeschlossen werden. Mit Hilfe des Ventiles im Rohr V kann man die Regelung des Oberwasserspiegels in der Kammer C beeinflussen, weil dieses Rohr in den Unterwasserkanal J mündet. Das Ablaufrohr W führt in den zweitnächst tiefer gelegenen Unterwasserkanal, damit die Kammer E vollständig entleert werden kann.

Die Messung des Wassers erfolgt an dem Ueberfallwehr O , dessen ebene Ueberfallskante aus Eisen gebildet ist, und in veränderlicher Höhe angebracht werden kann.

Die Höhe des Wasserspiegels über der Ueberfallskante wird in dem mit Glaseinsatz versehenen Rohr P gemessen, welches in der seitlichen Nische Q untergebracht, damit allen störenden Einflüssen entzogen ist und einen bequemen Standpunkt für den Beobachter gewährt.

Ueber die Kammer E führt eine Fahrstrasse, auf welcher die Versuchsturbinen herangebracht werden. Sie ist durch ein Gerüst überbrückt, welches einen Laufkran trägt. Die ankommenden Turbinen werden durch den Kran gehoben in das Gebäude gebracht und dort in die Kammer D hinabgesenkt.

Unterhalb an den Wänden der Kammer E läuft eine Plattform R , von welcher man durch einen Gewölbegang nach der eisernen Wendeltreppe S gelangt. Durch den hohlen Schaft dieser Treppe ist ein zweites Rohr mit Glaseinsatz geführt, welches durch die Mauer hindurch mit der Kammer D in Verbindung steht und zur Beobachtung der Oberwasserstände dient.

Zum Bremsen der Turbinen sind 5 verschiedene Größen von Bremscheiben mit passenden Messingbändern vorhanden. Diese Bänder sind doppelwandig, werden durch einen im Innern umlaufenden Wasserstrom gekühlt und an der Gleitfläche mit Oel geschmiert. Beides erfolgt durch die vorhin erwähnten Pumpen.

Um die Beobachtungen an der Bremse und am Ober- und Unterwasserstand gleichzeitig zu machen, ist im Bremsraum ein elektrisches Lätewerk angebracht, welches in Zwischenräumen von 1 oder $\frac{1}{2}$ Minute an allen 3 Stellen ein Glockenzeichen giebt.

Mit den vorhandenen Apparaten können Turbinen bis zu 210 PS für Gefälle von 3' bis 18' = 0,9 bis 5,3 m geprüft werden.

Die Holyoke Water Power Co. macht nicht nur in ihrem eigenen Interesse Gebrauch von der Versuchsstation, sondern stellt sie auch für Privatzwecke und hydraulische Experimente irgend welcher Art (technischen Schulen) gegen Entgelt zur Verfügung. Die Gesellschaft übernimmt auch selbst die Untersuchung von Turbinen für Privatzwecke und stellt

Fig. 80 bis 83. Versuchsstation Holyoke. Mafstab 1:200.

Fig. 80.

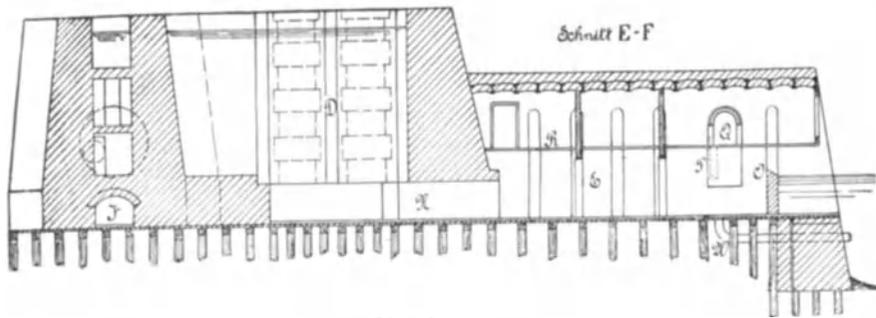


Fig. 81.

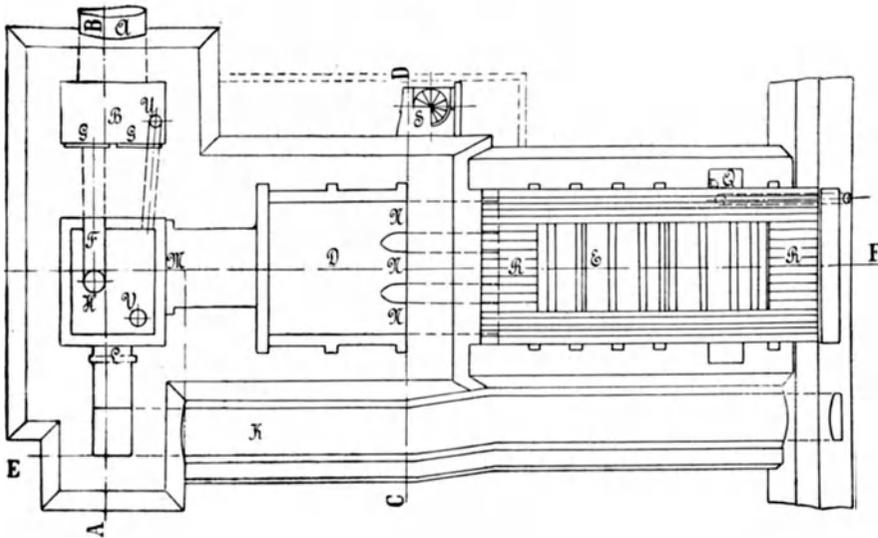


Fig. 82.

Schnitt A-B

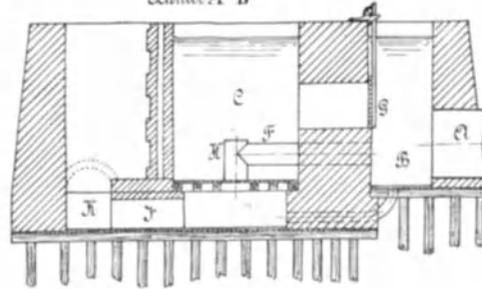
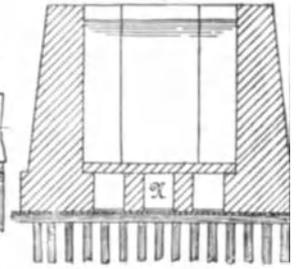


Fig. 83.

Schnitt C-D



liche Konstruktionen sind nicht wesentlich von einander verschieden; die Art der Regulierung und andere oft unwesentliche Einzelheiten bilden die Unterschiede. Bei allen tritt das Wasser durch den äußeren Leitapparat radial in das innen liegende Laufrad ein und unten parallel zur Achse aus diesem aus. Die Schaufelung des Laufrades ist dementsprechend eigentlich eine Kombination zwischen denen der Radial- und Achsialturbinen, sie ist manchmal am Austrittsende haubenförmig fortgesetzt und zeigt oft ganz merkwürdige Formen, denen rechnerisch wohl nur schwer beizukommen ist. Die Radhöhe ist dabei meistens eine sehr große und die Zahl der Schaufeln gering, sodass eine richtige Wasserführung nicht ersichtlich ist. Ueberraschend ist, dass dabei doch verhältnismäßig so hohe Nutzeffekte erzielt werden, wie sie die Versuchsstation in Holyoke nachweist.

Fig. 84. »Victor«-Turbinen. Mafstab 1:200.

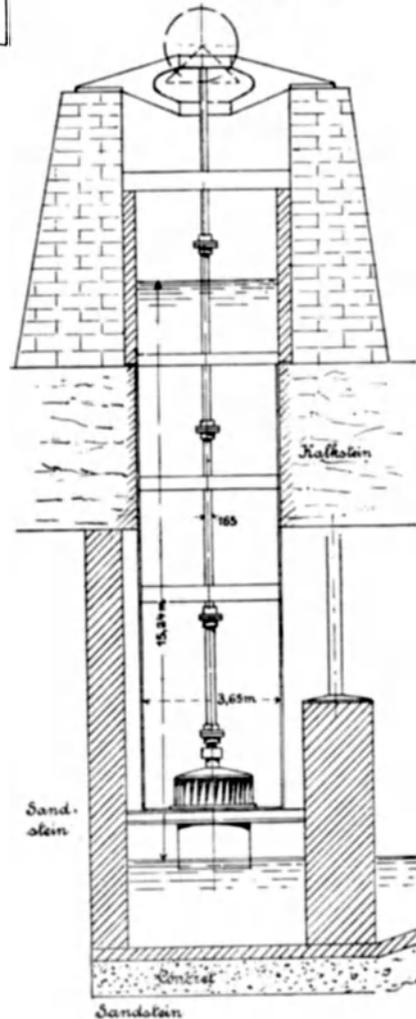
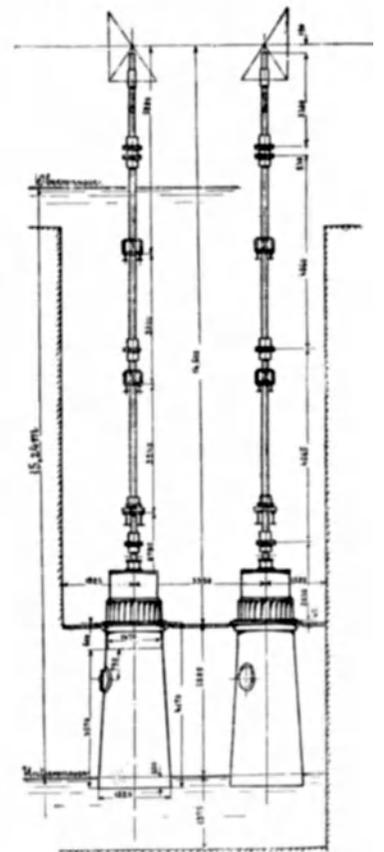


Fig. 85. Zwei »Hercules«-Turbinen. Mafstab 1:200.



darüber eigene Prüfungszeugnisse aus, denen in den Ver. Staaten großer Wert beigelegt wird. Von dieser Gelegenheit, Wassermotoren zuverlässig prüfen zu können, wird häufig Gebrauch gemacht, insbesondere von den amerikanischen Turbinenbauanstalten, welche sich z. t. sämtliche gangbaren Modelle »testiren« lassen. Mehr als 650 Turbinen verschiedenster Konstruktion sind bisher untersucht worden. Die Kosten eines solchen Versuches belaufen sich je nach der Größe und Art der Turbinen auf 100 bis 165 \$ = 425 bis 700 M. Gewöhnlich werden für Ausstellung eines Zeugnisses nebst ausführlicher Beschreibung und sorgfältiger Berechnung 10 pCt vom Katalogpreis der betreffenden Turbinen, mindestens aber 30 \$ verlangt. Die Lieferung der Turbinen muss natürlich frachtfrei erfolgen und bei Gehäuseturbinen muss der Rohranschluss an die Wand *M* besonders bezahlt werden.

Der Besitz eines solchen Prüfungszeugnisses hat für beide Teile, Käufer und Verkäufer, etwas Beruhigendes — ist jedoch von größerem Wert nur für letzteren, da die Turbinenbauanstalten gewöhnlich nur ein Modell prüfen lassen, nach welchem alle Turbinen nachher allerdings genau gleich ausgeführt, jedoch oft für ganz andere Gefällshöhen und Wassermengen benutzt werden, wie in Holyoke bei der Prüfung!

Die bis in die neueste Zeit vorherrschende Bauart amerikanischer Turbinen hat senkrechte Lage der Achsen- und Räderübertragung. Erst in neuerer Zeit werden Turbinen mit wagerechter Achse gebaut und für größere Kräfte fast ausschließlich verwendet. Sie haben den Vorteil leichter Zugänglichkeit, gestatten die Abnahme der Kraft mit Riemen oder Seilen und gewähren daher geräuschlosen, ruhigen Gang.

Die den Markt beherrschenden Konstruktionen sind: die »Victor«-Turbinen, gebaut von der Firma Stilwell & Bierce in Dayton, Ohio, und die »Hercules«-Turbinen, gebaut von der Holyoke Machine Co. in Holyoke. Außerdem sind noch die Huntsche, die Leffel-, die New American-Turbinen und andere zu treffen. Sämt-

Die Radschaufeln sind meistens einzeln aus Gusseisen hergestellt und werden entweder in die Radnabe eingegossen oder durch Schrauben befestigt, immer aber durch außen aufgelegte schmiedeeiserne Ringe zusammengehalten. Auch die Leitschaufeln sind aus Gusseisen, in der Regel jedoch mit den Radkränzen in einem Stücke gegossen.

Jede Fabrik führt eine größere Anzahl Modelle von Leit- und Laufrädern (18 bis 20), bei welchen die Schaufelformen unverändert bleiben, und die sowohl für Turbinen mit waagrechter als auch mit senkrechter Achse beibehalten werden. Nur die Gehäuseform ist eine andere, die jedoch den Bewegungen des Wassers im Innern nicht genau Rechnung trägt. Für jeden besonderen Fall wird zu den gegebenen Verhältnissen das passendste Turbinenmodell nach dem Katalog ausgesucht, und, da es meistens auf Lager vorhanden ist, rasch geliefert.

Die größte Zahl der Turbinen wird wesentlich höher eingebaut, als der Unterwasserspiegel liegt, und dann mit einem nach unten sich etwas erweiternden Saugrohr versehen, das in das Unterwasser eintaucht.

Fig. 84 zeigt die Anlage einer »Victor«-Turbine von 55' = 1397 mm Raddmr. und 1050 PS bei 50' = 15,25 m Gefälle, wie sie in der Pillsbury - A - Mühle, Fig. 85 die Anlage zweier »Hercules«-Turbinen von 39" = 990 mm Dmr. und 560 PS bei 50' = 15,24 m Gefälle, wie sie in der Washburn-C-Mühle in Minneapolis eingebaut sind; nach diesen Mustern ist die größte Zahl der Turbinenanlagen mit senkrechter Achse überhaupt ausgeführt.

Eine von Stilwell & Bierce in Dayton mit »Victor«-

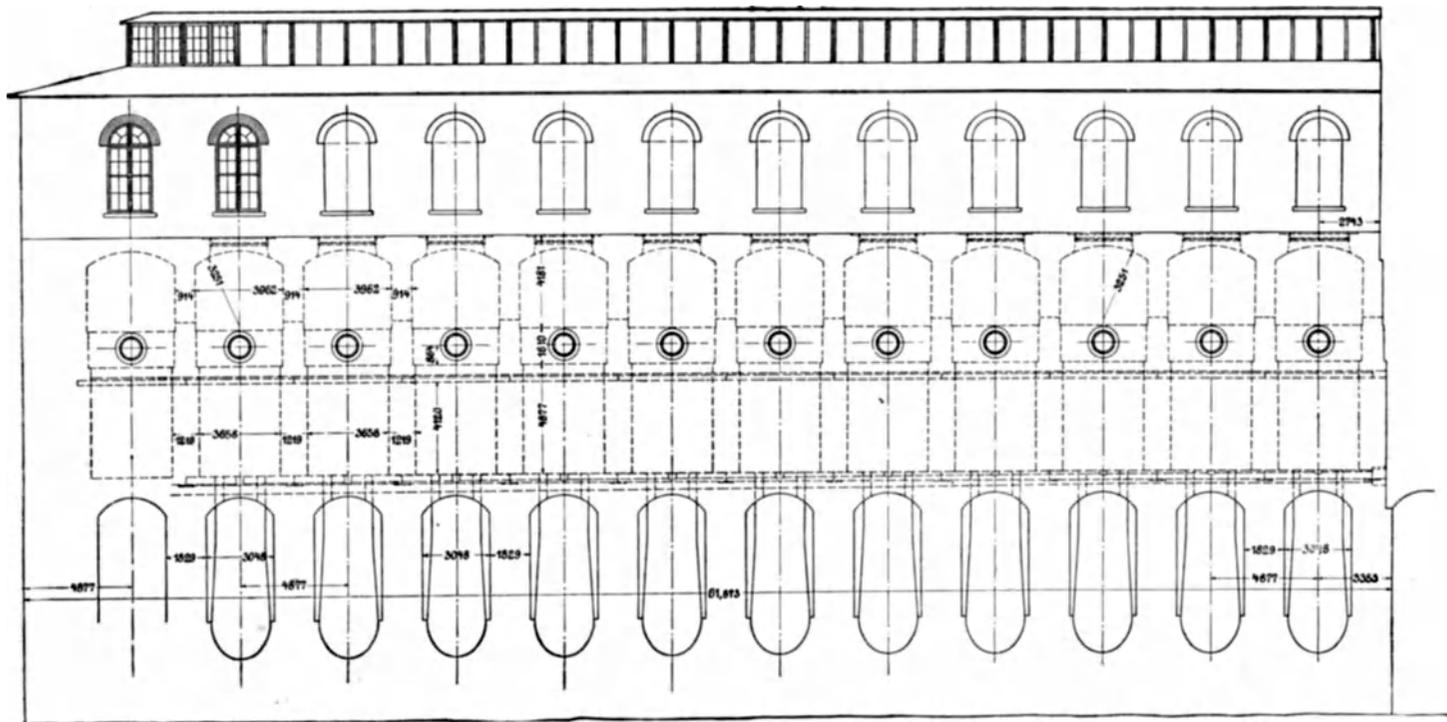
Turbinen ausgestattete Anlage großen Umfanges zeigen die Fig. 86 und 87. Sie ist für die Portland General-Electric Co. in Oregon ausgeführt und benutzt die Wasserkräfte des Willamette-Flusses.

Das Gebäude zur Aufnahme der Turbinen und Dynamomaschinen liegt parallel zum Flusslaufe auf einem schmalen Damm zwischen dem Ober- und Unterwasserkanal, sodass für jedes Turbinenpaar nur ein kurzes Zuleitungsrohr erforderlich wird. Wie aus Fig. 86 ersichtlich ist, werden je eine große und eine kleine Turbine von einem gemeinsamen Zufussrohre aus gespeist. Die Ablaufrohre dieser beiden Turbinen sind noch innerhalb des Gebäudes wieder vereinigt, und daher mündet von jedem Turbinenpaar aus auch nur ein Ablaufrohr im Unterwasser. Die Zentralstation enthält 10 solcher Turbinenpaare von je 42" = 1065 mm und 60" = 1525 mm Dmr. und ein Paar von je 48" = 1220 mm Dmr.

Die zehn 42zölligen Turbinen, von welchen jede 200 Min.-Umdr. macht und bei 14,6 m Gefälle 600 PS entwickelt, dienen für den normalen Betrieb der Dynamomaschinen, welche am oberen Ende der senkrechten Turbinenwellen aufgesetzt sind. Ebenso sind die beiden Erregerdynamos bei den 48zölligen Turbinen, welche 125 Min.-Umdr machen, unmittelbar auf die senkrechten Wellen gesetzt. Eine dieser beiden Turbinen dient als Reserve.

Die zehn 60zölligen Turbinen treten nur dann in Wirksamkeit, wenn bei Hochwasser das Gefälle so klein geworden ist, dass dabei die 42zölligen Turbinen nicht mehr mit voller Geschwindigkeit getrieben werden können. Alsdann werden die Kupplungen C, Fig. 86, gelöst und die Dynamomaschinen

Fig. 87. Maßstab 1:350.



von den großen Turbinen, welche nur 100 Min.-Umdr. machen, mittels Riemen und Spannrollen angetrieben, während die kleinen Turbinen stillstehen. Zu diesem Zwecke sind auf den Turbinenwellen Riemscheiben von 1830 und 3660 mm Dmr. und 1220 mm Breite aufgesetzt. Wenn die Riemen nicht benutzt werden, ruhen sie auf einer unterhalb der Scheiben angebrachten Unterstüzung und werden durch die Spannwagen selbst von den umlaufenden Scheiben fern gehalten.

Die Turbinen sind mit zweierlei Lagern versehen, von welchen die in Fig. 86 mit F und G bezeichneten aus einzelnen verstellbaren Backen bestehen und eine einfache Führung der senkrechten Welle bezwecken. Die mit D und E bezeichneten haben jedoch eine Ausgleichung des hohen Konstruktionsgewichtes (15200 kg) der Armaturen, Riemscheiben und

Wellen zu besorgen, insbesondere dann, wenn die kleinen Turbinen stillstehen und nur deren oberes Wellenende mitlaufen soll. Eines dieser Lager, E, ist als hydraulisches Drucklager ausgebildet, in welches Oel mit einem Drucke von 20 Atm. eingepresst wird. Ueberdies ist das Lager zur besseren Kühlung in ein cylindrisches Gefäß eingeschlossen, durch welches beständig kaltes Wasser fließt. Das Lager D wird dann zur Druckentlastung mit herangezogen, wenn die Ölpumpen etwa versagen sollten. Die 60zölligen Turbinen sind nur mit einem Drucklager versehen.

Die Regulierung der Turbinen erfolgt im Generatorraum, von welchem aus auch die Einlaufschützen bewegt werden können. Ein elektrisch betriebener Laufkran von 12 t Tragfähigkeit ist für die Bedienung angebracht; an seinen Tragsäulen sind die Schaltbretter befestigt. Die Dynamomaschinen

sind Thomson-Houstonscher Bauart und von der General Electric Co. in Boston geliefert.

Auch die Turbinen mit wagerechter Achse werden höher gelegt und, um einseitigen Lagerdruck zu vermeiden, bei

allen größeren Ausführungen als Doppelturbinen ausgebildet, indem man entweder zwei einfache Turbinen in getrennten Gehäusen symmetrisch zu einander aufstellt oder in einem gemeinsamen Gehäuse unterbringt. Fig. 88 zeigt beide

Fig. 88. Maßstab 1 : 200.

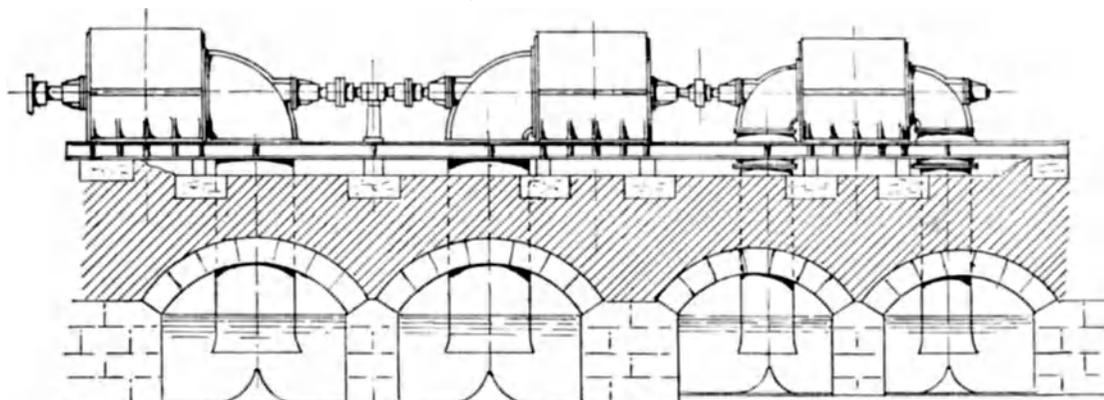
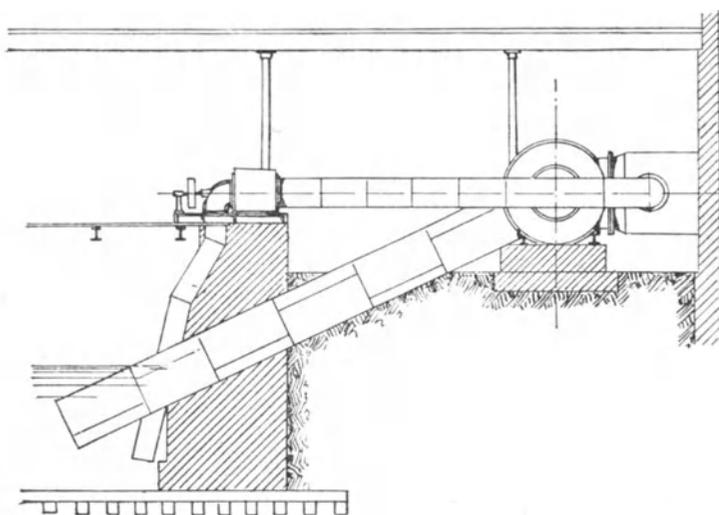


Fig. 89. Maßstab 1 : 200.



Turbinensysteme in einer Anlage vereinigt, wie sie für die Amoskeag Co. in Manchester ausgeführt ist. Zwei einfache »Victor«-Turbinen von 40" = 1015 mm Raddmr. und je 800 PS bei 48 1/2' = 14,78 m Gefälle, und eine Doppel-»Victor«-Turbine von 30" = 762 mm Raddmr. und 400 PS bei 27 1/2' = 8,38 m Gefälle arbeiten auf eine gemeinsame Welle, von welcher die Kraft durch 6 Riemen von 30" = 762 mm Breite nach den oberen Stockwerken abgenommen und übertragen wird. Fig. 89 zeigt, in welcher Weise mehrere wagerechte Turbinen, die verschiedenen Zwecken dienen sollen, von einem gemeinsamen Zuflussrohr aus gespeist werden.

Bei den Unterwasserstützzapfen läuft ausnahmslos eine gusseiserne Spur auf dem stark kugelförmig gewölbten Holzzapfen, dessen Abmessungen so groß gehalten sind, wie es die Raumverhältnisse nur immer gestatten. Als Material wird Eichen- oder Pockholz verwendet. Stilwell & Bierce lassen das Eichenholz für die Zapfen mehrere Monate lang in Oel liegen, die Holyoke Machine Co. verwendet grünes Eichenholz, das vor dem Gebrauche 20 Stunden lang in Oel gekocht wird. Die Zapfen werden je nach Umständen mit 120 bis höchstens 300 Pfd. auf 1 Quadratzoll = 8 1/2 bis 21 kg/qcm belastet und laufen stets ohne besondere Schmiere im Wasser.

Fig. 90. Maßstab 1 : 25.

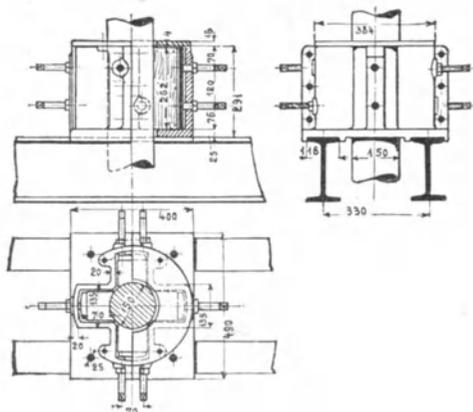
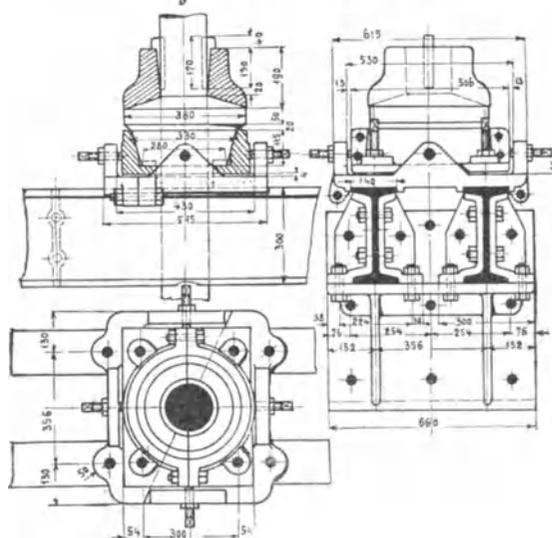


Fig. 91. Maßstab 1 : 25.



Einzelne solcher Zapfen sollen bis 15 Jahre gehalten haben, welche Angabe von Turbinenbesitzern bestätigt wird. Freilich werden andere schon nach wenigen Stunden unbrauchbar, was wohl mit der Wahl des verwendeten Materials, der Reinhaltung, der Beschaffenheit des Wassers und genauer Montage in Zusammenhang stehen wird.

Die oberen Halslager, Fig. 90, sind ebenfalls aus Holzbacken gebildet, von welchen 4 im Kreise sitzen und durch

Schrauben verstellbar sind. Die oberen Tragzapfen werden gleichfalls aus Holz hergestellt, wie dies Fig. 91 zeigt. Auch bei einfachen Turbinen mit wagerechter Achse wird die Konstruktion solcher ringförmiger Tragzapfen zur Aufnahme des einseitigen Druckes ausgeführt; sie sitzen dann im Abflusskrümmer dicht vor der Stopfbüchse.

Die Zahnräder werden von den besseren Firmen mit besonderer Sorgfalt ausgeführt. Das treibende Rad erhält meistens

Holz­zähne. Die Räder werden sämtlich nach Modellen geformt und die Zahnflanken auch bei den Holz­zähnen genau nach Schablonen gehobelt. Die dichte vorzügliche Beschaffenheit amerikanischen Holzes kommt hierbei wesentlich zu statten. Die Räder haben angenäherte Cykloidenverzahnung mit Teilungen bis zu 6" = 152 mm und laufen ohne nennenswertes Geräusch und ohne Erschütterungen.

Fig. 92. Maßstab 1:10.

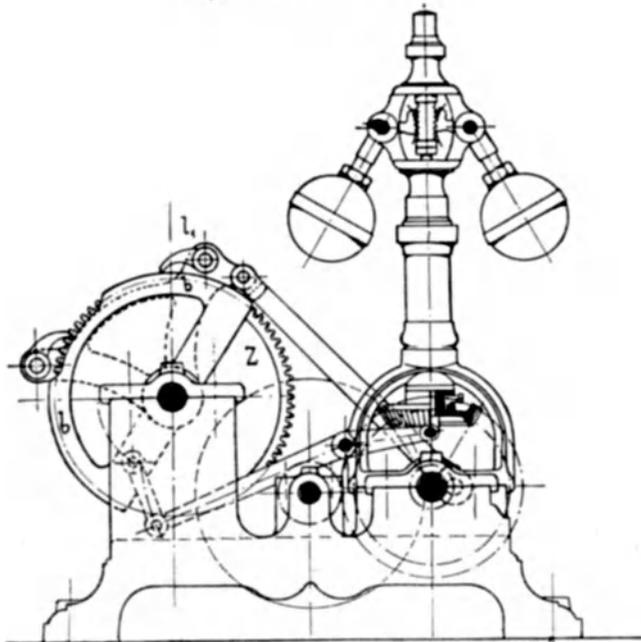


Fig. 93. Maßstab 1:10.

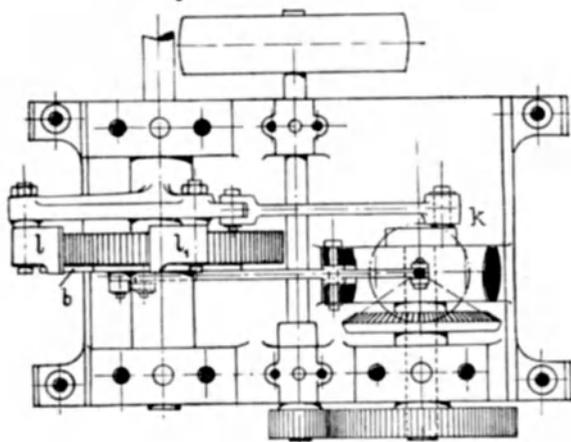


Fig. 94.

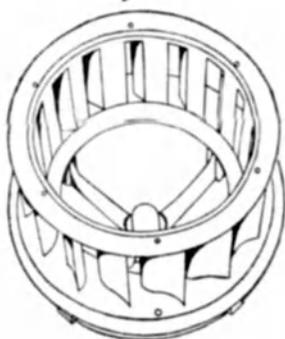


Fig. 95.

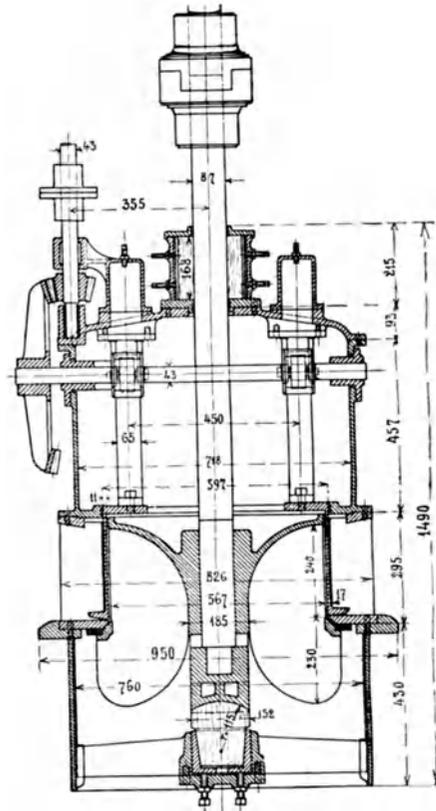


eine Kurbel *k* gedreht, von welcher zwei Klinken *l* und *l*₁ in schwingende Bewegung gesetzt werden, die auf dem Umfange eines Zahnrades *z* hin und her gleiten, und unter Umständen in dieses eingreifen können. Vom Regulator wird

Die Regulierung der Turbinen erfolgt am Leitapparat und wird sehr häufig durch Pendelregulatoren beeinflusst. Unter den Regulirvorrichtungen scheint die nachfolgende Konstruktion, Fig. 92 und 93, deren Zeichnungen von der Firma Stilwell & Bierce zur Verfügung gestellt wurden, die meiste Verbreitung gefunden zu haben.

Von irgend einer Welle oder einem Vorgelege aus wird

Fig. 97. Maßstab 1:20.



eine einfache Blende *b* verdreht, welche sich zwischen beide Klinken und das Zahnrad schiebt. Wenn nicht regulirt wird, schleifen beide Klinken auf der Blende, und das Zahnrad steht still. Wenn aber regulirt wird, so wird die eine oder andere Klinke frei und kommt mit dem Zahnrad in Eingriff, wodurch dieses rechts oder links gedreht und dadurch die Bewegung auf die Regulirschützen übertragen wird.

Der Regulator selbst hat dabei nur wenig Arbeit zu leisten, und aus der Thatsache, dass bei vielen Turbinen die Regulirvorrichtungen in Thätigkeit gefunden worden sind

Fig. 96.

(was sonst nicht immer der Fall ist), mag geschlossen werden, dass sie auch wirksam sind.

In vielen Fällen, insbesondere in Spinnereien, wo eine besonders hohe Gleichförmigkeit des Ganges verlangt wird, lässt man mit den Turbinen zusammen gerne eine Dampfmaschine laufen, welche dann die genaue Regulierung übernimmt. Dieser Umstand gestattet, dass, wie erwähnt, in Holyoke die Umdrehungszahl der Turbinen bei der Berechnung der verbrauchten Wassermenge als eine unveränderliche angesehen werden kann.

Von den in der Ausstellung in Chicago vertretenen amerikanischen Firmen haben nur Stilwell & Bierce in

Dayton in entgegenkommender Weise Zeichnungen zur Verfügung gestellt; es kann daher an der Hand derselben die Konstruktion ihrer Turbinen am besten erläutert werden, um so mehr, als die Firma zu den bedeutend-

sten zählt und eine große Zahl von Turbinen aller Art ausgeführt hat.

Die Firma führt wagerechte und senkrechte Turbinen in 2 verschiedenen Konstruktionen aus, welche sich hauptsächlich durch die Art der Regulierung von einander unterscheiden. Während bei der älteren Konstruktion das Leitrad in 2 konzentrisch in einander sitzende Teile zerschnitten ist, von welchen der innere sich gegen den äußeren, der fest ist, ver-

drehen lässt, und dadurch die Leitkanäle verengt oder schließt, Fig. 94 bis 96, wird bei der neueren Konstruktion in ähnlicher Weise, wie bei den Hercules-Turbinen, eine Ringschütze zwischen Lauf- und Leitrad von oben nach abwärts geschoben. Diese Schütze ist an zwei Zahnstangen aufgehängt und hat an ihrem unteren Ende Knaggen, welche zwischen die Leitschaufeln greifen und daselbst eine bessere Wasserführung gewähren.

Fig. 98. Maßstab 1:40.

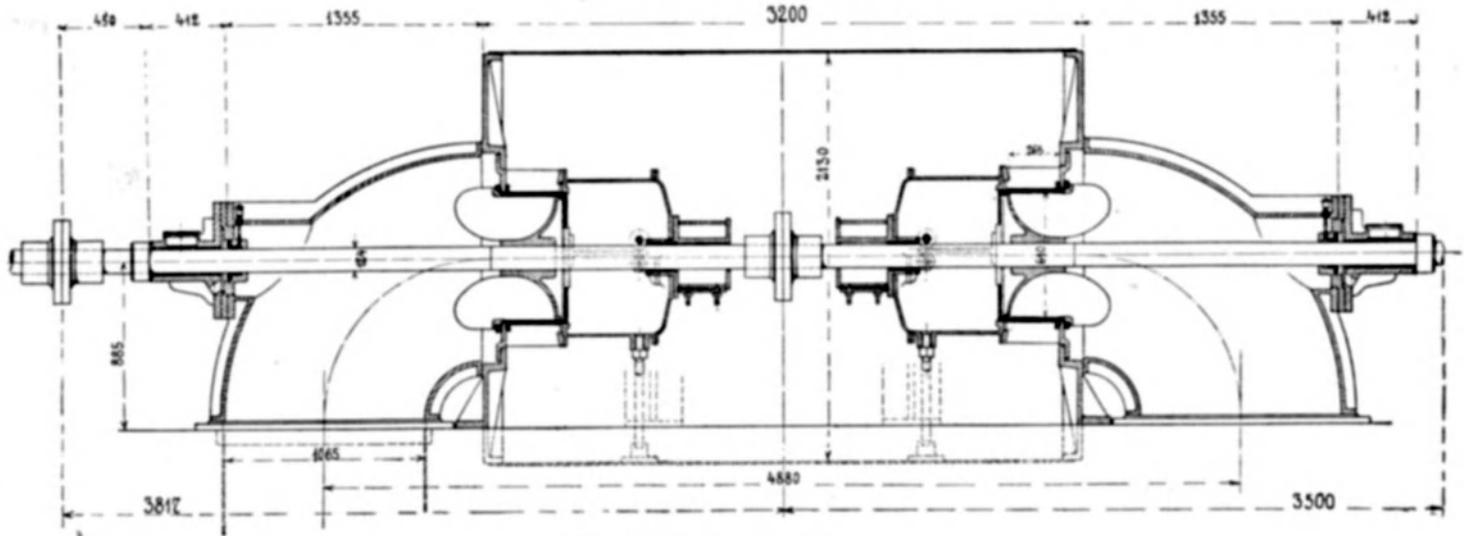
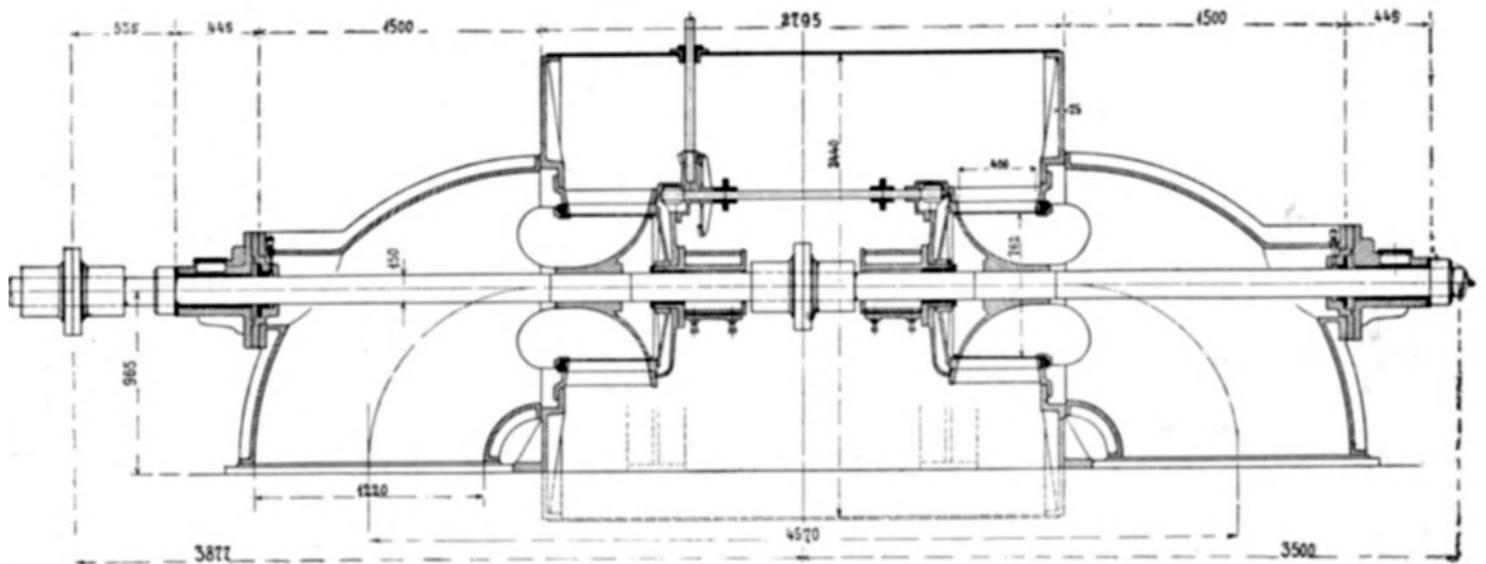


Fig. 99. Maßstab 1:40.



Die erstere Konstruktion wird »Register Gate«-Turbine genannt und in 18 verschiedenen Modellen von 6" bis 60" = 150 bis 1525 mm Laufraddmr. ausgeführt, letztere wird »Cylinder Gate«-Turbine genannt und in 16 verschiedenen Arten von 15" bis 60" = 375 bis 1525 mm Laufraddmr. zur Ausführung gebracht. Die Firma verfügt somit über 34 verschiedene Modelle und hält alle gangbaren Größen in verschiedenen Ausführungen auf Lager.

Eine einfache senkrechte Turbine von 21" = 533 mm Laufraddmr. mit Cylinder Gate ist in Fig. 97 dargestellt und daraus nicht nur die Konstruktion der Ringschütze, sondern auch die des Holzzapfens genügend ersichtlich. Der aus einem Stück hergestellte Zapfen ist mit seinem unteren konischen Ende fest in einen gusseisernen Topf eingesetzt, welcher in den unteren Lagerbalken, durch Schrauben verstellbar, eingelegt ist. Der Lagerbalken ist seitlich in einfache Taschen des Turbinengehäuses ohne Verschraubung eingeschoben und mit Zink vergossen. Wird der unten am Lagerbalken befindliche Deckel gelüftet, so kann der Zapfen nach unten herausgezogen und auf diese Weise leicht ausgewechselt werden. In den Saugröhren, welche sich an das

Turbinengehäuse anschließen, sind zu diesem Zwecke seitliche Mannlöcher angebracht.

Die auf dem Holzzapfen laufende Spur ist aus Gusseisen, an der Lauffläche sauber bearbeitet und polirt und auf das untere Ende der Turbinenwelle aufgesteckt. Das Gussstück ist mit seitlichen Durchbrechungen hergestellt, um Wasserrücklauf und dadurch Kühlung des Zapfens herbeizuführen.

Die Leitschaufeln sind entweder eben geformt und dann tangential gestellt, wie bei den Cylinder Gate-Turbinen, oder leicht gekrümmt, wie bei den Register Gate-Turbinen aus Fig. 94 und 95 ersichtlich ist. Die gusseisernen Rad-schaufeln erhalten Krümmung nach 2 Richtungen, Fig. 96, und bilden jedesmal mit dem nach abwärts gerichteten haubenförmigen Fortsatz ein Stück. Sie werden in die Radnaben eingegossen und am äußeren Umfange durch angenietete Laschen und einen warm aufgezogenen schmiedeisernen Ring unter einander fest verbunden.

Soll den Turbinen das Wasser in geschlossenen Röhren zugeführt werden, dann werden sie je nach der Größe in ein gusseisernes oder schmiedeisernes Gehäuse eingeschlossen, welches den Anschluss der Zufuhrrohre leicht gestattet.

Fig. 98 zeigt die Anordnung einer wagerechten Cylinder Gate-Doppelturbine von 24" = 610 mm Laufraddmr., welche sich im übrigen selbst erklärt. Die Regulierung dieser Doppelturbine wird für beide Leiträder gleichzeitig durchgeführt, indem die vom Regulator beeinflusste, in das Gehäuse eintretende Welle mit Rädern die Zahnstangen beider Ringschützen bewegt. Das meist aus Blech gefertigte Gehäuse und der Anschluss der Wasserzuleitungsrohre wird in jedem Falle den örtlichen Verhältnissen angepasst.

Eine wesentlich geringere Konstruktionshöhe als die Cylinder Gate-Turbinen erhalten die mit Register Gate, was sich besonders bei den Doppelturbinen bemerkbar macht. In

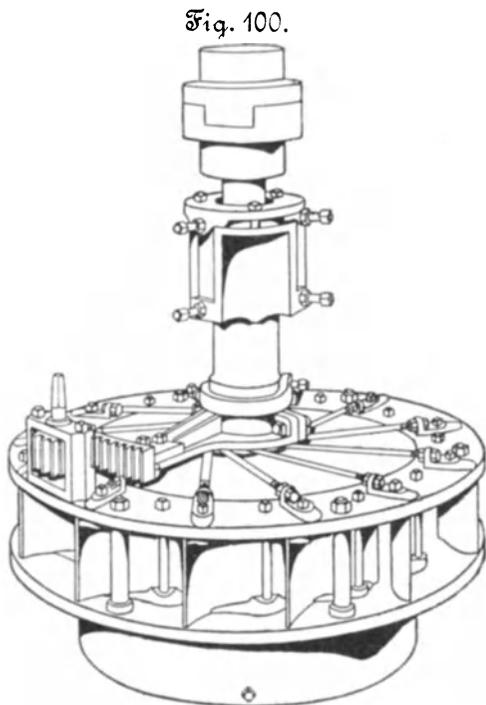
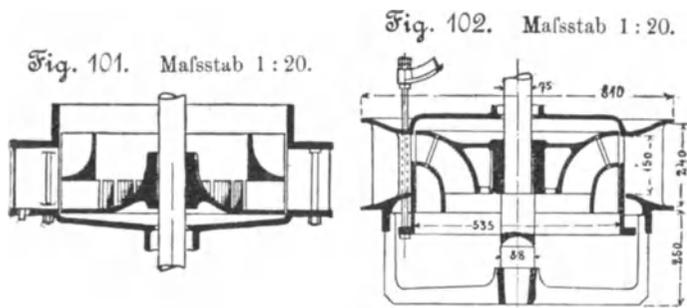


Fig. 99 ist eine solche von 30" = 762 mm Laufraddmr. dargestellt und daraus zugleich ersichtlich, in welcher Weise die Regulierung durch Verdrehen der inneren Leitschaufelringe bei beiden Turbinen gleichzeitig vorgenommen wird. Bei un-



reinem Wasser hat diese Regulierung jedoch Schwierigkeiten, weshalb in solchen Fällen trotz der größeren Konstruktionshöhe die Cylinder Gate-Turbinen den Vorzug erhalten.

Die Angaben über den Nutzeffekt der Turbinen gehen ins Unglaubliche. Da es jedoch nicht möglich gewesen ist, entsprechenden Versuchen persönlich beizuwohnen, mag eine Kritik der angegebenen Zahlen an dieser Stelle vermieden werden.

Die Leffel Water Wheel & Engine Co. in Springfield, Ohio, hat eine senkrechte Turbine von 22" = 560 mm Laufraddmr., welche aus Bronze hergestellt ist, eine wagerechte Turbine von 14" = 355 mm Laufraddmr. und ein kleines, sauber vernickeltes Modell ausgestellt.

Die äußere Bauart dieser Turbinen ist aus Fig. 100 ersichtlich. Die Leitschaufeln sind um eine parallel zur Turbinenwelle gerichtete Achse drehbar eingesetzt und tragen an ihrem äußeren Ende einen Zapfen, der durch einen Schlitz des oberen Radkranzes hindurchtritt und dort von einer

Lenkstange angefasst wird. Sämtliche Lenkstangen laufen auf einer Drehscheibe zusammen, welche die Turbinenwelle umfasst und vom Regulator aus verdreht wird. Alle Leitschaufeln werden dadurch gleichzeitig verstellt und damit die Beaufschlagung der Turbinen geregelt.

Das Laufrad der Turbine, Fig. 101, ist durch eine senkrecht zur Achse angebrachte Scheidewand in zwei Teile geteilt, von denen der obere mit dem Leitapparat zusammen eigentlich eine Francis-Turbine bildet, während der untere Teil die doppeltgekrümmte Schaufelform amerikanischer Turbinen, jedoch ohne den haubenförmigen Fortsatz, zeigt. Die Gründe für eine solche Konstruktion sind nicht recht durchsichtig; der Turbine wird jedoch, vielleicht der sauberen Ausführung wegen, in neuerer Zeit große Beliebtheit zugesprochen.

Die Firma B. H. J. Sanford in Sheboygan Falls, Wisc., baut ihre Laufräder ebenfalls zweiteilig, jedoch so, dass Räder von amerikanischem Typus ohne haubenförmigen Schaufelfortsatz in einander geschachtelt werden, wie dies Fig. 102 ersichtlich macht. Die Regulierung erfolgt durch Ringschützen, welche von unten nach oben zwischen Lauf- und Leitrad geschoben werden. Zu diesem Zwecke ist die Ringschütze mit Führungsstangen versehen, welche durch die an diesen Stellen dicker ausgebildeten Leitschaufeln hindurch gehen und dadurch ihre Führung erhalten. Oberhalb der Turbine sind die Führungsstangen durch ein Armkreuz verbunden, welches die Turbinenwelle umfasst und dort durch Hebel auf und nieder gezogen wird. Die Turbine gewährt den Vorteil einer guten Wasserführung dann, wenn der Ringschieber an der Radteilung steht. Die konstruktive Durchführung ist jedoch eine mangelhafte, weil die Herstellung der Laufräder mit den doppelt gekrümmten und durch einen Zwischenboden unterbrochenen Schaufeln sehr schwierig wird. Es ist denn auch durch Stehbolzen, die zwischen Radnabe und Zwischenboden angebracht sind, eine Versteifung hergestellt, die wohl nur als ein Notbehelf und nicht als gute Lösung bezeichnet werden muss.

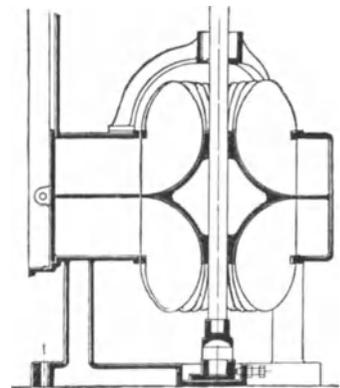
Die Firma ist in der Ausstellung nur mit 3 senkrechten Turbinen vertreten, von welchen die eine 21" = 533 mm, die anderen beiden 32" = 812 mm Laufraddmr. und verschiedene Radhöhen haben. Hier sowohl wie bei den Leffel-Turbinen zeigen die Holzapfen genau die schon beschriebene Konstruktion, nur mit dem Unterschiede, dass sie bei den kleineren Turbinen unmittelbar in den Lagerbalken, und daher nicht mit Schrauben verstellbar, eingesetzt sind.

Werden 2 den Victor-Turbinen ähnlich geformte Laufräder mit ihren oberen flachen Radscheiben zusammengesetzt in einem Stück gegossen hergestellt und so ohne Leitapparat in ein exzentrisches Gehäuse eingesetzt, Fig. 103, so erhält man die Konstruktion jener Turbinen, welche von der Firma J. C. Wilson & Co., Picton, Ont., zur Ausstellung gebracht sind. Entsprechend der Zweiteiligkeit des Laufrades ist auch das exzentrische Gehäuse in der zur Achse senkrechten Richtung durch eine Mittelwand in 2 Teile geteilt und dadurch die Möglichkeit gegeben, jede Hälfte für sich allein beaufschlagung zu lassen.

Der Einlauf in die exzentrischen Gehäuse wird durch eiserne Schützen geschlossen, welche bei den größeren Ausführungen auf Rollen laufen und mittels Zahnstangengetriebe bewegt werden. Die Zapfenkonstruktion ist in der üblichen Weise durchgeführt; es ist jedoch nicht ersichtlich, in welcher Weise einer Entlastung bei nur halber Beaufschlagung des Rades Rechnung getragen ist.

In der Ausstellung befinden sich 2 senkrechte Turbinen von 14" = 355 mm und 24 1/2" = 622 mm Laufraddmr. und eine wagerechte Turbine von 16" = 405 mm Raddmr. Die

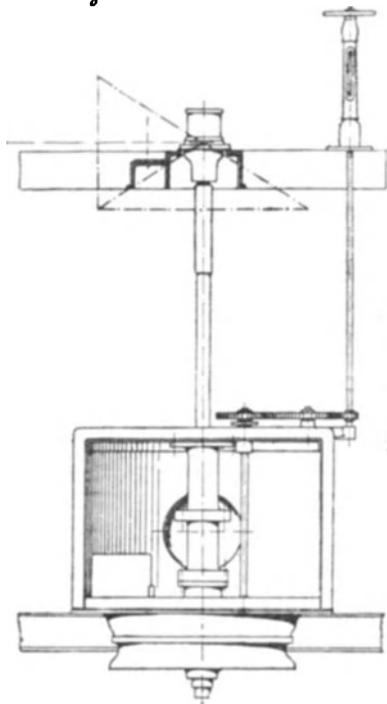
Fig. 103. Maßstab 1 : 25.



Firma hat auf die an sie gerichtete Anfrage nicht geantwortet, und es ist deshalb nähere Auskunft über Einzelheiten nicht zu erlangen gewesen.

Außer den erwähnten Turbinenkonstruktionen ist in der

Fig. 104. Maßstab 1 : 50.



Ausstellung noch die Pelton Water Wheel Co. in San Francisco mit einem Wasserrad bekannter Konstruktion¹⁾

¹⁾ Z. 1892 S. 1181.

von 32" = 813 mm Dmr. vertreten, an dessen Radachse unmittelbar eine Dynamomaschine gekuppelt ist. Die nötige Druckhöhe für das Betriebswasser des Rades wird durch ein eigenes Pumpwerk erzeugt. Die Anlage wird sich in der ausgeführten Weise zu Messungen mannigfacher Art gut eignen, war jedoch Ende Mai in der Montage noch soweit zurück, dass an Betrieb nicht gedacht werden konnte.

Ueber die Form der Schaufelungen waren bestimmte Angaben nicht zu erlangen, da in vielen Fällen auch keine Zeichnungen darüber vorliegen. Die Schaufelformen werden von jeder Firma mehr oder weniger als ein Geheimnis angesehen, das durch zahlreiche Versuche mühsam erprobt ist und daher ängstlich gehütet wird. Eine Berechnung nach europäischem Muster scheint überhaupt nicht vorzuliegen. Man nimmt eine Form der Schaufelung mehr nach dem Augenmaße an, und verändert sie an der Hand von Bremsversuchen so lange, bis ein guter Nutzeffekt erzielt ist. Nur so ist es erklärlich, dass die Schaufelform als der wichtigste und kostbarste Teil der Turbine betrachtet und daher unter keinen Umständen preisgegeben wird.

Die einzige fremdländische Turbine, welche bis Ende Mai in der Ausstellung zu sehen war, ist von der Firma Briegleb, Hansen & Co. in Gotha geschickt. Es ist eine Achsialturbine von 1 m Dmr., für 5 m Gefälle und 1 cbm Wasser pro Sek. gebaut und von der, unter dem Namen Klop-Turbine in Europa bekannten Konstruktion. Die Regulierung erfolgt mit Henkels' Fächerschieber durch fortschreitendes Abdecken der Leitradzellen. Ein Sammelkasten, welcher sich im Kreise über den Leitradzellen bewegt, nimmt die losen Deckplatten durch Uebereinanderschieben in sich auf, oder lässt die gesammelten Platten der Reihe nach auf die Leitkanäle fallen. Die Ausführung zeichnet sich durch saubere Arbeit vorteilhaft gegen die amerikanischen Turbinen aus. Fig. 104 zeigt eine Ansicht der ausgestellten Turbine — eine Schnittzeichnung war nicht zu erhalten.

E. Reichel.

Wasserkraftanlagen am Niagara.

Im Anschlusse an die Studien über Wasserkräfte in Amerika und an das, was schon früher über die Ausnutzung der bedeutendsten aller Wasserkräfte am Niagara von Prof. A. Riedler ¹⁾ veröffentlicht worden ist, erübrigt es noch, über den gegenwärtigen Stand der Arbeiten und die jetzigen Absichten der Cataract Construction Co. einiges hinzuzufügen.

Gegenüber dem ursprünglichen Bauplane haben sich in der Ausführung wesentliche Veränderungen als notwendig herausgestellt, welche in den seither geänderten Absichten der Gesellschaft, in der Neuheit der durchzuführenden Arbeiten, in den dabei auftretenden technischen Schwierigkeiten und der Anwendung neuer technischer Hilfsmittel ihre Begründung finden. Durch die seit dem letzten Berichte des Hrn. Riedler geänderte technische Leitung und den damit im Zusammenhang stehenden Wechsel der Absichten und Ziele ist dem ganzen Unternehmen ein so völlig anderer Charakter aufgedrückt, dass heute schon ein Teil der durchgeführten Arbeiten als den jetzigen Zwecken nicht mehr ganz entsprechend angesehen werden muss.

Die beim Beginn der jetzt ausgeführten Arbeiten leitende Absicht war die einer Kraftwasserverteilung.

Aus einem breiten zentralen von der Cataract Const. Co. herzustellenden Oberwassergraben sollten die in der Nähe entstehenden Fabrikanlagen ihr Kraftwasser beziehen. Jede Fabrikanlage sollte sich dann unabhängig, ähnlich wie dies in Holyoke oder Minneapolis geschehen ist, ihre Turbinenanlage selbst schaffen und das Verbrauchswasser durch Zweigkanäle einem zentralen Unterwasserkanal zuführen, welcher ebenfalls von seiten der Gesellschaft herzustellen war.

Unter Festhaltung dieses Prinzips sind die Arbeiten begonnen worden, und die Gesellschaft hat in der Nähe des geplanten Obergrabens ausgedehnte Ländereien erworben, welche in einem grossen Bogen die Stadt Niagara umschliessen und sich weit am Flussufer entlang ziehen. Zum teil ist am Ufer dem Flusse selbst durch umfangreiche Zuschüttungen Baugrund abgerungen worden. Die Ländereien sind dem Verkehr dadurch erschlossen, dass die Gesellschaft eigene Bahngleise hindurchlegen liess und im Flusse selbst einen Hafen herstellen will, der die Verbindung zu Wasser mit dem oberhalb liegenden Buffalo und dem Erie-See herstellt.

Der ganze Plan war von dem in Amerika bestens bekannten Civilingenieur Cl. Herschel unverkennbar in grossen Zügen entworfen und trug den Charakter einer einheitlich durchgeführten Arbeit auf der Grundlage jener Erfahrungen, unter welchen bisher in Amerika Wasserkräfte überhaupt und mit grossem Erfolge ausgenutzt wurden.

Gegenwärtig ist das Unternehmen durch das Bestreben beeinflusst, grosse Kraftzentralen anzulegen und die erzeugte Kraft an beliebige Stellen fernzuleiten, an welchen sich bereits grosse Industrien befinden, oder welche der An-

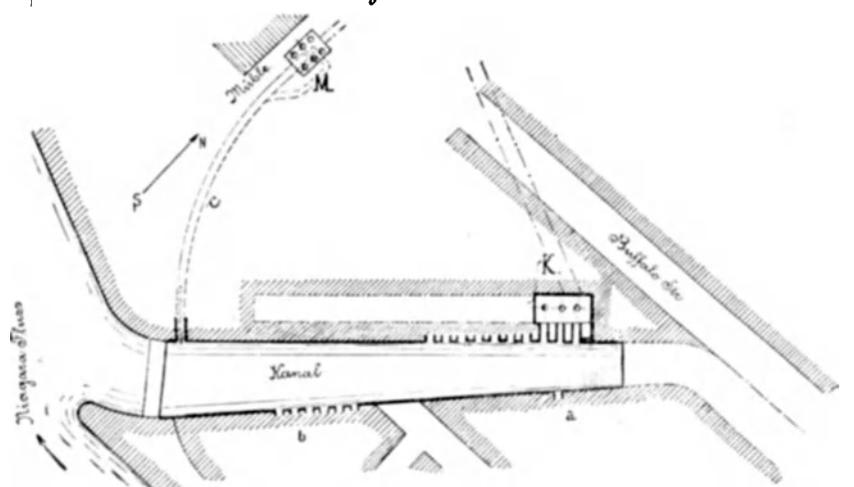
lage von Fabriken günstiger sind als die unmittelbare Nähe der Kraftzentrale selbst. Die ursprüngliche Grundlage des Unternehmens ist hierdurch verschoben. Gegenwärtig ist davon, dass in kurzer Zeit sich in Niagara eine bedeutende Zahl von Fabrikanlagen ansiedeln würde, keine Rede mehr, und es ist bisher bei der Ausführung einer grossen Papiermühle, welche rd. 3000 PS verbraucht, geblieben. Das Hauptabsatzgebiet der Kraft wird in dem nahe gelegenen und sich rasch entwickelnden Buffalo gesucht, und damit ist nicht nur dem ganzen Unternehmen die ursprüngliche Grundlage entzogen, sondern die bereits fertig gestellten oder in Angriff genommenen Arbeiten müssen den geänderten Absichten neu angepasst werden.

In unserer schnell lebenden Zeit, und insbesondere in Amerika, wo ein Wechsel der Anschauungen sich rascher vollzieht als in Europa, ist es begreiflich, dass Arbeiten von der Grösse und Bedeutung der Ausnutzung der Niagara-Fälle, die sich naturgemäss über einen Zeitraum von mehreren Jahren erstrecken müssen, solchen geänderten Ansichten um so mehr unterworfen sind, als eine grosse Zahl von Interessen in einem Punkte zusammenlaufen und eigentlich die ganze technische Welt an der Ausführung mehr oder weniger Anteil nimmt.

Es ist notwendig, bei Beurteilung der ganzen Sachlage diesen Umstand gebührend in Erwägung zu ziehen, weil man sonst leicht zu falschen Schlüssen und ungerechter Verurteilung mancher Einzelkonstruktion kommen könnte. Im Folgenden sollen die Bauarbeiten in ihrem jetzigen Standpunkt geschildert werden.

Der grosse zentrale Oberwassergraben, Fig. 105, von welchem aus die Wasserverteilung ursprünglich stattfinden

Fig. 105.



¹⁾ Z. 1892 S. 1219 u. f.

sollte, ist fertiggestellt, ausgemauert und gegen den Fluss hin durch einen Damm geschlossen. Die Mündung des Grabens in den Strom ist stromabwärts gerichtet, und es soll durch einen ferner noch anzubringenden Abweiser der Graben im Winter eisfrei erhalten werden.

In den Seitenwänden des Grabens sind Oeffnungen gelassen, durch welche den später einzubauenden Turbinen der Zentralstation oder aber anderen in der Nähe sich ansiedelnden Fabriken das Nutzwasser zugeführt werden soll. Die Oeffnungen sind sämtlich mit Falzen versehen und durch eingeschobene Holzwände abschließbar. An der Nordseite des Grabens findet bei *c* der Anschluss eines Oberwassergrabens statt, welcher der erwähnten, erst kürzlich erbauten Papierfabrik das Wasser zuleiten soll. Bei *K* sind zehn Oeffnungen in einer Reihe gelassen, durch welche die Turbinen der neuen Zentralstation gespeist werden sollen, und an der Südseite sind bei *b* sechs Oeffnungen, bei *a* eine Oeffnung für die künftige Entwicklung im Süden hergestellt.

In der Zentralstation bei *K* gelangen vorläufig nur 3 Turbinen zu je 5000 PS zur Aufstellung, für deren Wasserzuführung große schmiedeiserne Röhrenstützen von elliptischem Querschnitt in die vorhin erwähnten Oeffnungen eingelegt und dann eingemauert werden, Fig. 107. Der Abschluss erfolgt durch Schützen, welche mit Rollenführung geplant sind. An die eingemauerten Rohrstützen schliessen sich zuerst Krümmer mit kreisrundem Querschnitt an, welche in senkrechte Röhren von 2290 mm Dmr. übergehen, die bis zu den tiefliegenden Turbinen führen. Ursprünglich war geplant, für jede der Turbinen einen getrennten Schacht herzustellen. Genauere Berechnungen und Erfahrungen bei den Felsarbeiten haben aber gezeigt, dass es billiger wird und eine gedrängtere Anordnung möglich ist, wenn die Turbinen in einen gemeinsamen langen Schlitz aufgestellt werden. Dementsprechend ist ein solcher rechteckiger Schacht in Ausführung begriffen, in welchem die 3 ersten Turbinen untergebracht werden sollen. Dieser senkrechte Schacht mündet unten in das äußerste Ende des Unterwassertunnels ein, welcher in einer Länge von rd. 7000' = 2150 m bis zum Niagarafluss unterhalb der amerikanischen Fälle und dicht bei der Suspension-Brücke führt.

Das Profil dieses Tunnels ist in Fig. 106 dargestellt. Er hat ein Gefälle von durchschnittlich 7 pCt, einen lichten Querschnitt von 335,45 Quadratfuß = 31,19 qm und soll bei Vollfüllung und entsprechend erhöhter Abflussgeschwindigkeit für 100 000 PS ausreicht sein.

Der Tunnel ist am Ende des vorigen Jahres fertiggestellt worden, und die gesamten Ausführungskosten haben rd. 1 000 000 \$ betragen. Der Bau kostet nur etwa den vierten Teil dessen, was bei der ersten Projektverfassung für den Abflusstunnel in Aussicht genommen war, allerdings unter der Voraussetzung eines Tunnels, welcher für 150 000 PS ausreichen sollte. Der Tunnel mündet in seiner geradlinigen Fortsetzung etwa 3 m über dem Unterwasserspiegel des Flusses und erst später ist die Ausmündung nach abwärts gekrümmt und in das Unterwasser gelegt worden.

Die Bauschwierigkeiten bei Herstellung dieses Tunnels waren bedeutende, da man ihn nicht, wie anfangs geplant, in einer dichten Kalksteinschicht, ohne Ausmauerung herstellen konnte. Es zeigte sich vielmehr, dass das Gestein ziemlich wasserdurchlässig war und zum teil aus brüchigem Schiefer bestand, welcher eine Ausmauerung des Tunnels auf nahezu seine ganze Länge notwendig machte. Trotzdem sind die Baukosten in der angegebenen Weise niedrig geblieben. Die Ausführung der Bauarbeiten sowohl im Tunnel wie auch in dem senkrechten Turbinenschacht ist im

höchsten Grade interessant, insbesondere durch die echt amerikanischen, einfachen Mittel, mit welchen die Gesteinsarbeiten und die Materialförderung besorgt werden. In den senkrechten Schächten ist der Zustand des Gesteins ein solcher, dass bei dessen wagerechter Schichtung von einer Ausmauerung vorläufig abgesehen werden soll. Eine besondere Wasserhaltung beim Abteufen ist nicht angebracht. Man hat zuerst den Unterwassertunnel auf kürzestem Wege zu erreichen gesucht, und durch ihn fließen jetzt die zulaufenden Wässer einfach ab. Nur zu Zeiten, wo das abstürzende Leckwasser bedeutend wird und die Arbeiten hindert, wird eine Wasserhebung durch gewöhnliche Dampfpumpen bewerkstelligt.

Die gesamte Gefällhöhe vom Wasserspiegel des Oberwassergrabens bis zum Unterwasser im Niagara an der Mündung des Tunnels in den Fluss beträgt, da oberhalb der eigentlichen Fälle noch das Gefälle in den Stromschnellen hinzukommt, 217,5' = 66,29 m. Von diesem gesamten Gefälle werden jedoch nur 136' = 41,42 m ausgenutzt, da erstens, wie erwähnt, der Tunnel etwa 3 m über Unterwasser mündet, zweitens durch das Gefälle im Tunnel und die Reibung an seinen Wänden etwa 18,3 bis 18,9 m verloren gehen, und endlich drittens die Turbinen im senkrechten Schacht um etwa 2,7 m höher gesetzt sind, als die obere Mündung des Tunnels liegt.

Das größte Interesse nimmt gegenwärtig der Bau der Turbinen selbst und ihr Einbau in den erwähnten senkrechten Schacht, der demnächst beginnen soll, in Anspruch. Zur Beurteilung der vorliegenden Verhältnisse ist es nötig, auch auf den amerikanischen Turbinenbau einen Blick zu werfen.

Gegenwärtig werden in Amerika für große Leistungen fast ausschließlich horizontale Doppelturbinen zur Anwendung gebracht, bei welchen die Kraft durch Riemen oder Seile von der wagerechten Welle abgenommen wird. Beim Auftauchen der Projekte über die Niagara-Wasserkraftausnutzung wurde von amerikanischen Ingenieuren versucht, dieses Turbinensystem auch für den vorliegenden Fall zu verwenden.

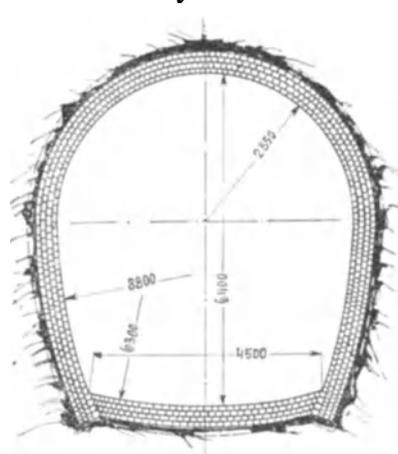
Die Versuche scheiterten jedoch an dem großen Raumbedürfnis solcher Bauart sowie an den Uebertragungen der Kraft durch Riemen oder Seile. Gegen völlig unterirdische Maschinenräume lag zur Zeit der Projektausarbeitung eine unüberwindliche Abneigung vor, hauptsächlich wegen der Befürchtung, dass solche Räume nicht trocken zu halten seien, künstliche Beleuchtung erfordern und überhaupt eine unbequeme und dadurch nicht ungefährliche Wartung ergeben.

Die horizontalen Turbinen amerikanischer Bauart sind deshalb von vornherein von der Kraftstation ausgeschlossen worden, wozu noch der Umstand trat, dass die Herstellung großer unterirdischer Maschinenräume erhöhte Kosten durch teure Gesteinsarbeiten hervorgerufen haben würde.

Für die Wahl des Turbinensystems, welches thatsächlich zur Ausführung gelangt ist, war weiter die Thatsache maßgebend, dass in Amerika fast ohne Ausnahme Turbinen nie für den einzelnen Fall, sondern als Marktware hergestellt und verkauft werden. Konstruktionen für einen besonderen Fall gibt es bisher in Amerika nicht. Die vorhandenen Turbinensysteme und Modelle sind daher auch nur für mittlere Wassermengen und Gefälle innerhalb gewisser Grenzen anwendbar, und das einzige Wasserrad für hohes Gefälle, das Pelton-Rad, welches im ganzen Westen von Amerika fast ausnahmslos herrscht, ist für Ausführungen von der Größe der vorliegenden Art noch nicht verwendet worden. Die Konstruktion eines solchen Rades für den vorliegenden Fall würde mindestens ebenso schwierig gewesen sein, wie die Anpassung eines anderen bisher gekannten amerikanischen Turbinensystemes.

Für den europäischen Turbinenkonstrukteur, welcher gewohnt ist, seine Konstruktionen den örtlichen Verhältnissen jedesmal anzupassen, ist die Niagara-Turbine nichts anderes, als ein allerdings etwas ungewöhnlicher Fall, der aber im übrigen in ähnlicher Weise durchzurechnen und zu konstruieren ist wie alle übrigen.

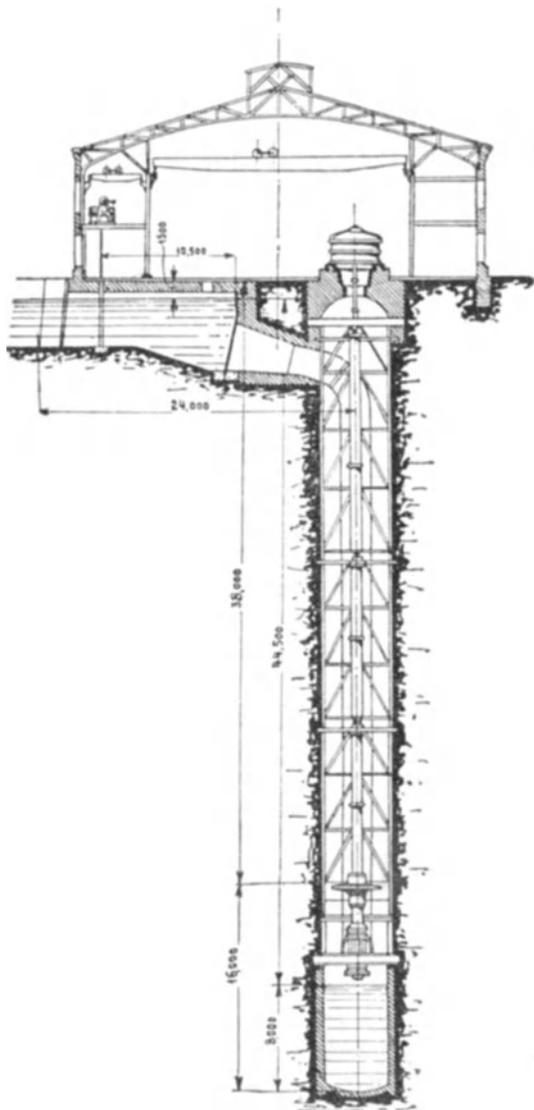
Fig. 106.



Da eine senkrechte Welle von vornherein vorgeschrieben war, ergibt sich die Notwendigkeit, dafür zu sorgen, dass das ungewöhnlich hohe Konstruktionsgewicht in geeigneter Weise ausgeglichen wird; es sind in dieser Beziehung bei dem ersten Projekte von den einzelnen Konstrukteuren die verschiedensten Vorschläge gemacht und konstruktiv durchgeführt worden¹⁾.

Ausgeführt wird für die Zentralstation der Cataract Const. Co. eine Fourneyron-Doppelturbine, Fig. 107 bis 110, welche von der Firma Faesch & Piccard in Genf entworfen ist und nach deren Zeichnungen von J. P. Morris in Philadelphia gebaut wird. Die beiden Turbinenräder liegen symmetrisch über einander in der Weise, dass die Radfläche des unteren Rades durchbrochen und gegen das zwischen beiden Rädern eintretende Aufschlagwasser abgedichtet ist, also keinen Druck erhält, während auf die Radfläche des oberen Rades der

Fig. 107.



Druck zugelassen wird, wodurch das gesamte Konstruktionsgewicht ausgeglichen ist. Die beiden Leiträder haben je 36 Schaufeln, 1600 mm Dmr., und sind mit dem Gehäuse durch Flansche und unter sich durch ein Rohrstück fest verbunden. Die Laufräder sind aus Bronze hergestellt, haben je 32 Schaufeln, 1905 mm Dmr. und 276 mm lichte Höhe, und sind ebenso wie die Leiträder durch wagerechte Zwischenböden in 3 Etagen geteilt, Fig. 109, wodurch erreicht wird, dass das Aufschlagwasser in 3 Abstufungen richtige Führung erhält, eine in Europa übrigens auch bei anderen Ausführungen angewendete und daher bekannte Konstruktion.

¹⁾ s. a. Z. 1892 S. 39.

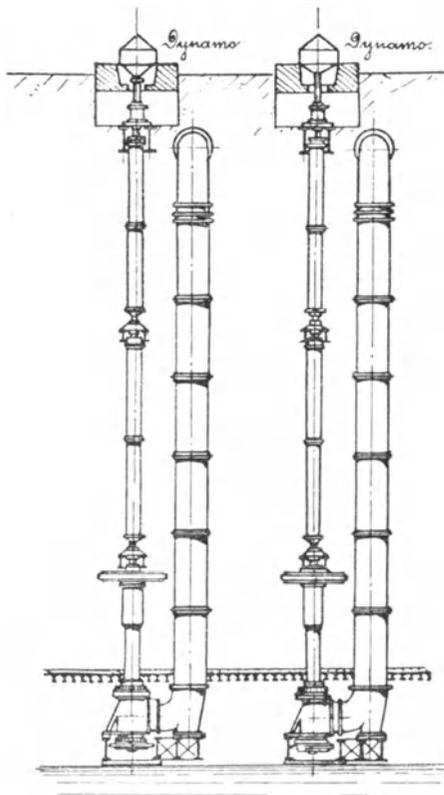
Ueber die Laufräder sind zwei mit einander durch Führungsstangen verbundene Ringschieber gestülpt, welche die Regulierung des Wasserzufflusses so besorgen, dass stets, auch bei geringer Beaufschlagung, der Wasserdruck auf die obere Radfläche nach aufwärts gleich groß bleibt. Der Ringschieber wird durch den Regulator beeinflusst, und es ist angenommen, dass die Entlastung des Schiebers so groß ist, dass der auftretende Widerstand auch vom Regulator überwunden werden kann.

Jede der Turbinen, von welchen, wie gesagt, 3 in Ausführung begriffen sind, entspricht einem Wasserdurchfluss von 430 Kubikfuß = 12,17 cbm i. d. Sek. bei 136' = 41,42 m Gefälle und soll bei 250 Min.-Umdr. und einem Nutzeffekt von 75 pCt 5040 PS entwickeln.

Die Kraftübertragung von den Turbinen in das über Tag liegende Maschinenhaus erfolgt durch senkrechte Rohrwellen, von 28" = 965 mm Dmr., aus zusammengeschweißtem Stahlblech von 8 mm Dicke hergestellt und mit eingesetzten Zwischenstücken von 11" = 280 mm Dmr., welche in Halslager gelegt sind. Diese Konstruktion ist mit Rücksicht auf Gewichtersparnis gewählt worden.

Am oberen Ende der Turbinenwelle ist ein Kammlager, Fig. 111, angebracht, welches sowohl den Druck nach aufwärts bei überschüssiger Entlastung, als auch den nach abwärts aufnehmen soll.

Fig. 108.



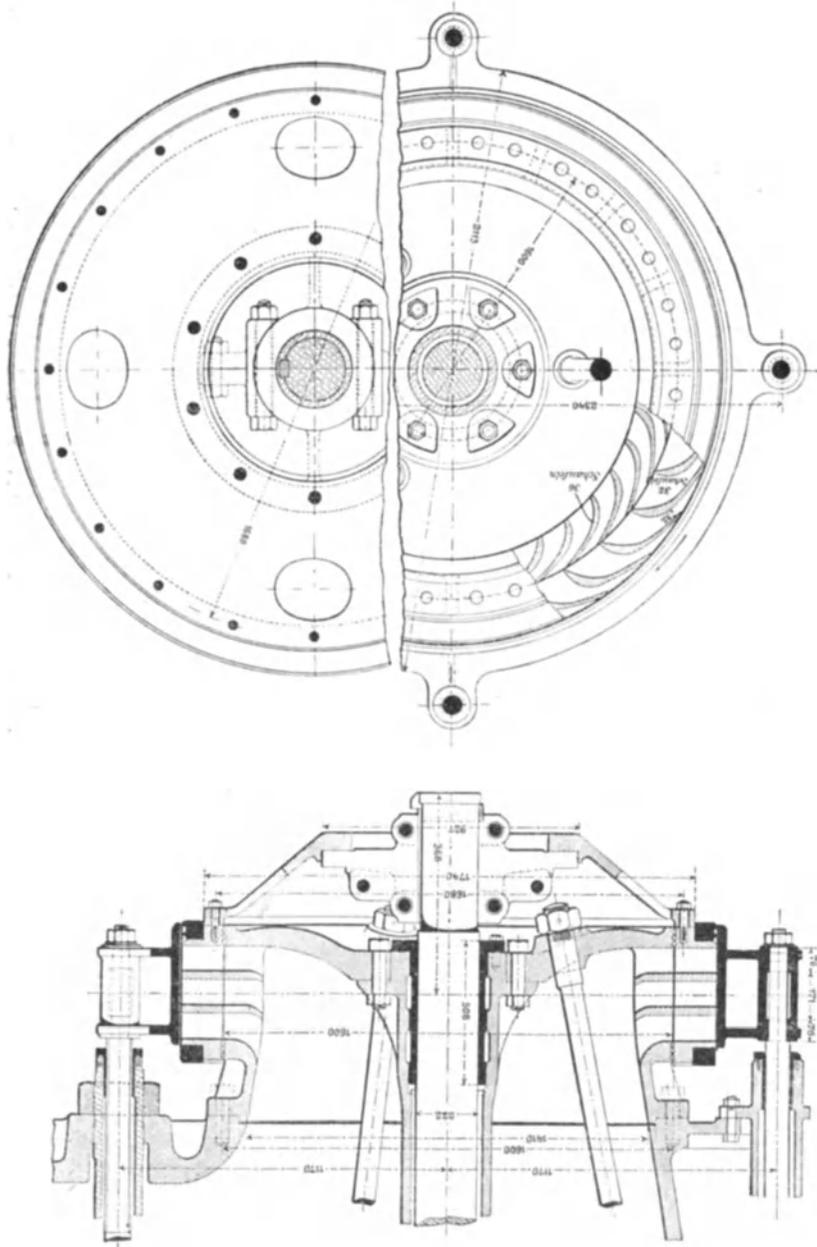
Ursprünglich ist unterhalb der ersten Lagerung, wie in den Fig. 107, 108 und 110 angedeutet, ein Schwungrad von 10 t Gewicht und 4420 mm Dmr. projektirt gewesen, welches die richtige Wirkung des Regulators gewährleisten sollte. In neuerer Zeit jedoch ist man hiervon abgegangen und legt die Schwungradmasse in die Feldmagnete der Dynamos, welche an dem obersten Ende der senkrechten Welle umlaufend angebracht werden sollen, während die innerhalb liegende Armatur fest liegt.

Für die Regulierung wird mit offenem und gekreuztem Riemen von einer Hilfswelle aus je eine auf einer Büchse sitzende und mit Kupplung versehene Riemscheibe getrieben, welche das Windwerk für Bewegung des Ringschiebers in Thätigkeit versetzen kann, wenn der Regulator das Einrücken der einen oder anderen Kupplung besorgt. Es ist in Aussicht gestellt worden, dass die Regulierung so genau er-

folgen wird, dass die normale Umdrehungszahl der Turbine höchstens um 2 pCt auf- und abschwankt. Selbst bei einer plötzlichen Belastungsänderung der Turbinen bis zu 25 pCt der vollen Belastung soll die Umdrehungszahl nur innerhalb 4 pCt auf- oder abschwanken.

Für die neu erbaute Papierfabrik wird, wie vorher erwähnt ist, das Wasser bei c, Fig. 105, in einen offenen Obergraben geleitet und bis an die Fabrik geführt, in deren Nähe ähnlich wie für die Zentralstation der Gesellschaft ein einziger großer rechteckiger Schacht abgeteilt ist, in welchem

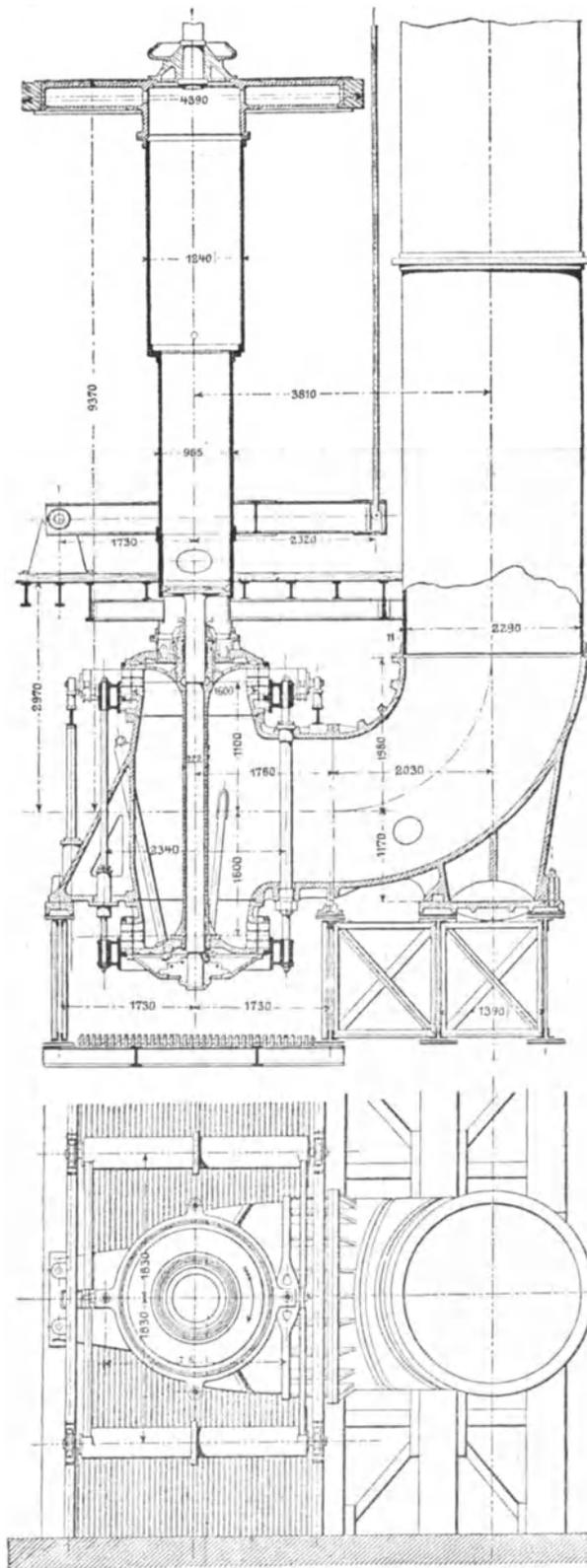
Fig. 109.



Die Fabrik ist zu Ende des vorigen Jahres fertig geworden und mit Dampfkraft bereits im Betriebe, mit Ausnahme des am meisten Kraft verbrauchenden Teiles derselben, der Holzschleiferei, welche von den neu aufzustellenden Turbinen betrieben werden soll. Der Zulaufkanal bei c und der Turbinenschacht sind gleichfalls fertig gestellt, und demnächst sollen die Turbinen eingebaut werden und jedenfalls früher in Betrieb kommen als die großen Turbinen der Zentralstation. Geplant sind 6 Turbinen, welche in 2 Reihen von je 3 neben einander in dem gemeinsamen Schacht aufgestellt werden sollen. Zur Ausführung gelangen vorläufig nur 3 Turbinen in einer Reihe, von denen jede 1100 PS entwickelt und mit konischen Rädern eine wagerechte Welle treibt, auf welcher die Schleifsteine angebracht sind.

die Turbinen aufgestellt werden sollen. Der Abfluss erfolgt durch einen Tunnel, welcher in den Haupttunnel der Gesellschaft einmündet. Die Papierfabrik stellt somit eine Anlage dar, wie sie bei der ursprünglichen Bauausführung von der Gesellschaft gedacht war.

Fig. 110.



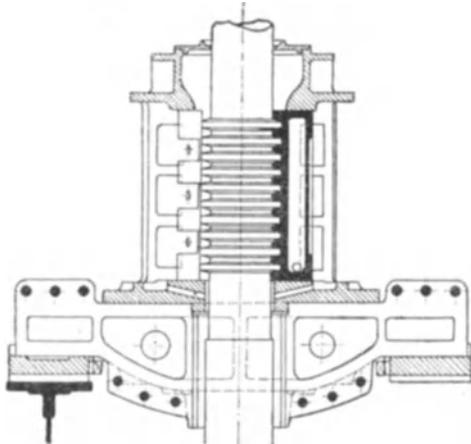
Die zweite Reihe der Turbinen wird ausgebaut, wenn eine Vergrößerung der Fabrik in symmetrischer Anordnung zur Kraftquelle in Frage kommt. Alsdann werden 4 Turbinen im Quadrat liegend von einem in dessen Mitte befindlichen weiten Zufussrohr gespeist und zum Betriebe der Holzschleiferei verwendet, während

die beiden übrigen Turbinen ebenfalls von einem gemeinsamen Rohr gespeist werden, wie in Fig. 105 angedeutet ist, und zum Betriebe der Papiermaschinen usw. dienen sollen.

Die verwendeten Turbinen sind Jonval-Turbinen mit Beaufschlagung von unten und Regulierung durch einen Ringschützen, der sich über die Leitschaufeln stülpt. Sie sind konstruiert von E. Geyelin und werden von der Firma R. D. Wood in Camden bei Philadelphia ausgeführt.

Obwohl der Wasserzuflusskanal und die Turbinen selbst für eine bestimmte Wassermenge, die zusammen 6600 PS bei

Fig. 111.



136' = 41,42 m Gefälle entspricht, angelegt und gebaut sind, soll der tatsächliche Wasserverbrauch doch gemessen werden, und zwar durch einen von Cl. Herschel konstruierten »Venturik-Wassermesser, welcher in dem unteren Wasserablauffrohr eingebaut werden soll. Nach den bisherigen Erfahrungen soll sich dieser Apparat auch für ganz große Wassermengen eignen, eine Genauigkeit der Messung bis auf 2 pCt zulassen und gegenüber Störungen durch Eisgang unempfindlich sein.

Die Papierfabrik soll für die Pferdestärke bei 24 stündigem täglichen Betriebe im Jahr 8 \$ bezahlen. Dieser Preis gilt jedoch nur für die ersten 3000 PS. Für den späteren Mehrverbrauch sollen 10 \$ pro Pferdestärke und Jahr vereinbart sein.

Wie bereits erwähnt, wird von der Gesellschaft gegenwärtig der Schwerpunkt des Unternehmens in der Fernleitung der Kraft im Zusammenhange mit der örtlichen Verteilung, soweit Bedürfnis dafür vorhanden ist, gesucht. Außerdem ist festgestellt, dass diese Fernleitung auf elektrischem Wege erfolgen soll, und ist Buffalo als das natürliche Absatzgebiet ins Auge gefasst.

Ueber die Ausführung dieses Teiles der Arbeit selbst ist etwas Bestimmtes noch nicht entschieden. Die Gesellschaft befindet sich im Stadium des Vorstudiums und steht zu diesem Zwecke gegenwärtig mit vier elektrotechnischen Firmen in Unterhandlungen. Bei der ursprünglichen Projektirung haben sich maßgebende elektrotechnische Firmen nicht beteiligt, sondern bloß einzelne Elektrotechniker. Die einzige beteiligte Firma, Oerlikon, hat ihr Projekt nicht vorgelegt.

Wahrscheinlich sind die Firmen von der Annahme ausgegangen, dass die Unternehmung doch an sie wird herantreten müssen, wenn die Arbeiten soweit vorgeschritten sind, und haben es daher vorgezogen, ihre Erfahrungen nicht in bloßen Projekten preiszugeben, eine Zumutung, die sich in neuerer Zeit auch in Europa immer mehr eingebürgert hat und geradezu als ein Unfug, der mit dem geistigen Eigentum der Techniker getrieben wird, bezeichnet werden muss.

In Amerika gibt es gegenwärtig nur 2 große Elektrizitätsgesellschaften: die General Electric Co., welche die Edison, Brush, Thomson-Houston Co. und mehrere andere in sich vereinigt, und die Westinghouse Co. Erstere vertritt den Gleichstrom, letztere den Wechselstrom; schon aus diesem Grunde ist die Konkurrenz eine erbitterte.

Ob und in wie weit noch europäische Firmen herangezogen werden, ist noch nicht entschieden. Vorläufig steht man mit nur 2 Firmen in Unterhandlung, und sollen demnächst die Projekte aller 4 Firmen vorgelegt und beurteilt werden. Die Entscheidung in dieser Hinsicht ist ausschließlich in die Hände des Prof. Forbes aus London gelegt, welcher seinerzeit selbst ein Projekt mit Uebertragung durch Wechselstrom vorgelegt hat. Praktisch dreht sich die Frage wohl nur darum, wer die von der Gesellschaft verlangten Garantien einzugehen und das damit vielleicht verbundene Lehrgeld zu bezahlen gewillt ist. Es ist selbstverständlich, dass die Unternehmer und ihre zahlreichen Ingenieure versuchen werden, die Garantien auf die Lieferanten abzuwälzen, und es fragt sich nur, in welchem Maße diese hierauf eingehen werden, und welchen praktischen Wert die Garantien für die Einzelmaschinen für das Unternehmen im großen haben.

Als Grundlage für die Projekte sind die Kraft der Turbinen, deren Umdrehungszahl und die Lage der Dynamos am obersten Ende der Turbinenwelle gegeben. Alles Übrige ist den projektirenden Firmen noch freigestellt. Man plant gegenwärtig, mit den Dynamomaschinen unmittelbar Ströme von 20000 V Spannung zu erzeugen und in blanken Kupferleitungen nach Buffalo zu leiten, wo die Umsetzung in die Betriebsspannung stattfinden soll. Zur Aufnahme der Leitung ist ein gemauerter Tunnel projektirt, an dessen Seitenwänden die Leitungen gut abgekleidet entlang laufen, während in der Mitte ein Gang frei bleibt, in welchen zur leichteren und schnelleren Bedienung eine Rollbahn eingebaut werden soll.

Obwohl die Art und Weise, in welcher die elektrische Fernleitung gemacht werden soll, noch nicht endgültig festgelegt ist, hofft man doch, die Kraft so billig nach Buffalo liefern zu können, dass daselbst eine ausreichende Konkurrenz mit der Dampfkraft möglich ist. Bei guten Dampfmaschinen, die mit mehrfacher Expansion arbeiten, stellen sich in Buffalo die Kosten einer Pferdestärke pro Jahr und 24stündigen Betrieb auf mindestens 25 \$, gewöhnlich jedoch 35 bis 40 \$.

Es besteht in Buffalo schon jetzt eine Gesellschaft, welche mit der Cataract Const. Co. einen Vertrag über Kraftlieferung gemacht und die Absicht hat, beim Gelingen der Arbeiten in Niagara alle größeren elektrischen Unternehmungen, wie Beleuchtung und Straßenbahnen in Buffalo, von Niagara aus zu betreiben. Die elektrische Energie wird dieser Gesellschaft von der Cataract Const. Co. so billig geliefert, dass man in Buffalo eine Pferdestärke pro Jahr und 24 Std. Arbeitszeit mit 21 \$ an die Konsumenten abzugeben gesonnen ist und dabei einen guten Verdienst haben will. Ob es aber der Cataract Const. Co. wirklich gelingen wird, zu so billigem Preise die Energie bis Buffalo zu liefern, muss nach allen bisherigen Erfahrungen mindestens stark bezweifelt, wenn nicht als unmöglich angesehen werden, ganz abgesehen davon, dass eine solche Anlage bei ihrer Neuheit Kosten verursachen dürfte, über deren Ursprung man jetzt noch vollständig im unklaren sein muss.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich ist, lässt sich bei dem gegenwärtigen Stande des Unternehmens keineswegs übersehen, ob und in welcher Weise der technische und finanzielle Erfolg gesichert sind, dies um so weniger, als innerhalb der Unternehmung selbst die maßgebenden technischen Persönlichkeiten gewechselt haben, und es den Anschein hat, als ob eine einheitliche Leitung, die alle Teile des Unternehmens zusammenfasst, nicht vorhanden sei: jeder spezielle Teil der bau- und maschinentechnischen Arbeiten ist einem eigenen Ingenieur unterstellt, welcher unabhängig von den anderen seine Arbeiten durchführt. Nur in gewissen Zeiträumen kommen die leitenden Ingenieure zusammen und tauschen ihre Meinungen aus. Ob durch ein solches Consilium von Ingenieuren Besseres geleistet wird, als durch eine im vollen Umfange für das Ganze verantwortliche Persönlichkeit, muss dahingestellt bleiben. (Gegenwärtig sind die maßgebenden Ingenieure: Prof. Forbes-London für den elektrischen Teil in Niagara, Prof. Unwin-London desgl. für die kanadische Anlage, Turretini-Genf für Turbinen. In der jüngsten Versammlung der Teilhaber (Juni d. J.) wurde Prof. Sellers-New York als Chefindingenieur gleichzeitig mit den oben Genannten bestellt.) Auch in dieser Beziehung sprechen

die Erfahrungen an anderer Stelle, wo Ungewöhnliches zu leisten war, vielfach dagegen. Jedenfalls würde es im höchsten Grade bedauerlich sein, wenn diese großartige Anlage, auf welche nicht nur die gesamte technische Welt mit begreiflicher Spannung hinblickt, durch Fehler Schaden leiden und wirtschaftlich zu keinem befriedigenden Abschluss kommen sollte.

Zur Vervollständigung der vorstehenden Schilderungen muss hinzugefügt werden, dass die Cataract Const. Co. beabsichtigt, auch auf der kanadischen Seite des Niagara-falles eine größere Kraftanlage herzustellen. Dort wurde ursprünglich die Konzession von einer englischen Gesellschaft, mit Ferranti, dem Ingenieur der Deptford Anlage, an der Spitze, als Konkurrenzunternehmung nachgesucht. Es ist jedoch damals wegen Mangels an Kapital zu keiner Ausführung gekommen. Erst später wurde diese Konzession auch von der Cataract Const. Co. erworben, und es werden gegenwärtig jährlich 25000 \$ für die Landbenutzung im Victoria Park an die kanadische Regierung bezahlt. Bis zum Jahre 1897 muss irgend eine Ausnutzung der Wasserkraft auf diesem Gebiete von der Cataract Const. Co. gemacht sein, wenn die Konzession nicht verfallen soll.

Die örtlichen Verhältnisse für Anlage einer Zentralstation sind hier günstiger als an der amerikanischen Seite des Flusses, weil sowohl Wasserzu- als auch Abführung kurz ausfallen und daher mit geringen Kosten herzustellen sind. Da die Gesellschaft jedoch an dieser Stelle keinen Landbesitz hat, ist die Ausnutzung der Kraft an Ort und Stelle nicht möglich und die Kraftentnahme ausschliesslich auf Fernleitung angewiesen. Im Gegensatz zu der jetzt in Ausführung begriffenen Anlage sollen auf der kanadischen Seite sämtliche Maschinen in unterirdischen Kammern aufgestellt werden und von dort gleich die elektrische Fernleitung ausgehen.

Unabhängig von der Cataract Const. Co. ist gegenwärtig auf der kanadischen Seite eine Kraftanlage für den Betrieb der elektrischen Uferbahn in Ausführung begriffen und wird demnächst in Betrieb gesetzt. Die Anlage befindet sich unmittelbar oberhalb des grossen kanadischen Falles, benutzt aber nicht das volle Gefälle, sondern nur $53' = 16,15$ m. Das Wasser wird dem Strom an der Krümmung vor den Fällen entnommen und in einem offenen Graben in eine Vorkammer geleitet, in welcher sich die Schutzgitter befinden. Hinter denselben liegen die eingemauerten schmiedeisernen Einlaufrohre zu den Turbinen, welche mit eisernen Schützen geschlossen werden können. In senkrechten schmiedeisernen Röhren, durch deren Mitte die Turbinenwelle nach aufwärts geht, wird den tiefliegenden Turbinen das Wasser zugeführt. Der Abfluss erfolgt durch Saugrohr und einen Unterwassertunnel von etwa 185 m Länge.

Die drei von der Firma Wm. Kennedy & Sons, Owen Sound, erbauten Turbinen, von denen jede $45'' = 1143$ mm Dmr. hat und bei 18,4 m Gefälle 1000 PS entwickelt, sind in einem einzigen Schacht aufgestellt und wirken mit Winkelrädern auf horizontale Wellen, von welchen mittels Riemen die Dynamomaschinen betrieben werden.

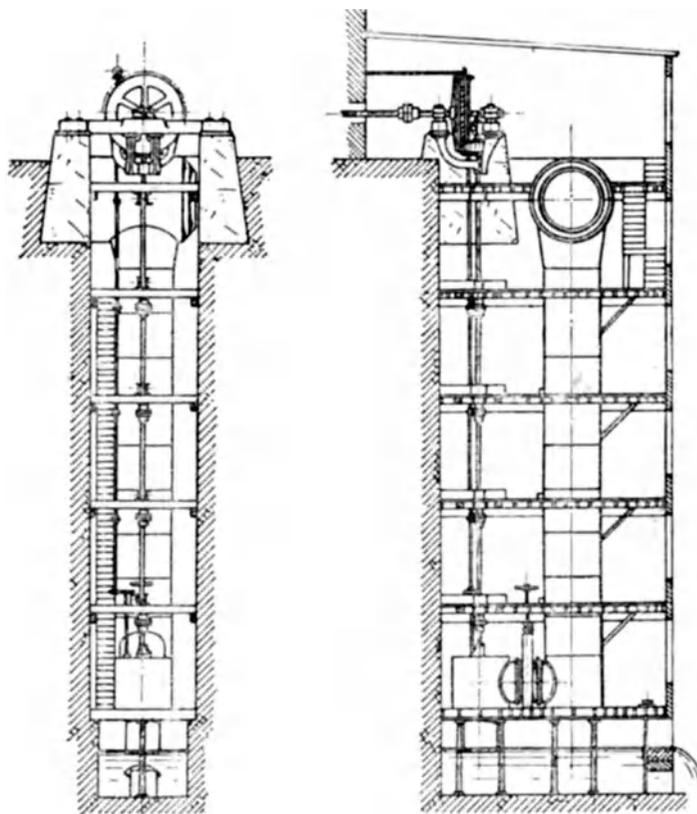
Zum Schlusse soll noch einer Anlage gedacht werden, welche die älteste an dieser Stelle ist und, was Zweckmäßigkeit der Lösung anbelangt, als die günstigste bezeichnet werden muss. Ursprünglich mit grossen Kosten hergestellt, ist die Anlage später von dem jetzigen Grossindustriellen Jacob Schoelkopf für einen verhältnismässig geringen Preis erworben worden und dient heutzutage zum Betriebe mehrerer grosser Mühlen und Papierfabriken, welche am Felsrande des unteren Niagara gewiss jedem Besucher der Fälle aufgefallen sind.

Das Wasser wird den Mühlen durch einen 30 m breiten offenen Oberwassergraben zugeführt, welcher es etwas unter-

halb der jetzigen neuen Anlage entnimmt, also ebenfalls noch die Ausnutzung des Gefälles der Stromschnellen ermöglicht. Der Obergraben geht mit geringem Gefälle, also auch geringen Gefälleverlusten durch die ganze Stadt und mündet stromabwärts weit unter der Mündung des jetzigen neuen Unterwassertunnels. Diese Wasserführung gestattet die Ausnutzung eines grösseren Gefälles, als bei allen übrigen bis jetzt geplanten und in Ausführung begriffenen Anlagen und ist billiger in der Herstellung, weil kostspielige unterirdische Felsarbeiten nur für die Turbinenschächte nötig sind und auch da noch unter Umständen gespart werden können.

Gegenwärtig wird bei sämtlichen Turbinen dieser Anlage nur ein Teil des Gefälles ausgenutzt, wie dies Fig. 112 zeigt,

Fig. 112.



welche eine $35'' = 889$ mm-Victor-Turbine darstellt, die von der Firma Stilwell & Bierce in Dayton für die Central Milling Co. für 20,7 m Gefälle angelegt ist. Man hat es eben zur Zeit des Einbaues dieser Turbinen noch nicht verstanden, grössere Gefälle auszunutzen. Es ist jedoch zweifellos, dass dieser Anlage noch eine grössere Zukunft bevorsteht, wenn erst das ganze Gefälle nutzbar gemacht und der Oberwassergraben entsprechend vertieft wird.

Heute ist der ganze Grundbesitz in der Nähe der Fälle in festen Händen und sein Wert durch die Aussicht auf lohnenden Verkauf unsinnig in die Höhe getrieben. Die Erwerbung des Grundes zum Zwecke der Herstellung eines Obergrabens ähnlich dem, welchen Hr. Schoelkopf besitzt, würde heute schon ein ähnliches Unternehmen wirtschaftlich unmöglich machen, obwohl es technisch die einfachste und beste Lösung vorstellt, welche gedacht werden kann.

E. Reichel.

Kosten der Wasser- und Dampfkraft in Amerika.

Den vorstehenden Mitteilungen über amerikanische Wasserkräfte möchte ich Beobachtungen und Studien über Kraftübertragung anreihen, zu denen die Studienreisen nach Amerika Anregung gaben. Manches erscheint dabei in anderer Gestalt als nach unseren landläufigen Anschauungen. Da in Amerika die Verhältnisse für die Kraftübertragung vielfach günstiger liegen als bei uns, so dürften Schlussfolgerungen aus diesen Verhältnissen auch für uns von Bedeutung und um so beachtenswerter sein, als in der neuesten Zeit bei uns manche überschwänglichen Hoffnungen auf die Ausnutzung von Wasserkraften gesetzt werden. Aber auch ohne diese Uebertreibungen steht die Frage der besseren Wasserkraftausnutzung im Vordergrund der technischen und wirtschaftlichen Erörterungen, und das Studium von Verhältnissen, die damit in Verbindung stehen, ist jedenfalls von Wert.

Es ist notwendig, auf den Wert von Wasserkraften überhaupt einzugehen und diesen im Zusammenhang mit den für bestimmte Oertlichkeiten gegebenen Verhältnissen zu beurteilen.

Die geplante großartige Ausnutzung der Wasserkraft des Niagara und ihre vorausgesetzte elektrische Uebertragung nach Buffalo war wiederholt, nicht in Amerika, sondern bei uns, Veranlassung zur Uebertreibung des hohen wirtschaftlichen Wertes der Wasserkräfte; ebenso die technische Neuerung in der Art der Kraftübertragung von Lauffen nach Frankfurt.

Solche Uebertreibungen würden keine Erwähnung verdienen, wenn nicht gleichzeitig von den »unerschöpflichen Quellen kostenfreier Wasserkraft« auch von ernstesten Leuten gesprochen würde. Diese Wasserkräfte sind angeblich überall, auch in den norddeutschen Tiefebene, »reichlich und bisher unbenutzt« vorhanden, und von ihrer Gewinnung und Fernleitung wird ein wirtschaftlicher Umschwung erwartet.

Wasserkraft kostet jedoch in den meisten Fällen schon ohne Fernleitung mehr als die überall verfügbare Dampfkraft, sodass also die erste Bedingung der wirtschaftlichen Bedeutung unter den gegenwärtigen Verhältnissen fehlt.

So lange Wasserkräfte kostspieliger sind als Dampfkraft unter den gegenwärtigen Verhältnissen, so lange ist die Fernleitung eine technisch interessante Aufgabe, aber ohne erheblichen Einfluss, und die Dampfkraft behält ihre gewaltige allgemeine Herrschaft.

In Amerika sind Wasserkräfte in unerreichter Großartigkeit seit langem im erprobten Betrieb; die Wasserkraftgewinnung ist eine so einfache und billige, wie sie bei uns höchstens am Rheinfluss möglich wäre. Wenn daher unter so ungewöhnlich günstigen Verhältnissen die Kosten der Wasserkraft sich in der Anlage und im Betrieb höher stellen als

die der Dampfkraft unter Annahme hoher Kohlenkosten, so dürfte auch für unsere Verhältnisse auf diesem Gebiete keine Umwälzung zu hoffen und nur in Ausnahmefällen Boden für Fernleitungen gegeben sein.

Die Fernleitung selbst und ihre Art, sowie überhaupt alle technischen Einzelheiten, spielen in der nun zu erörternden Hauptfrage der Wasserkraftkosten keine oder nur eine untergeordnete Rolle, und damit dürfte sich die Behandlung der Frage wohl auch von Streitfragen lösen lassen.

Für den Vergleich der Kosten von Wasser- und Dampfkraft dürfte eine so ungewöhnliche Sache, wie die Kraftausnutzung des Niagara, weniger maßgebend sein als die in Amerika seit längerem schon bestehenden großen Wasserkraftanlagen.

Ich verdanke die nachfolgenden Angaben teils den Mitteilungen des Hrn. Maning, Direktors der großen Amoskeag Co. in Manchester (New Hampshire), teils amerikanischen Veröffentlichungen von:

Prof. Swain: Statistics of the Water Power employed in Manufacturing in the United States (Amer. Statistical Assoc. W. 1888);

Ch. H. Maning: Comparative Cost of Steam and Water Power (Transact. Am. Soc. Mech. Engineers Vol. X);

Ch. T. Main: Cost of Steam and Water Power (Trans. Am. Soc. Mech. Eng. Vol. XI.).

Die Verhältnisse, unter welchen Dampf und Wasser als Triebkräfte in Wettbewerb treten, sind so verschiedenartig, so von der geographischen Lage, vom Verwendungszweck und von besonderen Umständen abhängig, dass es unmöglich ist, allgemein die schwierige Frage zu entscheiden, welches von beiden Kraftmitteln das vorteilhaftere ist. Es kann daher nur an besonders bezeichnenden Beispielen gezeigt werden, wie die Verhältnisse liegen. Als solche Beispiele sind die Betriebsverhältnisse der großen Baumwoll- und Wollfabriken im Thale des Merrimac-Flusses in den Neu-England-Staaten von besonderem Interesse. Längs dieses Flusses liegen die großartigen Wasserkraftanlagen von Lawrence, Lowell und Manchester, die in der Welt ihres Gleichen nicht haben.

Zum Verständnis der geschichtlichen Entwicklung muss auch noch hinzugefügt werden, dass zu der Zeit, als der große Wasserkraftbetrieb am Merrimac-Fluss entstand, die Dampfmaschine sich noch in den Kinderschuhen befand, daher die Wahl der Betriebskraft damals nicht zweifelhaft sein konnte.

Die Verhältnisse der Kraftgewinnung sind in allen diesen Orten so ungewöhnlich günstig, wie sie bei uns überhaupt nicht vorkommen. Ich erwähne zum besseren Verständnis

der örtlichen Verhältnisse die kleinste dieser Anlagen, die von Manchester (N. H.).

Die Amoskeag Co. als Eigentümerin der dortigen Wasserkraft hat etwa 800 m flussaufwärts von der genannten großartigen Fabrikstadt den Amoskeag-Wasserfall mit einem Wehr abgedämmt. Das Gefälle unmittelbar neben dem Damm beträgt 14,5 m. Die Ausnutzung der Wasserkraft könnte schon unmittelbar am Damm erfolgen. Die erwähnte Länge des Leitungskanals ist nur für die Entwicklung der weitläufigen Fabrikgebäude erforderlich. (Die Amoskeag Co. allein beschäftigt in ihren Baumwollfabriken gegen 8000 Arbeiter.)

Die verfügbare Wasserkraft beträgt durchschnittlich 17000 PS und sinkt in trocknen Sommern auf etwa 12000 PS. Zur Deckung des Mehrbedarfes werden alsdann die Reservedampfmaschinen betrieben.

Die Ausnutzung und Verteilung der Wasserkraft erfolgt in 2 Kanälen bzw. 2 Gefällen, letzteres nur deshalb, weil man früher Wassermotoren für das volle Gefälle nicht bauen wollte. Die alten Fabriken liegen deshalb auch in 2 Absätzen über einander. Alle neueren Motoren werden aber für das volle Gefälle ausgeführt. In der großen Weberei der Amoskeag Co. sind beispielsweise für das volle Gefälle 3 Turbinen von je 1500 PS auf einer gemeinsamen wagenrechten Welle ausgeführt, deren Kraft durch einen großartigen Riementrieb in alle Stockwerke verteilt wird.

Selbstverständlich kann durch eine groß angelegte Wasserkraftgewinnung der Einheitspreis für Anlage- und Betriebskosten entsprechend vermindert werden. Gegenüber den geschäftlichen Erfolgen der großen Wasserkraftgesellschaften in den Neu-England-Staaten muss aber berücksichtigt werden, dass diese Gesellschaften stets auch große Landbesitzer waren, mit der Kraft auch Grund und Boden verkauften und mit letzterem vielfach bessere Geschäfte erzielten als mit der ersten; solcher Art waren beispielsweise die Unternehmungen in Manchester (Amoskeag Co.) und Lawrence (Essex Co.). In Lowell ist die Wasserkraft im Besitze einer Vereinigung der ansässigen Fabrikanten. Die Preise für die Wasserkraft sind auch in Lowell niedriger als an den beiden anderen Orten und können wohl als Selbstkosten angesehen werden.

Als Verkaufseinheit dient das »Mill power«, dessen Wert an den einzelnen Orten geringfügig verschieden ist und durchschnittlich 85 bis 86 Roh-PS oder etwa 65 Nutz-PS beträgt.

Die Verkaufskosten dieser »Mühlkraft« waren und sind verschieden. Der gegenwärtige Preis in Lawrence ist 1200 \$ jährlich. Die früheren Preise änderten sich nach bestimmten Teilsätzen je nach dem Rechte des Mehrbezuges an Wasser.

Die jährlichen Wasserkosten von 1 PS (roh) waren bzw. sind in Lawrence:

ursprünglich	10,55 \$
bis 20 pCt Mehrverbrauch	14,51 »
für 20 bis 50 pCt Mehrverbrauch	29,02 »
gegenwärtiger Preis	14,08 »

Der Preis des Kraftwassers in Lowell unter den Fabrik-eigentümern ist:

900 \$ für jede Mühlkraft nach alten Verträgen,	
5 » für jede Mühlkraft Mehrbezug bis 40 pCt	
10 » » » » 40 » 50 »	
20 » » » » 50 » 60 »	

Dies giebt folgende Kosten des Kraftwassers in Lowell für 1 PS (roh) jährlich:

ursprünglich	10,55 \$
bis zu 40 pCt Mehrverbrauch	18,14 »
von 40 bis 50 »	36,28 »
> 50 » 60 »	72,5 »

Die ursprüngliche Wasserkraftabgabe in Lowell betrug rd. 12000 PS; gegenwärtig werden an Dampfmaschinenanlagen 18000 PS mitbenutzt!

Die Wasserkraft in Manchester sind Eigentum der Amoskeag Co.

Die ursprünglichen Preise für Aufschlagwasser waren fast dieselben wie in den beiden anderen genannten Orten, nur ist die Einheit der Mühlkraft geringfügig größer.

Mehrverbrauch wurde ursprünglich nicht berechnet, später mit 5 \$ für jede Mühlkraft. Dies allein gab den meisten Abnehmern schon Veranlassung, Reservedampfmaschinen aufzustellen. Gegenwärtig werden für Mehrabnahme nur 2 \$ verlangt.

Die Kosten des Wassers allein ergaben sich hiernach in Manchester für 1 Roh-PS jährlich:

ursprünglich	mit 10,42 \$
für Mehrbezug	> 7,15 »

Unter Annahme eines Wirkungsgrades von 75 pCt der Turbinen würden die Wasserkosten von 1 Nutz-PS etwa 14 \$ betragen.

Hr. Maning berechnet die Anlagekosten bei einem Gefälle von etwa 10 m für 1 Nutz-PS mit 51,5 \$,

nämlich 22,0 \$ für Turbine und Welle,	
11,2 » » Turbinenschacht und Fundament,	
14,6 » » Zufluss,	
3,7 » » Schützen usw.	

Um zur Zeit von Hochwasser volle Leistung zu erzielen, wird ein Zuschlag von 1/3 gerechnet. Die Kosten erhöhen sich daher

für 1 Nutz-PS auf	68,67 \$,
hierzu sind zu rechnen	
Abschreibung 4 pCt	2,75 \$
Reparatur 1 1/2 pCt	1,03 »
Verzinsung, Steuer, Versicherung 6 pCt	4,12 »
	zusammen 7,90 \$,

Löhne, Schmierung, Materialverbrauch usw.
für 1 PS jährlich 0,72 \$.

Die Gesamtkosten von 1 Nutz-PS jährlich stellen sich daher nach den ursprünglichen Verträgen:

Kosten des Wassers	14,0 \$
Abschreibung, Verzinsung, Reparatur	7,9 »
Löhne und Verbrauch	0,72 »

Gesamtkosten von 1 Nutz-Wasser-PS 22,62 \$.

Für Mehrverbrauch an Wasser (4 \$ für die Mühlkraft) ist dieser Betrag zu erhöhen um 5,01 \$, daher für 1 Nutz-PS Mehrverbrauch 27,63 \$.

Hiermit sind die Kosten der Dampfkraft zu vergleichen. Die Mehrzahl der in Amerika benutzten Dampfmaschinen sind Auspuffmaschinen, deren Auspuffdampf für Heizzwecke und in Ermangelung solcher überhaupt nicht verwendet wird.

Die Kosten der Dampfkraft hängen daher ganz wesentlich von der Nebenverwendung der Auspuffwärme ab. Der Vergleich kann also nur für bestimmte Verhältnisse durchgeführt werden. In Fabriken für Weißwaren im Merrimac-Thale ist wenig Verwendung für Auspuffdampf vorhanden, ausgenommen für Bleicherei und während 6 bis 7 Monate für Beheizung. Für solche Fälle ist unzweifelhaft die Verbundmaschine für etwa 10 Atm. Anfangsspannung und mit so bemessenen Dampfzylindern am zweckmäßigsten, dass ein Teil des Dampfes aus dem Aufnehmer für Heizzwecke verwendet werden kann.

In Fabriken für farbige Waren ist der Bedarf an Niederdruckdampf für die Färberei und Trocknung sehr bedeutend, und es kann angenommen werden, dass, wenn eine solche Fabrik nur mit Dampf betrieben wird, im Winter 3/4 des Auspuffdampfes Verwendung finden. Wenn daher ein Teil der Fabrik mit Wasserkraft, der andere durch eine Auspuffmaschine betrieben wird, dann kann die Dampfkraft für sehr geringe Kosten erhalten werden, da aller Auspuffdampf für Nebenzwecke gebraucht wird.

Wenn diese beiden Fälle, und zwar jeder für 1000 Nutz-PS, als Beispiele angenommen werden, so ergibt sich folgende Berechnung:

1. Fall.

Verbundmaschine.

Eine gute Verbundmaschine, welche 1000 Nutz-PS abgeben soll, wird 1100 PS indiziren. Angenommen: 10 Arbeitsstunden täglich, 309 Arbeitstage, 0,88 kg Kohlenverbrauch für 1 PS einschl. Anlassen usw., durchschnittlicher Kohlen-

preis 4,5 \$ für die Tonne, daher Kosten für 1 PS jährlich für Kohle allein 12,25 \$, ohne Rücksicht auf den Auspuffdampf. Wenn $\frac{1}{4}$ des überströmenden Dampfes aus dem Aufnehmer für Heizzwecke benutzt wird — angenommen: etwa $\frac{1}{10}$ der Gesamtwärme zu gunsten der Nebenverwendung benutzt — so werden die Kosten von 1 PS, für die Kohle allein, auf 9,49 \$ vermindert.

Hierzu kommen weitere Kosten:

Maschinist 3 \$, 2 Kesselheizer, jeder 1,5 \$,
Gehilfe . . 1,5 » 1 Kohlenzieher . . . 1,20 »;
daher jährliche Ausgabe: 2688 \$ oder für 1 PS . . . 2,44 \$,
außerdem für Verbrauch im Maschinenraum jährlich 0,29 »,
somit Ausgaben:

wirklicher Kohlenverbrauch für die
Maschine für 1 PS 9,49 \$
Wartung 2,44 »
Materialverbrauch 0,23 »

daher Betriebsausgaben zusammen . . 12,16 \$.

Die Anlagekosten betragen für 1 PS:

Dampfmaschine mit Rohrleitung und
Fundirung 27,00 \$
Maschinenhaus 5,00 »
Dampfkessel mit Ausrüstung . . . 10,00 »
Speisepumpe usw. 1,50 »
Dampfkesselhaus, Schornstein usw. 6,00 »
Kohlenschuppen, Gleise 3,00 »

Anlagekosten zusammen 52,50 \$.

Weitere Ausgaben, wie für die Wasserkraftanlage:

Abschreibung 5 pCt 2,62 \$
Reparatur $2\frac{1}{2}$ pCt 1,31 »
allgemeine Ausgaben, Versicherung,
Steuer, Verzinsung 6 pCt 3,15 »

zusammen 7,08 \$,

daher Kosten für 1 PS jährlich:

laufende Ausgaben 12,16 \$
den Anlagekosten entsprechend . . 7,08 »

für 1 Dampf-PS_i zusammen 19,24 \$,
die Kosten einer Nutz-Dampf-PS 21,16 ».

Dieser Betrag sollte noch hinsichtlich der Ausgaben für Dampfkessel vermindert werden in dem Maße, als Dampf Nebenverwendung findet.

2. Fall.

Auspuffmaschine.

Aller Auspuffdampf werde für Nebenzwecke bei 0,6 Atm. Gegendruck verwendet; daher einzylindrige gewöhnliche Dampfmaschine oder entsprechend bemessene Verbundmaschine, deren Niederdruckzylinder etwa in gleicher Weise wie der Mitteldruckzylinder einer Dreifach-Verbundmaschine arbeitet.

Kohlenverbrauch für 1 PS: 1,5 kg; Gegendruck 0,6 Atm. (bei Verbundmaschine Anfangsdruck 10 Atm.).

Die Kesselanlage für solchen Fall kostet mehr als für die Verbundmaschine, da größeres Wassergewicht zu verdampfen ist. Dies wird aber ausgeglichen durch die geringeren Kosten der Maschine; daher sind die laufenden Ausgaben ungefähr dieselben wie früher, jedoch ist größerer Abzug für Kesselfeuerungskosten wegen der Wärmeverwendung zu machen.

Die Brennstoffkosten für die Krafterzeugung
vermindern sich auf jährlich etwa 3,50 \$.

Jährliche Gesamtkosten für:

1 Dampf-PS_i 13,25 »
1 Nutz-Dampf-PS 14,58 ».

In der Amoskeag-Fabrik ist eine Zwilling-Corliss-Maschine solcher Art in Verwendung mit Anfangsdruck von 7 Atm., mit Gegendruck von 0,6 Atm. für Nebenverwendung. Diese Maschine kann jederzeit angelassen werden und etwa

1200 PS abgeben, ohne dass dieser hinzugefügte Betrieb im Kesselhause bemerkt wird. Der für die Trockenhäuser und die Färberei erforderliche Dampf läuft dann einfach erst durch die Dampfmaschine. Die Mehrkosten für Kohle für den hinzugefügten Maschinenbetrieb sind so gering, dass sie innerhalb der täglichen Schwankungen liegen.

Als Vergleich der Kosten von Wasser- und Dampfkraft für die verschiedenen Verhältnisse ergibt sich daher:

Wasserkraft:

Wasserkraft nach den ursprünglichen Verträgen 22,62 \$
Mehrverbrauch zu 4 \$ für die Mühlenkraft . . . 27,63 »
» » 2 » » » » . . . 18,13 »

Dampfkraft:

Verbunddampfmaschine mit $\frac{1}{4}$ Auspuffdampf aus
dem Aufnehmer für Nebenverwendung . . . 21,16 \$
Einzylindermaschine mit allem Auspuffdampf für
Heizzwecke 14,58 »

Für andere Verhältnisse ergeben sich selbstverständlich andere Zahlen. Aber selbst für den vorliegenden, für die Wasserkraft außerordentlich günstigen Fall liegt der Vorteil auf seiten der Dampfmaschine, und dies noch mehr, wenn ihre leichte Handhabung und ihre ausgezeichnete Regulirfähigkeit gegenübergestellt werden den Betriebsstörungen durch Hochwasser, Frost usw.

Ch. T. Main in Lawrence giebt in einer Abhandlung der Massachusetts Institution und in einem Aufsatz Band 10 der Trans. Am. Soc. of Mechanical Engineers einen Vergleich zwischen Wasser- und Dampfkraft, dem ich Folgendes entnehme:

I. Dampfkraft.

Fig. 113 und 114 geben übersichtlich die berechneten Kosten der Dampfkraft unter Berücksichtigung der Anlagekosten, Bauart, Verwendung des Auspuffdampfes und der Betriebskosten. Die Ordinaten geben die durchschnittlichen jährlichen Kosten von 1 Dampf-PS_i in Mark, und zwar unter der Annahme, dass aller Dampf für Krafterzeugung oder dass $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ oder aller Auspuffdampf für Heizzwecke verwertet wird.

Die Kurven, Fig. 113, zeigen die Kosten für eine 500-, 1000- und 2000 pferdige Dampfmaschinenanlage unter Annahme eines Kohlenpreises von 12 und 20 \mathcal{M} für die Tonne, sowohl für die Auspuffmaschine als auch für die Verbundmaschine.

In den Betriebskosten sind inbegriffen: Wartung von Maschinen und Kesseln, Schmierung, Materialverbrauch, Reparatur, Verzinsung und Abschreibung des Kapitals, Steuern und Versicherung.

Fig. 114 zeigt eine Uebersicht des Kohlenverbrauches für 1 PS_i, und zwar den Gesamtverbrauch, wenn die Maschine nur der Krafterzeugung dient, und den Reinverbrauch für Kraft, wenn der auf Heizzwecke entfallende Teil der verbrauchten Kohlen abgezogen wird.

Hierbei ist vorausgesetzt, dass die Verbundmaschine mit 7 Atm. Anfangsspannung (alle Angaben: Ueberdruck) und etwa $\frac{1}{3}$ Atm. Spannung im Aufnehmer arbeitet, aus welchem der Heizedampf bei Bedarf entnommen wird, und dass die Auspuffmaschine mit gleicher Anfangsdampfspannung und gleichem Gegendruck wie im Aufnehmer der Verbundmaschine arbeitet. Der Kohlenverbrauch für Krafterzeugung allein ist mit 0,88 kg für die Verbundmaschine und mit 1,5 kg für die Auspuffmaschine vorausgesetzt.

In Fig. 114 zeigt z. B. die Kurve $v_1 v_1$ den 1 PS_i entsprechenden Gesamtkohlenverbrauch für Heizung und Kraft, Kurve $v v$ den reinen Kohlenverbrauch für Kraft allein.

Fig. 115 giebt die gewöhnlichen täglichen Betriebsausgaben einer 1000 pferdigen Dampfmaschinenanlage für einen Kohlenpreis von 20 \mathcal{M} die Tonne. Fig. 116 die Anlagekosten für 1 Dampf-PS_i und Fig. 117 die Betriebsausgaben für Abschreibung, Verzinsung, Reparatur, Steuer, Versicherung und die Gesamt-Jahreskosten.

2. Wasserkraft.

Die Anlagekosten der Wasserkraft sind sehr veränderlich je nach Gefälle und Entfernung von Wasserzulauf und -Abfluss. Die Kosten sind nach Ausführungen von durchschnittlich 800 bis 900 pferdigen Anlagen in Manchester, für 10 m Gefälle und durchschnittlich 110 m Entfernung des Wasserab-

flusses vom Zulaufkanal mit 44 \$ für 1 PS angenommen. Damit wegen Rückstaues bei Hochwasser der volle Betrieb aufrecht erhalten bleibt, sind die Kosten der erhöhten Leistung entsprechend um 50 pCt zu vergrößern; die Kosten von 1 PS betragen somit 66 \$.

In Lowell bei 4,3 m Gefälle und 200 m Entfernung ergeben sich für 1000 pferdige Anlagen bei nahezu gleichblei-

Fig. 113.

Jährliche Gesamtkosten für 1 Dampf-PS.

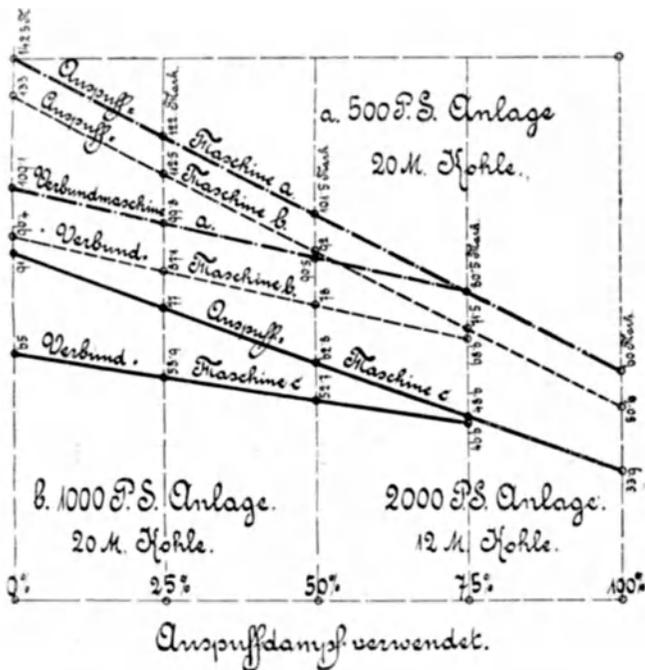


Fig. 115.

Tägliche Betriebskosten (10 1/4 Std.) für 1 Dampf-PS.
1000 PS-Anlage.

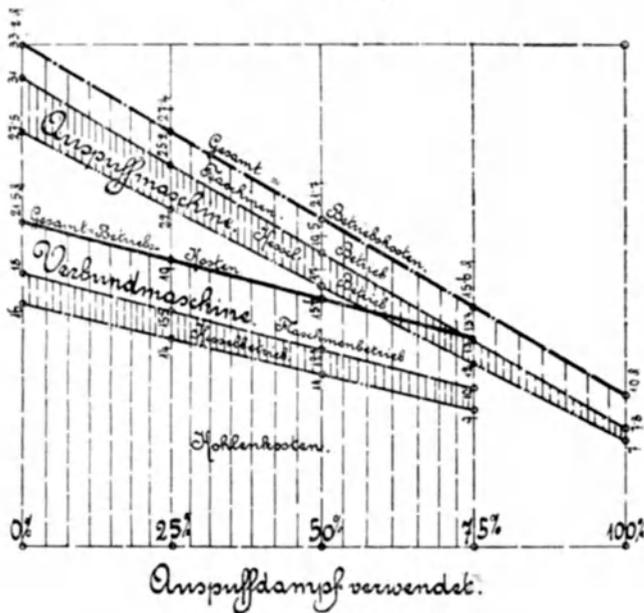


Fig. 114.

Kohlenverbrauch für 1 Dampf-PS.

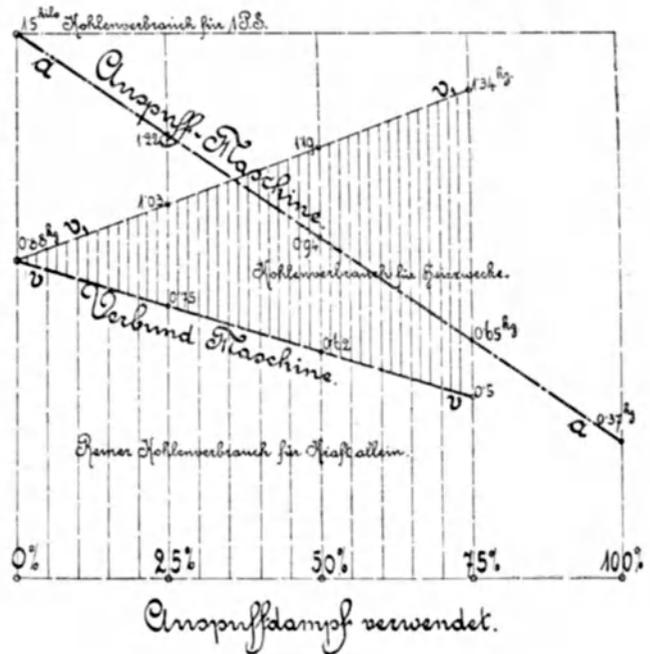
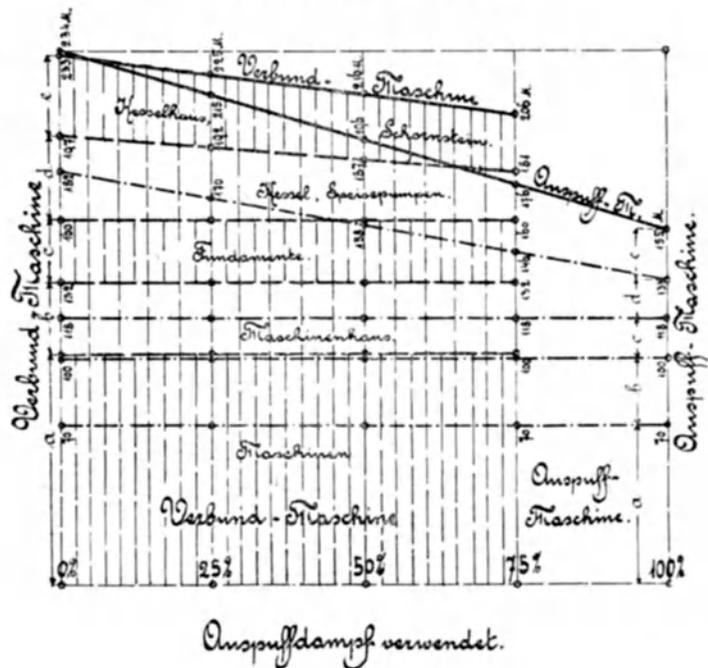


Fig. 116.

Anlagekosten für 1 Dampf-PS.



bendem Gefälle etwa 110 \$
für andere Anlagen, bei 6 m Gefälle, 100 m Entfernung und veränderlichem Gefälle 57 »
in Lawrence, bei 9 m Gefälle, 130 m Entfernung und veränderlichem Gefälle 63 »
Während 1/12 der Betriebszeit war an genanntem Orte

durchschnittlich die thatsächliche Wasserkraft 2/3 oder weniger als die normale Leistung, ebenso in Lowell.
Gegenüber so großen Unterschieden, selbst am gleichen Orte, ist es unmöglich, für die Anlagekosten von Wasserkraften zuverlässige Angaben zu machen; es müsste daher jeder Fall für sich behandelt werden.

Die Anlagekosten von 1 PS für eine 1000pferdige Anlage in Lawrence sind im einzelnen:

Wasserzulauf und Ausrüstung . . .	13 \$
Turbinen mit Triebwerk	10 »
Turbinenschacht	7 »
Abflusskanal	15 »
	zusammen 45 \$,

welche sich mit Rücksicht auf die Rückstau auf 67,5 \$ (270 M) erhöhen.

Fig. 118 zeigt die rohen durchschnittlichen Anlagekosten für eine Turbinen-Nutz-PS bei 1000 pferdiger Anlage für ver-

schiedene Gefälle und verschiedene Entfernung von Zu- und Abfluss.

Zur Bestimmung der Kosten von größeren oder kleineren Anlagen zwischen 500 und 2000 PS kann von den Werten der Fig. 118 etwa 1 pCt für je 100 PS abgezogen bzw. ihnen zugerechnet werden.

Bei Wasserabfluss in den Unterlauf eines Flusses sind wegen Rückstaues, entsprechend der notwendigen Vergrößerung der Anlage, die Kosten höher anzunehmen.

Die jährlichen Betriebskosten von 1 Wasser-PS giebt Ch. T. Main wie folgt an:

Fig. 117.
Jahreskosten für 1 Dampf-PS.

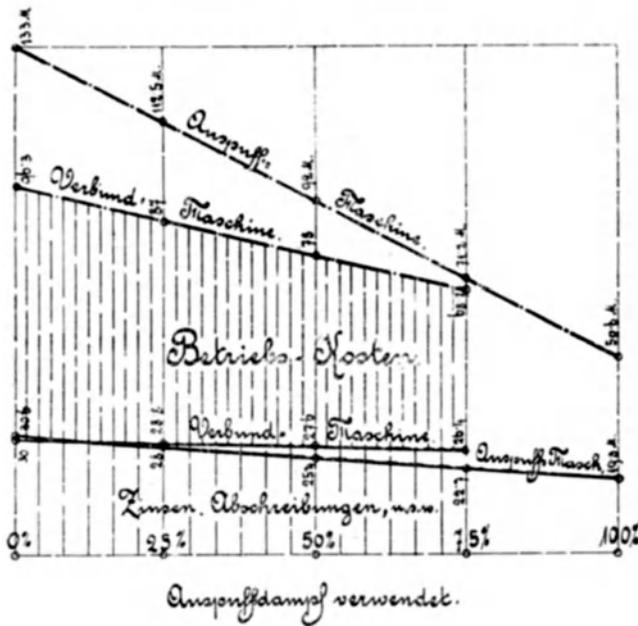
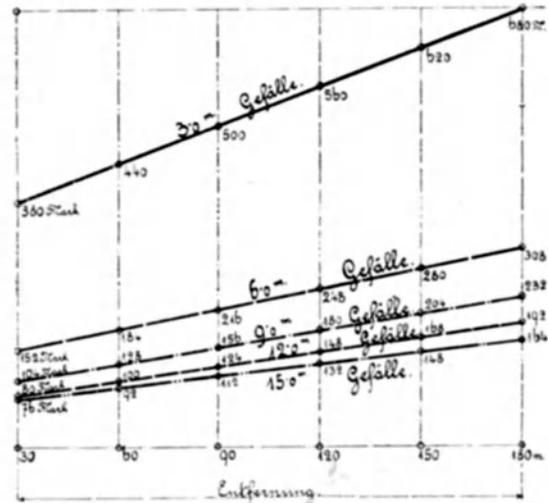


Fig. 118.
Anlagekosten für 1 Nutz-Wasser-PS.
1000 PS Anlage.



Für Anlagekosten von 50, 70 bis 100 \$ mit: 18, 20 bis 23 \$ bei Wasserbezug nach den ursprünglichen Verträgen, Verzinsung, Abschreibung, Reparatur usw. eingeschlossen.

Die Betriebskosten steigen aber bei Mehrverbrauch an Wasser bis über 25 \$ für 1 PS und Jahr.

Der Vergleich dieser mit den Zahlenangaben der Fig. 113 ergibt den Unterschied der Kosten von Wasser- und Dampfkraft.

Es stellen sich danach für eine etwa 1000 pferdige Wasserkraftanlage, deren Anlagekosten nicht über 70 \$ auf 1 PS betragen, die Betriebskosten fast so hoch (20 \$) wie die einer Verbundmaschine, wenn kein Auspuff verwendet wird (24 \$), und höher als die Betriebskosten der Verbundmaschine (19,5 \$), wenn 50 pCt Auspuffdampf Verwendung findet.

Ebenso stellen sich die Kosten der Wasserkraft im Betriebe höher als die einer Eincylinder-Dampfmaschine (18 \$), wenn 3/4 des Auspuffdampfes Verwendung finden, wobei für die Dampfmaschine ein hoher Kohlenpreis (5 \$) in Rechnung gezogen ist, während er in vielen Industriezentren nicht viel über 3 \$ beträgt.

Die Kosten der Dampfkraft allein betragen bei großen Anlagen (z. B. 2000 PS, Fig. 113) und geringen Kohlenpreisen jährlich nur 11,5 bis 16 \$ für 1 PS.

Es ist außer Zweifel, dass die großen Fabrikstädte der Neu-England-Staaten durch die bedeutenden Wasserkräfte geschaffen worden sind. Als die Städte gegründet wurden, standen die Dampfmaschinen und Dampfkessel nicht auf der heutigen Stufe der Entwicklung, und der ganze Unternehmungsgeist wandte sich der Gewinnung der Wasserkräfte zu. Später aber wurde, da die Wasserkraftanlagen einmal bestanden, die Beschaffung großer Dampfmaschinen, so lange es ging, vermieden.

Selbstverständlich sind Fälle von der Betrachtung ausgeschlossen, wo besondere Gründe die Wahl von Wasserkraft veranlassen. Aber im wesentlichen ist die Dampfkraft überall der Wasserkraft überlegen, wo der Auspuffdampf Verwendung finden kann. Dies zeigt sich insbesondere in der Textilindustrie, welche sämtliche Neuanlagen, in unmittelbarer Nähe bedeutender Wasserkräfte, mit Dampfkraft durchführt.

In Band II des »Census of Massachusetts« 1885 wird auch zugegeben: »Unzweifelhaft verdrängt der Dampf die Wasserkraft, besonders bei Neuanlagen, und jeder Misserfolg des Wasserbetriebes führt zu Dampfanlagen«.

Außer den für bestimmte Betriebe und Verhältnisse geringeren Kosten der Dampfkraft spricht gewaltig zu gunsten der Dampfmaschine die Freiheit in der Wahl des Anlageortes, Verkehrsverhältnisse, Markt- und Arbeiterverhältnisse sind überall von so großem wirtschaftlichem Einfluss, dass sie der Dampfkraft die Ueberlegenheit vielfach selbst dann noch sichern, wenn ihre Kosten höher sind.

Es dürfte daher zu den vorläufig nicht erfüllbaren Hoffnungen zu zählen sein, wenn von einem wirtschaftlichen Umschwunge durch die Ausnutzung der Wasserkräfte gesprochen wird. Die Verwendung der Wasserkraft wird wie bisher eine nach Leistung und Oertlichkeit beschränkte bleiben. Es fehlt die Voraussetzung, dass Wasserkräfte unter allen Umständen zu Kosten, welche den Wettbewerb mit dem Dampftrieb ermöglichen, gewonnen und verteilt werden können; ja, es fehlen für die Orte des heutigen Großbetriebes sogar die Wasserkräfte selbst.

Die Arbeit der Sonnenwärme durch Verdunstung ist eine ungeheure; was uns von den herabfallenden Wassermassen als eigentliche, gewinnbare Wasserkraft zurückbleibt, ist im Vergleich nur winzig, und von dem Wenigen ist wieder

nur ein kleiner Bruchteil praktisch verwertbare Wasserkraft.

Die großen Flussläufe sind Schiffsstraßen und für Kraftgewinnung meist überhaupt nicht geeignet; die Erfahrung lehrt, dass sogar vorhandenes Gefälle an Stauwerken unbenutzt bleibt, weil die Forderungen der Schifffahrt sich nur schwer mit denjenigen der Kraftgewinnung vereinigen lassen und erstere stets den Vorrang einnehmen; vor allem aber, weil die Anlagekosten den Wettbewerb mit den Kosten des Dampfbetriebes nicht aushalten, und weil die Wasserkräfte nicht störungsfrei sind. Bei den heutigen Produktionsverhältnissen kann unvorhergesehene Störung wirtschaftlich viel schwerer wiegen als selbst der Einfluss einer teuren Betriebskraft. Was außerhalb der größeren Flussläufe an gewinnbarer Wasserkraft noch übrig bleibt, ist durch die größeren Gefälle bedeutend, aber naturgemäß noch mehr Störungen ausgesetzt und liegt zumeist weit abseits von wirtschaftlich vorteilhaften Punkten.

Hier soll nun die Fernleitung einsetzen. Diese bildet aber nur einen geringen Teil im wirtschaftlichen Getriebe und hat selbstverständlich keinen Einfluss auf die Gewinnungs- und die Betriebskosten der ursprünglichen Wasserkraft, sondern wird die Kosten nur im Verhältnis der Kosten des

Fernbetriebes erhöhen. Eine weitgehende Ausnutzung der Wasserkräfte könnte überhaupt nur durch Fernleitung auf sehr große Entfernungen ermöglicht werden. Von solchem Ferntrieb schrecken aber die bisherigen Versuche der hohen Kosten wegen ab.

So lange die freie Beweglichkeit in der Aufstellung von Dampfanlagen andauert und die Betriebsauslagen für diese bei niedrigen Kohlenkosten verhältnismäßig gering sind, kann der alles beherrschende Einfluss der Dampfkraft nicht aufgehoben werden. Die Fernleitung kann hieran, auch ihre größte technische Vollkommenheit vorausgesetzt, nichts Wesentliches ändern, weil sie an den Verhältnissen der Kraftgewinnung nichts ändert.

Obwohl die Kraftverteilung die ausgedehntesten und wichtigsten technischen Gebiete umfasst, liegt ihre praktische Bedeutung vorläufig noch in engen Grenzen.

Die besondere Art der Kraftverteilung und des Kraftmittels spielt für die erörterten allgemeinen Fragen keine entscheidende Rolle, sondern nur gegenüber besonderen örtlichen Bedingungen. Letztere im Zusammenhang mit der Eigenart des Kraftmittels bestimmen dessen Wert.

A. Riedler.

Seil-Straßenbahnen in Amerika.

Es giebt wichtige maschinelle Anlagen, welche den öffentlichen Verkehrsverhältnissen dienen müssen, deren Umfang ein so bedeutender ist, dass man sie nur schwer zum Gegenstande einer Ausstellung, im modernen Sinn des Wortes, machen kann, und dass, wenn dies geschieht, doch niemals ein klares Bild der thatsächlichen Betriebsverhältnisse, sondern höchstens nur konstruktiver Einzelheiten erhalten wird. Solche Betriebe, zu denen auch die Seil-Straßenbahnen gehören, müssen an Ort und Stelle studirt werden, und dazu bietet sich in Chicago ausserhalb der Ausstellung reiche Gelegenheit, um so mehr, als die bestehenden Verkehrsverhältnisse ständig erweitert und vermehrt werden müssen und die hinzukommenden Anlagen somit das Neueste bieten, was auf diesem Gebiete überhaupt zu finden ist.

Die Beförderungsmittel der grossen Städte in Amerika haben eine für europäische Begriffe ungeheure Ausdehnung. Das gesamte Geschäftsleben drängt sich auf wenige Stunden des Tages und auf einen kleinen Teil der inneren Stadt zusammen, dem aus weitem Umkreise täglich morgens die Bewohner zeitunglesend zuströmen, und den sie ebenso regelmässig nach Schluss der Geschäftsstunden wieder verlassen. Innerhalb weniger Stunden sind daher morgens und abends gewaltige Menschenmengen zu befördern.

Bei den hierzu verwendeten Transportmitteln kommen hauptsächlich 3 Kraftformen in Frage: der Dampf, der bisher nur bei Hochbahnen verwendet wurde, das Seil und die Elektrizität.

Jedes dieser Beförderungsmittel hat seine Berechtigung und seine Eigentümlichkeiten, sodass nicht ohne weiteres das eine das andere verdrängen kann. Jedes System hat seine Anhänger, die aus geschäftlichen und zum Teil politischen Gründen mit grosser Zähigkeit an ihrem System festhalten und unermüdlich dem Publikum neue Vorteile desselben klar zu machen versuchen.

Hochbahnen, wenn ihr Bau durch belebte Straßen überhaupt noch zugelassen wird, bewältigen den Verkehr ungestört, am leichtesten und billigsten. Die Unschönheit und der lärmende Betrieb der Hochbahnen bringen jedoch den Anwohnern solche Unannehmlichkeiten, dass der Wert ihrer Grundstücke erheblich sinkt, und das ist ein Hindernis, das selbst ihre Zweckmässigkeit nicht zu beseitigen vermag. Sie haben deshalb auch bis jetzt selbst in dem wenig wählerischen Amerika nur vereinzelt in grösserem Umfange (New York) Anwendung gefunden und stehen hier ausserhalb der Betrachtung.

In engeren Wettbewerb kommen dagegen Seil- und elektrische Bahnen.

Im allgemeinen sind für dichten Verkehr die Seilbahnen in grossem Umfange in Anwendung; sie erhalten jedoch in neuester Zeit durch die elektrischen Bahnen eine Konkurrenz, die mit jedem Tage gefährlicher wird und heute schon bei geplanten Neuanlagen sehr schwerwiegend in die Wagschale fällt.

Die Anlagekosten beider Systeme sind eben so verschieden wie die Betriebskosten: Seilbahnen sind im Vergleich zu den hier üblichen elektrischen Bahnen kostspieliger in der Anlage, und bei kleinem Umfang auch kostspieliger im Betrieb als elektrische Bahnen. In grossem Mafsstabe aber und bei dichtem Verkehr stellen sich die Betriebskosten auf etwa ein Drittel der elektrisch betriebenen. Bei gut hergestellten Seilbahnen kostet die engl. Meile etwa 70- bis 100 000 \$ (200 000 bis 260 000 *M* für 1 km); im Durchschnitt wird der Fufs in gerader Strecke mit 10 \$ (140 *M* für 1 m), in Kurven mit 30 \$ (420 *M* für 1 m) bezahlt.

Elektrische Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung kosten nur etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ davon, d. i. etwa 12 000 \$ die Meile = 32 000 *M* für 1 km.

Anders verhalten sich dagegen die Betriebskosten. Per Wagonmeile betragen die Betriebskosten (alles inbegriffen) bei Seilbetrieb 6,00 bis 6,60 Cts. (16 bis 17,1 Pfg. für 1 km), bei elektrischem Betrieb 16,6 bis 23 Cts. (40 bis 60 Pfg. für 1 km), also das Dreifache, wozu die Reparaturkosten der Motoren den grössten Beitrag liefern. Dieses ungünstige Verhältnis hat grösstenteils seinen Grund darin, dass elektrische Wagen überhaupt ihre Motoren, und zwar des Anfahrens wegen schwere Motoren mitschleppen müssen, von 25 PS und mehr. Im Winter sind die Verhältnisse für die elektrischen Bahnen noch ungünstiger. In Boston werden z. B. besondere Winterwagen mit 2 Motoren von je 25 PS und leichtere Sommerwagen verwendet, um die tote Last zu vermindern.

Der Kraftbedarf der Seilbahnen ist sehr verschieden, je nach der Anlage der Bahn; insbesondere ergeben Kurven den grössten Widerstand, grosse Anlagekosten und bedeutende Seilabnutzung. Seilbahnen in Straßen mit vielen Richtungsänderungen, ähnlich wie Pferde- und elektrische Bahnen, sind deshalb wirtschaftlich weniger vorteilhaft.

Bei geraden Strecken und dichtem Verkehr sind dagegen die Seilbahnen bis heute das geeignetste Verkehrsmittel und um so vorteilhafter, je grösser die Inanspruchnahme ist.

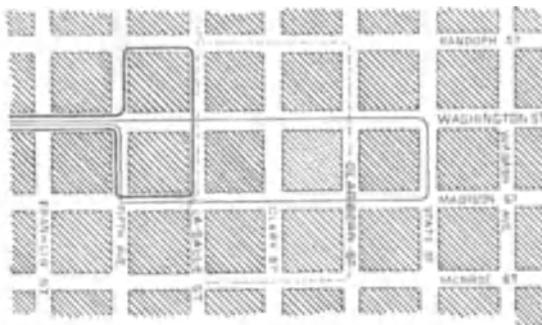
Seil-Strafsenbahnen in Chicago.

Diese Bedingungen sind in Chicago und vielen Städten des Westens in so ausgiebigem Maße vorhanden, dass für den Strafsenbetrieb der Hauptlinien bisher nur Seilbahnen verwendet werden. Die Seilbahnen bürgerten sich in Chicago im Jahre 1881 ein. Jetzt haben 3 Gesellschaften, die South-, die West- und die North Side-Co. den gesamten Betrieb in der Hand und befördern jährlich etwa 233 Millionen Personen auf 610 km Linien, ohne jedoch dem Bedürfnis vollständig genügen zu können.

Die Süd-Co. hat in ihren verschiedenen Stationen 12 Corliss-Maschinen mit zusammen 8200 PS im Betrieb. In den 3 Stationen der Nord-Co. sind 8 Maschinen mit zusammen 4050 PS aufgestellt; die West-Co. arbeitet gegenwärtig in 4 Stationen mit 8 Maschinen von zusammen 8950 PS; im Laufe dieses Sommers werden noch 2 neue beinahe fertig gestellte Stationen hinzukommen mit je 2 Maschinen von zusammen 3600 PS, sodass letztere Gesellschaft allein über 16150 PS für Seilbetrieb verfügt.

So einfach der Betrieb einer Seilbahn im Prinzip ist, so reich ist er an Ausführungsschwierigkeiten, die nur durch lange Erfahrung überwunden wurden. Das Prinzip besteht darin, dass ein endloses Seil in einem in der Mitte zwischen Laufschienen liegenden und durch einen Längsschlitz zugänglichen Kanal auf Leitrollen von einer Zentralstelle aus beständig bewegt wird. Die Wagen haben einen Mitnehmer,

Fig. 119.



grip genannt, der mit einem flachen Arm durch den Schlitz in den Kanal hineinragt und mit Backen, die vom Wagenführer nach Belieben zusammengepresst und geöffnet werden können, den Wagen mitzunehmen oder auszuschalten gestattet.

Die Strecken sind immer zweigleisig ausgeführt; auf der einen Seite läuft das Seil von der Zentralstelle aus, auf der anderen Seite zurück. Die Seillängen sind sehr verschieden. In Chicago beträgt die größte Seillänge über 8230 m, die Strecke, die damit betrieben werden kann, die Hälfte, also etwa 4115 m. Um bei großen Entfernungen zwischen den Endstationen der ganzen Strecke das Seil nicht zu lang machen zu müssen, legt man die Zentralstation ungefähr in die Mitte der ganzen Strecke und sendet je ein Seil nach jedem Ende aus. Die Wagen müssen dann vor dem Maschinenhaus das eine Seil loslassen und das andere aufnehmen. An dem Endpunkte der Linie befinden sich Schleifen, sogen. loops, in denen die Wagen in weitem Bogen umkehren, um dann wieder zur geraden Strecke der Rückfahrt zu gelangen. Solche Schleifen sind in Fig. 119 dargestellt; sie erfordern viel

Sachkenntnis in der Ausführung und werden, wenn irgend möglich, durch besondere kleine Seile betrieben, da der vielen Kurven wegen die Seilabnutzung sehr groß ist.

Die Zentralstationen. Anordnung und Einzelheiten der Seiltriebe in den Zentralstationen sind in allem Wesentlichen ebenso wie bei den alten Friktionswinden, welche z. t. in großem Maßstabe für schiefe Ebenen usw. benutzt wurden. Diese Reibungswinden sind seither verlassen worden, und ihre schon vor Jahrzehnten hoch entwickelten Einzelheiten finden sich bei der Strafsenseilbahn wieder. Der Antrieb der Seile der Strafsenbahnen erfolgt durch Reibungstrommeln, über welche die Seile mehrfach geschlungen und die von einer Dampfmaschine aus angetrieben werden. Der Antrieb erfolgt am besten durch Hanfseile, wird aber meist der Raumerparnis wegen mit Stahlgusszahnradern ausgeführt.

Die Dampfmaschinen sind mit wenigen Ausnahmen einzylindrige Corliss-Maschinen, die mit Auspuff arbeiten. Verbundmaschinen mit Kondensation lassen sich schwer anwenden, da sie den bedeutenden Anforderungen, die der Seilbahnbetrieb an die Regulierfähigkeit der Maschinen stellt, nicht voll genügen. Der Kraftbedarf ist infolge des unregelmäßigen und plötzlichen Anziehens der Wagen außerordentlich schwankend; es kommt z. B. vor, dass er innerhalb einer Minute von 300 PS auf 850 PS steigt.

Die Seilbahnstation der Milwaukee Av. in Chicago, die als typisch für solche Anlagen gelten kann, ist in Fig. 120 und 121 im Aufriss und Fig. 122 im Grundriss dargestellt. Sie enthält 2 dicht bei einander liegende Corliss-Maschinen von Fraser & Chalmers, Chicago, welche mit 55 Min.-Umdr. laufen und als 1000 pferdige bezeichnet sind. Der Cylinderdurchmesser ist $36'' = 914 \text{ mm}$, der Hub $72'' = 1829 \text{ mm}$. Es ist immer nur eine Maschine im Betrieb; die andere dient als Reserve. Es kommt daher vor, dass die Maschine manchmal bis auf 1500 PS beansprucht wird. Wenn keine außerordentlichen Betriebsstörungen vorkommen, wird jeden Monat mit den Maschinen gewechselt. Jede Maschine hat ihre besondere Kurbelwelle von 508 mm Dmr., die aufser einem Schwungrad von 6,1 m Dmr. und 40 t Gewicht ein Zahnrad von 2134 mm Dmr. trägt, das in ein anderes von 4877 mm Dmr. eingreift. Die beiden großen Zahnräder sitzen auf einer durchlaufenden Welle von 356 mm Dmr., an deren Kopfen je ein Seiltrieb angebracht ist. Die Hauptwelle ist durch 3 Klauenkupplungen in 4 Teile geteilt, was ein rasches Ausrücken bei Unfällen ermöglicht. Die auf den Kurbelwellen sitzenden kleinen Zahnräder können, damit die nicht arbeitende Maschine nicht mitzuarbeiten braucht, verschoben und damit aufser Eingriff mit den großen Zahnradern gebracht werden.

Die Anordnung der Seiltrommeln ist von großer Wichtigkeit. Die in der Zeichnung dargestellte Anordnung ist eine ältere. Es wird hierbei nur eine Seiltrommel angetrieben, weshalb das Seil 5- oder 6mal herumgeschlungen werden muss, um die nötige Reibung zum Mitnehmen zu erzielen. Bei neueren Anlagen werden beide Seiltrommeln angetrieben, und zwar entweder durch einen Satz von 3 Zahnradern oder mittels Hanfseile, wie dies später beschrieben wird. Bei diesem doppelten Antrieb genügt ein 2- bis 3faches Umschlingen des Seiles.

Die Seiltrommelkränze wurden früher aus einem Stück hergestellt, was aber Schwierigkeiten im Betrieb zur Folge hatte. Das Seil ist nämlich infolge des wechselnden Betriebes auf den Seiltrommeln selbst beständigen Verlängerungen unterworfen; infolgedessen rutscht das Seil auf den Trommeln innerhalb der Windungen. Das hat eine sehr be-

Fig. 120. Maßstab 1 : 250.

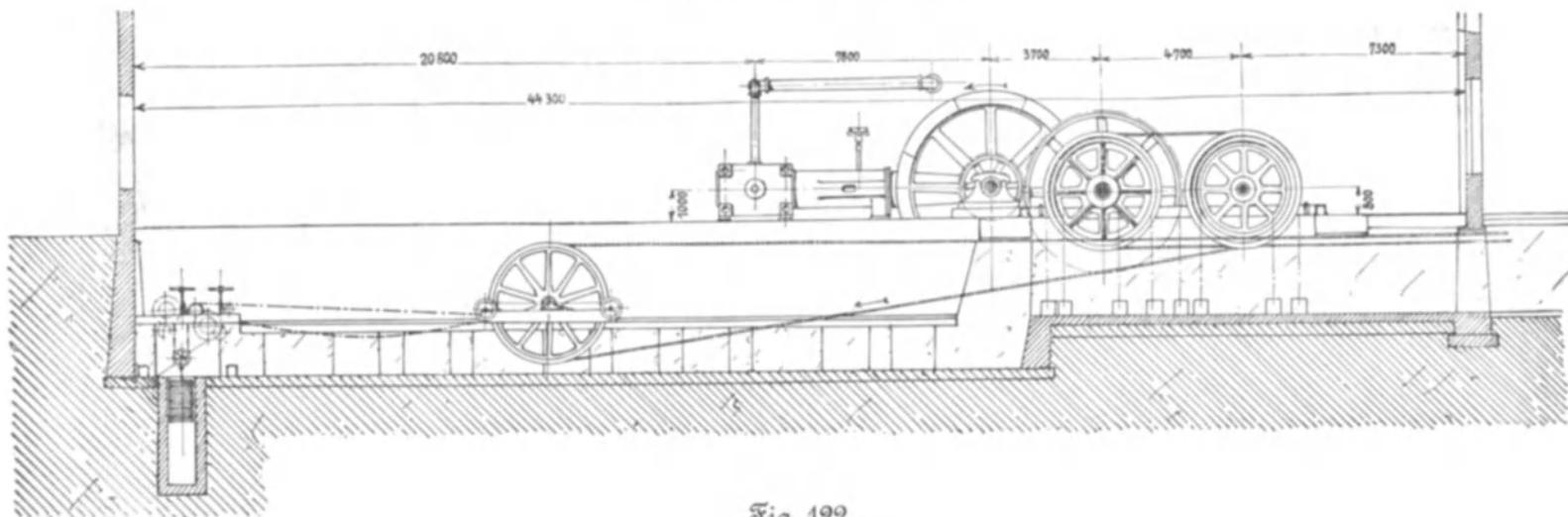
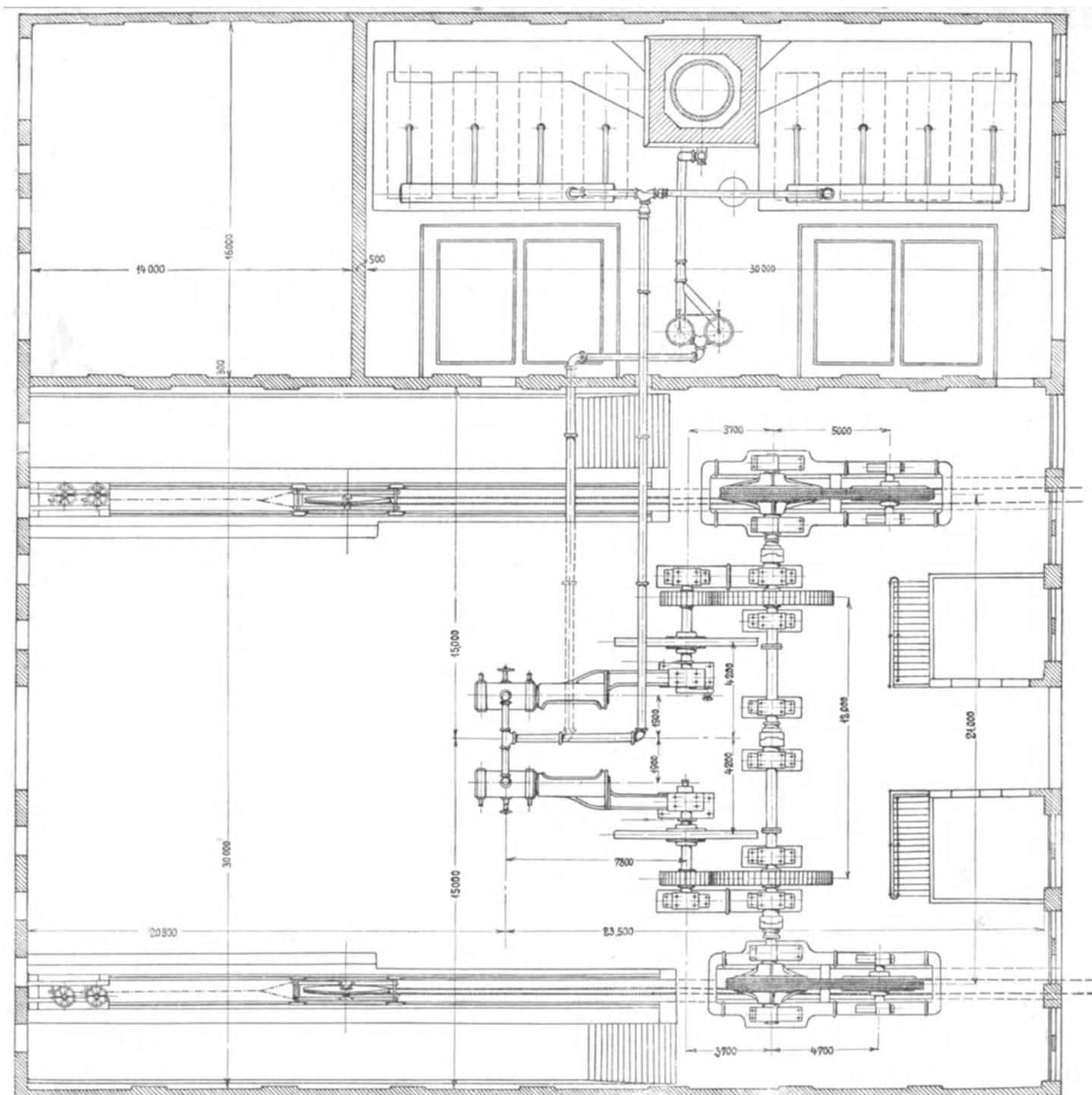
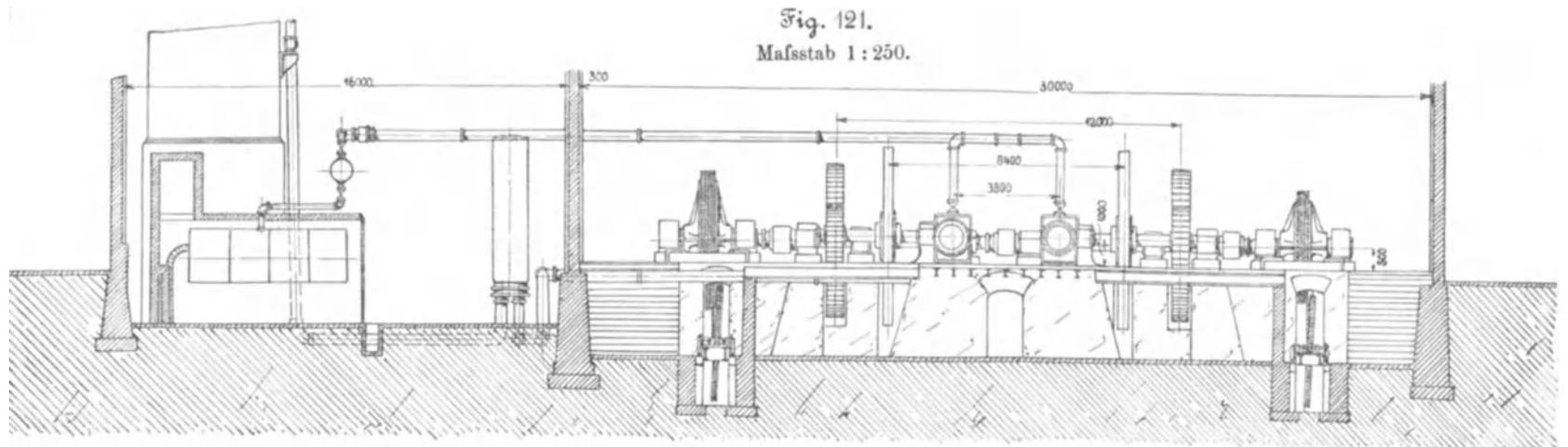


Fig. 122.

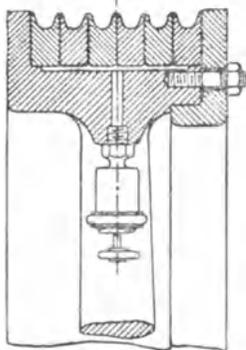




deutende Abnutzung der Seile und der Trommeln zur Folge gehabt und zur Bauart der jetzt allgemein gebräuchlichen Differentialtrommeln geführt, die zuerst von Walker

Fig. 123.

Mafsstab 1:15.



Mfg. Co. in Cleveland, Ohio, gebaut wurden. Die Konstruktion ist in allen Staaten patentirt.

Die Seilscheiben sind aus mehreren selbständigen, gegen einander verschiebbaren schmiedeisernen Ringen zusammengesetzt, wovon jeder eine Seilrille besitzt. Die Anordnung ist in Fig. 123 dargestellt. Diese Ringe, welche durch einen aufgeschraubten äußeren Ring zusammengehalten werden, sind vom Innern des Radkranzes aus durch eine Anzahl von Schmierbüchsen mit steifem Fett reichlich geschmiert und gestatten so eine gegenseitige Verschiebung. Das Seil und namentlich die Zahnräder werden

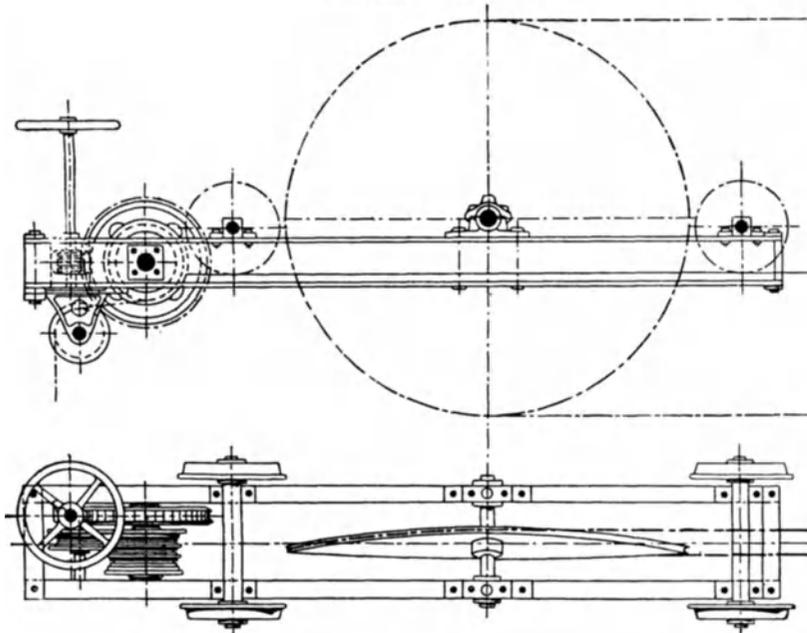
durch diese Einrichtung außerordentlich geschont und ihre Verwendungsdauer wesentlich verlängert.

Die Vorrichtung zur Ausgleichung Seilverlängerungen der im äußeren Seil besteht aus einem belasteten Spannwagen, welcher das Seil möglichst gleichmäßig gespannt erhält und den großen Längenänderungen elastisch folgen kann. In jedem Seilzug ist ein solcher Spannwagen eingeschaltet, dessen Anordnung aus Fig. 120 ersichtlich ist. Die Spannwagen bewegen sich auf Gleisen von 24 bis 30 m Länge. Jeder Wagen trägt eine Seilspannrolle von etwa 3,7 m Dmr. und erhält das Seil durch ein Gewicht in Spannung, welches an einem Zugseil mit zwischengelegter, etwa 1,2 m langer kräftiger Spiralfeder an dem Wagen befestigt ist. Entweder auf dem Spannwagen selbst, wie z. B. in der von der Walker Mfg. Co. in Cleveland gebauten Anordnung, Fig. 124, oder wie in Fig. 120 gezeichnet, über dem Gewichtschacht, ist eine Winde angebracht, auf deren Trommel das Zugseil des Belastungsgewichtes aufgewickelt ist und damit eingestellt werden kann.

Die Größe des Gewichtes schwankt für die einzelnen Strecken je nach Länge des Strafsenseiles und der Anzahl der Wagen zwischen 1800 und 3200 kg, sodass auf das

Fig. 124.

Mafsstab 1:100

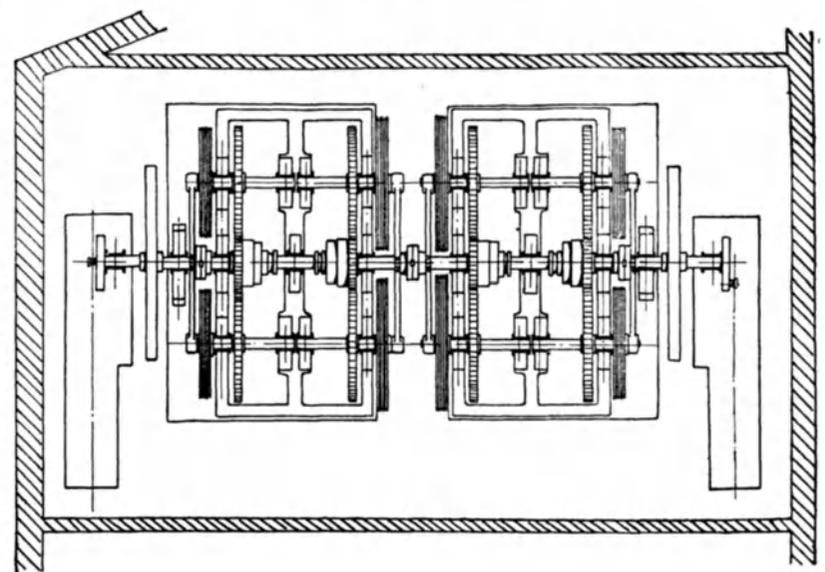


Strafsenseil in jedem Falle die Hälfte dieses Gewichtes als thatsächliche Spannung kommt.

Wird ein neues Seil aufgelegt, so wird es so kurz gespeist, dass der Spannwagen bis dicht an die Differentialtrommeln heranfährt. Mit der Inbetriebsetzung des Seiles

Fig. 125.

Mafsstab 1:300.



tritt der Wagen eine der Seilverlängerung entsprechende Wanderung nach rückwärts an. Die Verlängerungen betragen bei neuen Seilen in der ersten Woche des Betriebes etwa $\frac{1}{400}$ der Gesamtlänge des Seiles. Bei vollem Betrieb führt der Spannwagen noch hin- und hergehende Bewegungen von 1,2 bis 1,5 m aus.

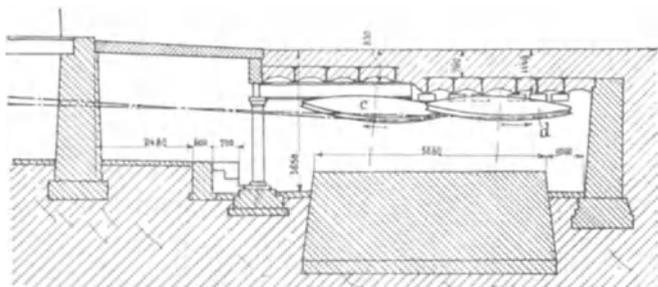
An das Maschinenhaus schließt sich der Kesselraum an,

der 8 liegende Röhrenkessel von 100 PS und 7 kg/qcm Spannung in 2 Gruppen enthält. Die Kessel sind so angeordnet, dass jede Gruppe unabhängig von den anderen betrieben werden kann.

In fast allen Seilbahnstationen in Chicago wird mit Erdöl geheizt, nicht, weil es billiger, sondern weil es bequem und reinlich ist. Das Oel wird durch 2 Düsen in den Feuerraum gedrückt und durch Dampfstrahlgebläse zerstäubt. Es wird den Brennern unter dem Druck einer 2,1 m hohen Oelsäule zugeführt, nachdem es vorher durch ein mit Dampf geheiztes Röhrensystem vorgewärmt worden ist. In der Milwaukee Av. Station werden täglich 49 Fass¹⁾ Oel im Preise von 70 bis 75 Cts. verbrannt. Das Speisewasser wird durch Auspuffdampf vorgewärmt.

In der Blue Island-Zentralstation wird die Kraft von 2 Hochdruckmaschinen der E. F. Allis Co. in Milwaukee von je 1800 PS geliefert. Die Schwunräder haben 7,3 m Dmr. und je 50 t Gewicht. Die beiden Maschinen treiben an den Kopfenden eine durchgehende 457 mm dicke Hauptwelle an, von welcher aus 4 Seiltrommelsätze betrieben werden, von denen 3 in dauerndem Betrieb sind und einer in Reserve bleibt. Der Antrieb jedes Seilzuges erfolgt mittels Stahlgussstirnräder und eingesetzter Reibungskupplungen in der in Fig. 125 angedeuteten Weise, so zwar, dass die eine Hälfte der Reibungskupplung jedesmal auf der durchgehenden Hauptwelle festsetzt, während das Antriebszahnrad ausgebuchst ist und mit der zweiten Hälfte der Reibungskupplung lose auf der Welle läuft. Durch Einrücken der Reibungskupplungen, was mittels Druckwassers geschieht, kann man jeden Seilzug unabhängig von dem anderen in Betrieb setzen. Die durchgehende Hauptwelle selbst ist zwischen jedem Seilzug abgesetzt und mit einer leicht lösbaren Scheibenkupplung versehen. Die beiden Stirnflächen der Kupplung und die Wellenden stehen etwas mehr von einander ab, als die Seildicke beträgt. Verbunden wird die Kupplung durch einen zwischen die beiden Stirnflächen diametral in Nuten eingeschobenen

Fig. 128. Maßstab 1:200.



kräftigen Stahlkeil, welcher mittels Schrauben zwischen der Stirnfläche zusammengepresst wird.

Jedes Antriebsrad von $6' = 1,83$ m Dmr. und 356 mm Zahnbreite treibt zu beiden Seiten der durchgehenden Hauptwelle liegende größere Räder von je $14' = 4,27$ m Dmr. Diese großen Räder sitzen jedesmal zwischen zwei festen Lagern, während auf ihren verlängerten Achsen außen — fliegend — die Differentialseiltrommeln aufgesteckt sind, um welche das Seil 5 mal geschlungen ist. Da jedes Seil somit auch die durchgehende Hauptwelle 5 mal umfaßt, muss letztere an einer Stelle gelöst werden können, wenn ein neues Seil aufgezogen werden soll. Dies ist durch die beschriebene Kupplung möglich gemacht, zwischen deren Scheiben das Seil hindurch gezogen werden kann. Von den Differentialseiltrommeln, Fig. 123, wird dann der seitliche Ring weggenommen und das Seil auf die Trommeln gelegt.

Damit der summierte Seilzug die Achsen der zwei zu beiden Seiten der Hauptwelle liegenden Differentialseiltrommeln, welche fliegend aufgesetzt sind, nicht zu sehr beansprucht, sind außer halb derselben sehr kräftige gusseiserne

Abstützstangen angebracht, welche die Hauptwelle zweiteilig umfassen und an ihren Enden dem Endzapfen der Seiltrommellen eine nochmalige Lagerung gewähren, wie aus Fig. 125 ersichtlich ist.

In die Teilfuge der Abstützstange in der Mitte der Hauptwelle sind Keilschrauben eingesetzt, durch welche die genaue Achsentfernung der beiden Endlager eingestellt werden kann. Durch diese Abstützung ist es möglich, den Seilzug teilweise aufzufangen und aufzuheben, sodass die zu beiden Seiten der Zahnräder befindlichen festen Lager wesentlich entlastet werden.

In der Van Buren-Zentralstation, deren Grundriss und Aufriss aus Fig. 126 ersichtlich sind, wird zur Zeit nur ein Strafsenseil betrieben, während das andere als Reserve liegen bleibt. Der Antrieb erfolgt hier mittels Hanfseile durch zwei Allis-Eincylindermaschinen von je 1000 PS mit $38'' = 965$ mm Dmr. und $60'' = 1524$ mm Hub, die mit 55 Min.-Umdr. ohne Kondensation und mit 7 Atm. Dampfanfangsdruck arbeiten. Jede der Dampfmaschinen, von welchen eine als Reserve dient, greift durch die Kurbelscheibe die Kopfenden einer durchgehenden Welle an, auf der in der Mitte die Hauptseilscheibe von $8' = 2,44$ m Dmr. aufgesetzt ist. Bei den Trommelsätzen werden beide Friktionsseiltrommeln von $13' 6'' = 4,1$ m Dmr. angetrieben, und zwar in der Weise, dass je eine rechte und linke Trommelscheibe eine gemeinsame Welle haben. Auf diesen Wellen nun sitzen die beiden Antriebsseilscheiben von je $32' = 9,75$ m Dmr. und 60 t Gewicht, welche von der Schwungradwelle der Dampfmaschine aus, die eine mit 12, die andere, näher liegende, mit 14 dreizölligen (76 mm) Baumwollseilen getrieben werden. Die Reibungstrommeln können jede für sich abgekuppelt und dadurch das Reserveseil außer Thätigkeit gebracht werden; ebenso sind zwischen jeder Dampfmaschine und der Hauptseilscheibe auf der Schwungradwelle Kupplungen angebracht, um die Reservemaschine auszuschalten. Von den in der Blue Island-Station angebrachten Abstützstangen zwischen je zwei zusammengehörigen Friktionsseiltrommeln ist kein Gebrauch gemacht.

Dem Antrieb mit Hanfseilen wird in neuerer Zeit der Vorzug gegeben, weil bei den großen Stößen, die im Strafsenseil auftreten, und bei Seilbrüchen die Maschinen vor Schäden bewahrt bleiben. Die Raumverhältnisse im Innern großer Städte gestatten nur nicht immer, von diesen Vorteilen Gebrauch zu machen.

Interessant ist, dass die Gebäude in der Van Burenstraße auf alte vorhandene Fundamente aufgesetzt sind, welche sich seit der Montage der neuen schweren Maschinen als zu schwach herausgestellt haben. Man hat deshalb die Mauern des Gebäudes auf 500 Stahlschrauben gesetzt, die um so viel in die Höhe geschraubt werden, als sich die Fundamente senken, sodass die Gebäude in gleicher Höhe erhalten und vor Rissen bewahrt werden.

Seilführung und Oberbau. Wie schon erwähnt, münden in der Regel an den Stationen mindestens 2 Seile ein. Die Einführung dieser Seile in das Gebäude geschieht durch große Führungsrollen von 3 bis 3,6 m Dmr. mit Kompassaufhängung der Spurlager und stellbaren oberen Halslagern, sodass man in der Lage ist, der Achse jede beliebige Neigung geben zu können. Die Einführung der Seile in die Gebäude der Milwaukee Av. Station ist in den Fig. 127, 128 und 129 dargestellt, die auch die Art und Weise veranschaulichen, wie die beiden Kabel, die hier zusammenkommen, einander genähert werden, damit die Wagen das eine Seil verlassen und das andere aufnehmen können. Die Strafe ist vor dem Gebäude zwecks Aufnahme der Leitrolle und guter Zugänglichkeit aller Teile vollständig unterkellert. Das von der einen Seite anlaufende Seil *a*, Fig. 127, wird aus der wagerechten Richtung durch die Rolle *b* abgelenkt und über die große Leitrolle *c* rechtwinklig zur Station hineingeleitet; dort werden zunächst die Seiltrommeln umschlungen, das Seil über die Scheibe des Spannwagens und von da zur Strecke in gleicher Weise, wie die Einführung bewirkt worden ist, über die Scheibe *d* und Rolle *e* zurückgeleitet.

¹⁾ 1 Fass (Barrel) = 42 U.S. Gallons = 159 ltr.

Fig. 130. Maßstab 1 : 300.

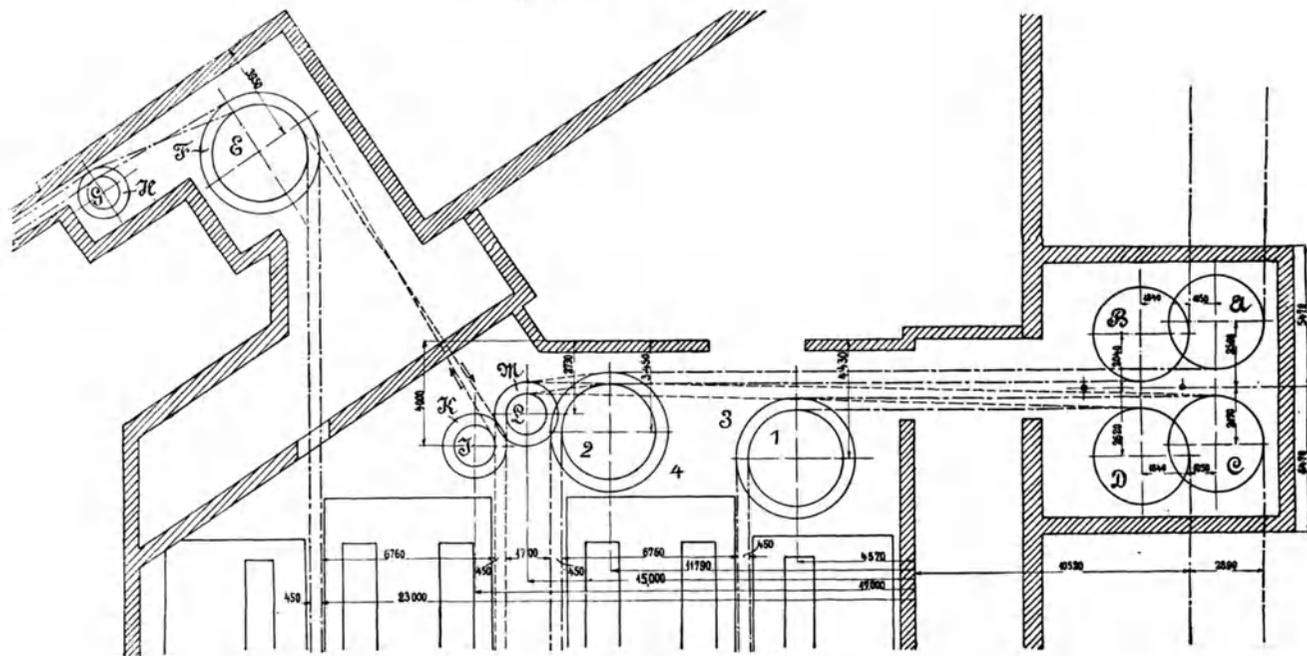


Fig. 131. Maßstab 1 : 200.

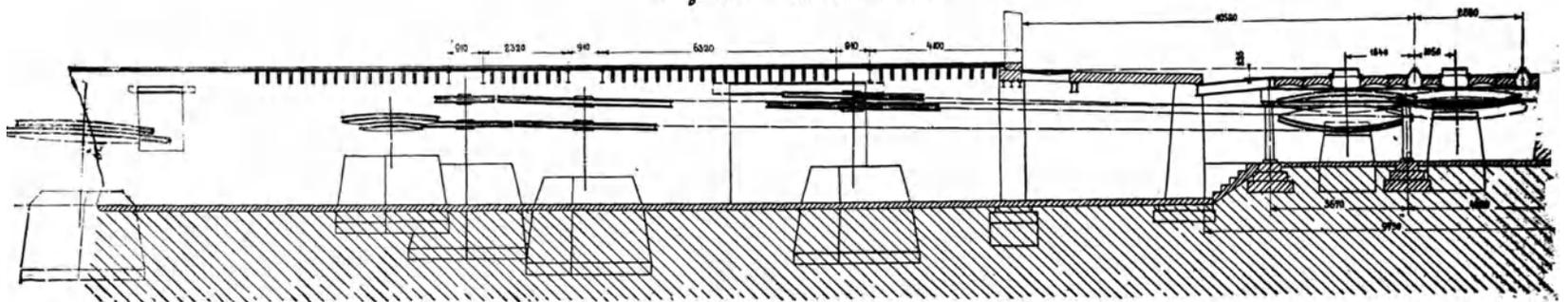


Fig. 132 Maßstab 1 : 200.

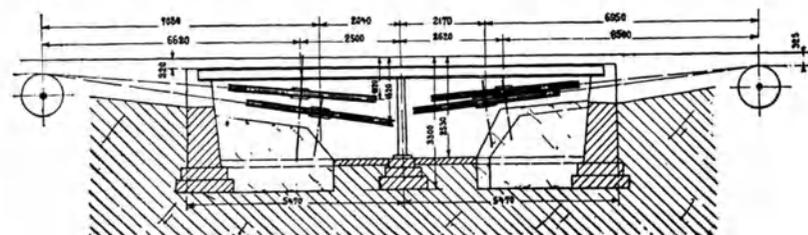
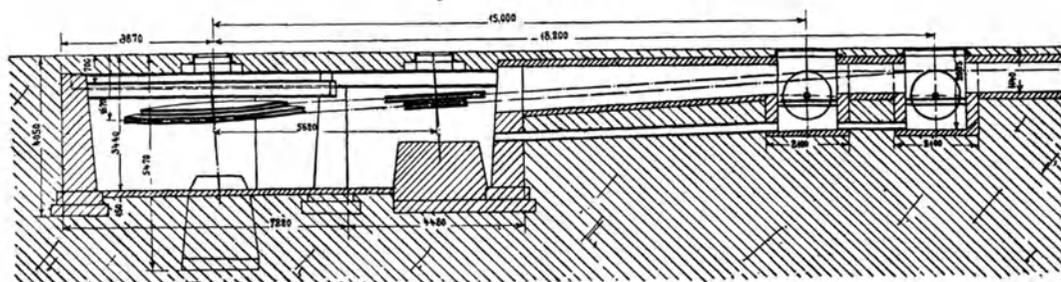


Fig. 133. Maßstab 1 : 200.

Das andere Seil derselben Strecke wird in ähnlicher — nur umgekehrter — Weise eingeführt, sodass die in gleicher Richtung laufenden Enden beider Seile dicht an einander vorbeigehen. Die Laufschienen machen an solchen Stellen eine kurze Ablenkung, um dem Greifer nach erfolgtem Loslassen eines Seiles das Ergreifen des zweiten zu ermöglichen.

Eine andere Seileinführung in die schon erwähnte neue Station, Ecke der 12. Straße und Blue Island Av., ist in den Fig. 130 bis 133 dargestellt. Die Station betreibt 3 Kabel, zwei für die Blue Island Avenue und eine für die 800 m entfernte Halsted-Straße, der es durch einen unter der 12. Straße

gelegenen Kanal zugeführt wird. Wie schon erwähnt, sind 4 Seilscheibensätze angeordnet, von denen der eine als Reserve dient und für jedes Kabel benutzt werden kann. In Fig. 130 ist der Grundriss der Anordnung dargestellt. Das nordöstliche Seil der Blue Island Av. wird über die Scheiben A, B, 4 und 2 den Seiltrommeln zugeführt, das südwestliche läuft über die Scheiben 1, 3 und C, D. Das Seil der Halsted-Straße läuft in einem Tunnel die 12. Straße entlang und wird durch die Rollen GH und die Scheiben EF dem 4. Seiltrommelsatz zugeführt. Die Führungsscheiben sind mit Ausnahme der Scheiben unter der Blue Island Av.

Fig. 134. Maßstab 1:40.

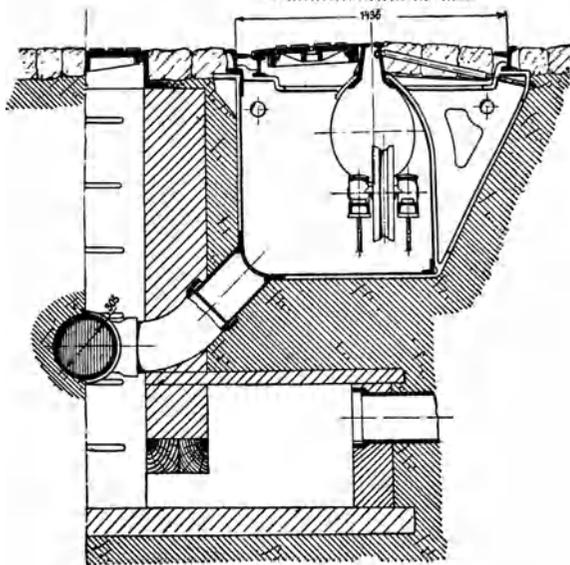
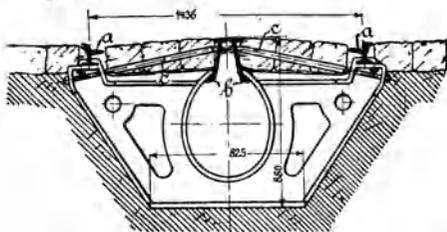
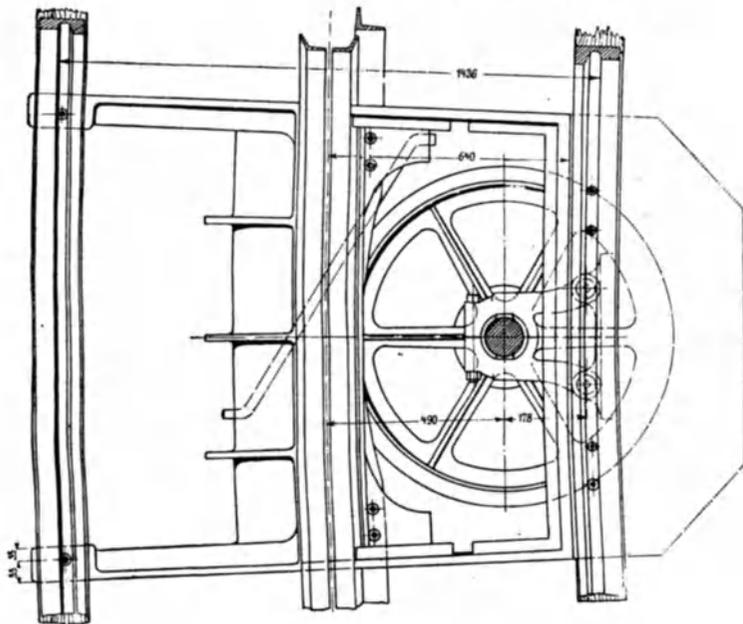
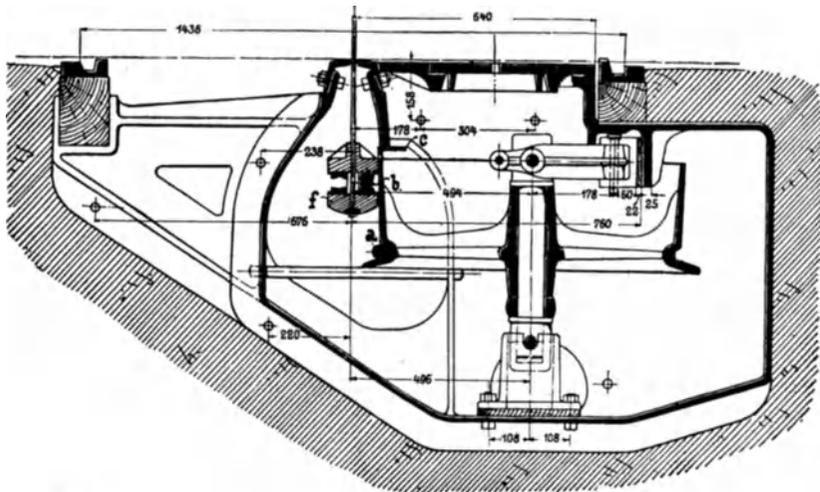


Fig. 136 und 137. Maßstab 1:20.



mit verschiedenem Durchmesser ausgeführt und auf eine Achse gesetzt, wodurch eine gedrängtere Anordnung erreicht wird.

Der 3. Seiltrommelsatz ist als Reservesatz aufgestellt und bekommt die Seile durch die Scheiben *JK* und *LM* zugeführt. Hierbei sind die ersteren zur Aufnahme des Halsted-Straßenkabels, die letzteren zur Aufnahme der Blue Island-Kabel bestimmt, im Falle an den Seilzügen dieser Kabel ein Unfall vorkommen sollte.

Fig. 135. Maßstab 1:40.

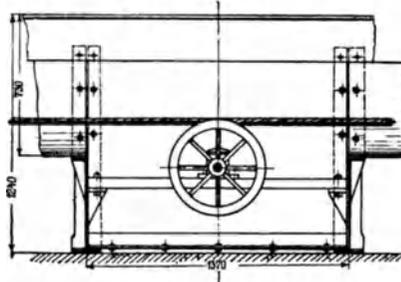


Fig. 131 stellt den Aufriss der Führungsrollen dar. Fig. 133 zeigt im einzelnen den Uebergang der Seile aus der Strecke der Blue Island Avenue und Fig. 132 den Tunnel und die Scheiben des Halsted-Kabels.

Beim Passiren des Seilwechsels muss, wie erwähnt, der Mitnehmer das eine Seil loslassen und der Wagen die kurze Strecke bis zur Aufnahme des anderen Seiles durch sein Trägheitsvermögen zurücklegen. Die Stellen, an denen das

Seil losgelassen werden muss, sind gekennzeichnet. Die Führer dürfen diesen Punkt um nicht mehr als einige Fuß überschreiten, sonst reißt der Mitnehmer das Seil durch. Obgleich sie sehr große Geschicklichkeit in der Handhabung des Mitnehmers erlangen, so sind doch mehrfach Seilbrüche vorgekommen und deshalb in neuerer Zeit Sicherheitsvorrichtungen angebracht, die bei Vernachlässigung der Vorschriften

Fig. 138.

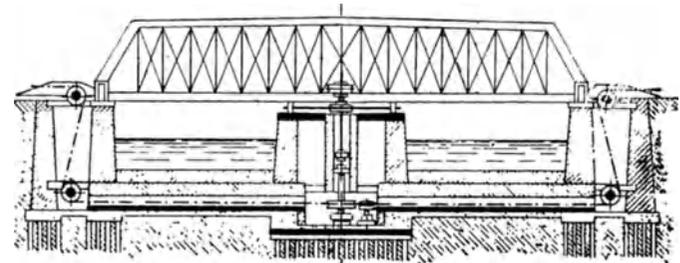
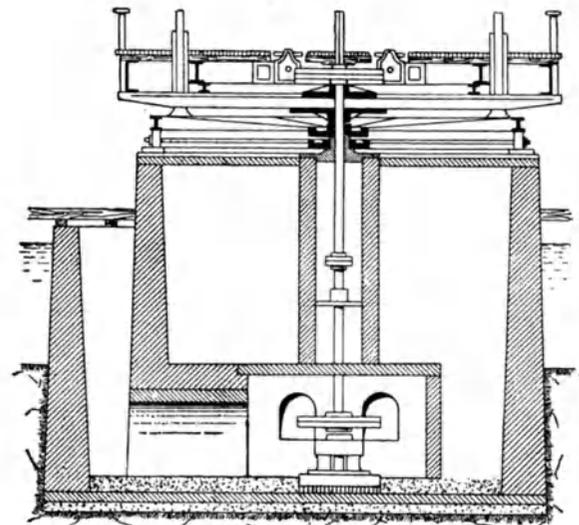


Fig. 139.



entweder den Mitnehmer zertrümmern, oder das Seil gewaltsam aus ihm herausreißen.

Der Mitnehmer besteht im wesentlichen aus einer breiten 10 mm dicken Blechplatte, welche am unteren Ende 2 Backen trägt, die durch den Wagenführer mit einem Kniehebel mit beliebigem Druck auf das Seil gepresst werden können. Die Backen sind mit auswechselbaren Schuhen versehen, die meistens aus Gussstahl, besser jedoch auch aus Weißmetall hergestellt werden. Die Schube sind einer bedeutenden Abnutzung unterworfen, da das Seil sehr oft darin gleitet, wenn der Führer, um langsam zu fahren, die Backen

nur mäßig zusammenpresst. Der Mitnehmer ist außerdem mit Daumen versehen, um das Seil ganz herauswerfen zu können.

Die Konstruktionen der Mitnehmer sind sehr mannigfaltig. Die neueren haben kleine Rollen, um bei geöffnetem

Mitnehmer das Seil nicht auf dem Schuh schleifen zu lassen. Weifmetallschuhe dauern ungefähr 20 Tage, greifen das Seil aber viel weniger an als Gussstahlschuhe, deren Dauer etwa 60 bis 90 Tage beträgt. Ein Mitnehmer ist in Fig. 141 in Ansicht und in Fig. 136 im Schnitt dargestellt. Die Mitnehmer

Fig. 140. Maßstab 1 : 3000.

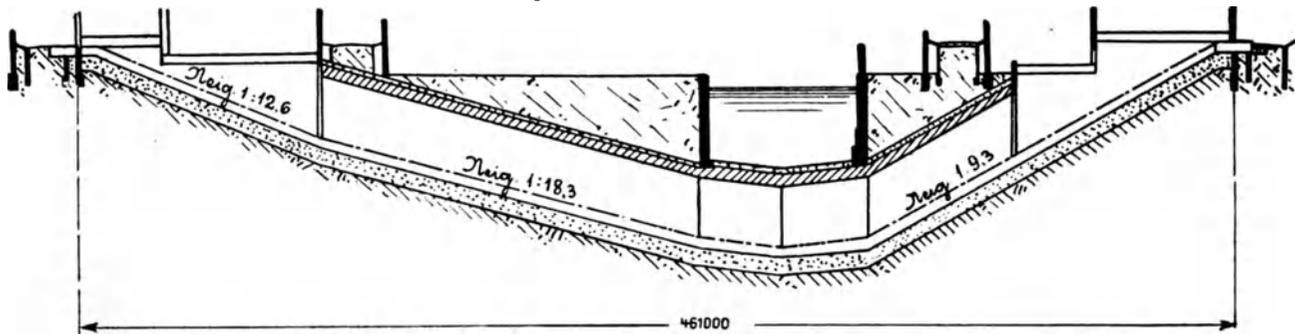


Fig. 141. Maßstab 1 : 20.

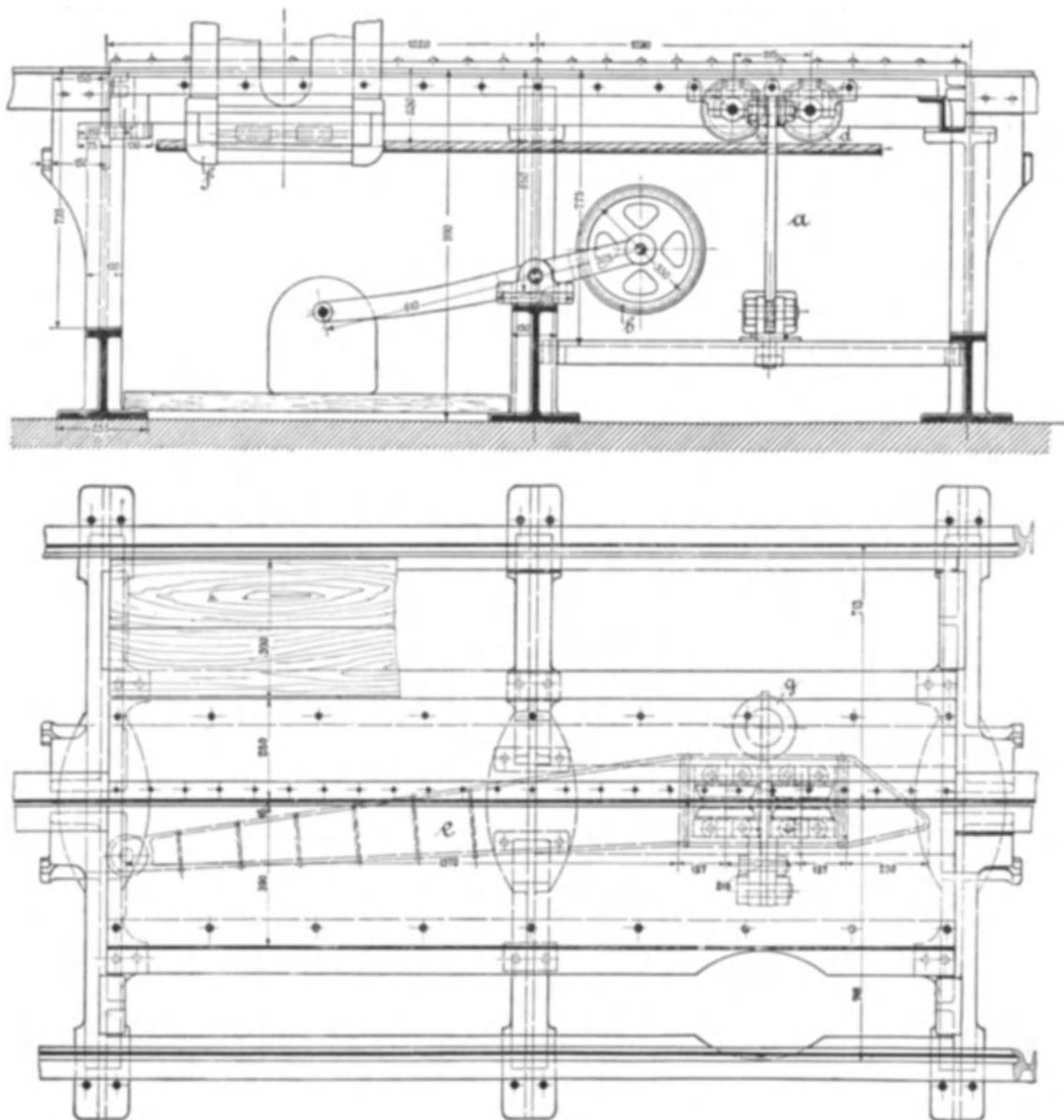


Fig. 143. Maßstab 1 : 20.

müssen sehr oft nachgesehen und repariert werden, was einen beträchtlichen Anteil zu den Betriebskosten liefert.

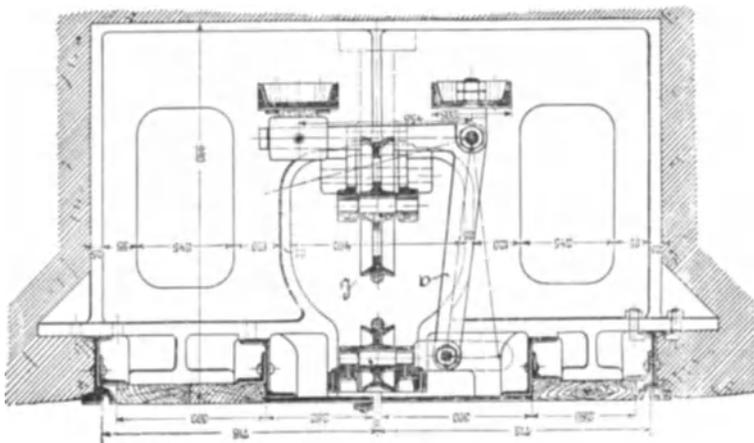
Der Oberbau und die Seilführung auf geraden Strecken sind verhältnismäßig einfach. Die Schienen ruhen auf gusseisernen Böcken, die in einer Entfernung von 1,5 m angebracht sind und auf einer Betonschicht von 0,3 m Höhe ruhen. Ein

solcher Tragbock ist in Fig. 134 oben dargestellt. Diese Böcke sind 0,74 m hoch, an der Grundfläche 0,895 m breit und in der Achse mit einer eiförmigen Öffnung von 0,45 m Breite und 0,76 m Höhe versehen. Hierdurch ist die Richtschnur für die Zwischenmauerung zwischen den einzelnen Tragböcken gegeben, welche in bestem Zement aufgeführt

wird und mit den Öffnungen der Tragböcke einen fortlaufenden ovalen Kanal mit obigen Abmessungen zur Aufnahme des Seiles bildet.

Außer den mit Uebergreifflaschen befestigten Schienen *aa* sind in der Mitte des Gleises 2 andere Schienen *bb*, welche den Schlitz für den Mitnehmer der Seilwagen bilden, mit den Tragböcken verschraubt und durch Flacheisenstangen *cc* verstrebt; die Schienenstöße ruhen ebenfalls auf diesen Böcken. Die Schlitzschienen liegen 25 mm höher als die eigentlichen Laufschiene und bilden somit die Wasserscheide. Zwischen den Schienen ist ziemlich lockere Granitpflasterung angebracht. Es muss nämlich auf die Schwierigkeiten im Winter Rücksicht genommen werden, wo durch den Einfluss des Frostes die Schlitzschienen derart zusammengedrückt werden können, dass Betriebsstörungen entstehen. Durch möglichst große Fugen in der Pflasterung können diese Schwierigkeiten bedeutend vermindert werden. Die richtige Weite der Schlitzschienen wird durch Aufseher geprüft, und, falls Verengungen eingetreten sein sollten, werden die Schienen durch Keile aus einander getrieben.

Fig. 142. Maßstab 1:20



Ein wichtiger Umstand bei dem Betrieb einer Seilbahn ist die Entwässerung der Seilführungskanäle. Die Chicagoer Bahnen haben zwischen den beiden Gleisen einen eigenen Abführkanal, der von der Straße zugänglich ist und sein Wasser durch seitliche Abflüsse an den städtischen Kanal abgibt. Die Entwässerungsanordnung ist in Fig. 134 unten dargestellt, die auch die — von der gewöhnlichen abweichende — Bauart derjenigen Tragböcke veranschaulicht, an denen die gusseisernen Leitrollen für das Seil angebracht sind. Solche Rollen sind alle 10 m weit aufgestellt und durch Einsteigeschächte von oben zugänglich. Sie haben gewöhnlich 0,4 m Dmr. und sind einfach in Konsolhängelager eingelegt, die ohne irgend welche Verschraubung in die Tragböcke Fig. 135 eingehängt sind. Die Lager werden durch Fettbüchsen geschmiert, deren Inkalt nur alle 2 bis 3 Monate erneuert zu werden braucht. Die Rollen müssen im günstigsten Falle jedes Jahr erneuert werden, häufig aber schon nach wenigen Monaten. Es mag noch bemerkt werden, dass die Rollen nicht in der Achse der Tragböcke liegen, sondern um die halbe Breite des Mitnehmers davon entfernt sind, damit sie genau in dieselbe Richtung kommen wie die Achse des Seiles im Mitnehmer selbst.

Sehr unbequem sowohl bei der Anlage als beim Betrieb der Seilbahnen sind die Kurven, weil sie eine sorgfältige Absteifung des Bahnkörpers sowie eine große Anzahl von Führungsrollen nötig machen und im Betrieb eine starke Abnutzung des Seiles verursachen. Die Kurven werden gewöhnlich aus 3 Kreisbogen zusammengesetzt, von denen die beiden äußeren einen großen Radius, meistens $100' = 30$ m, der mittlere einen kleinen Radius, 15 m und weniger, hat. Je kleiner der Radius ist, um so näher an einander müssen die Leitrollen gesetzt werden. Bis zu 15 m Radius werden diese in Entfernungen von je 1,22 m angebracht, bis zu 23 m Radius in doppelter Entfernung und so fort, bis auf geraden Strecken die Entfernung von 10 m erreicht wird.

Die Kurvenführungsrollen, deren Achsen senkrecht angeordnet sind, haben gewöhnlich 813 mm Dmr., sind sehr breit gebaut und mit einem vorstehenden Rande am unteren Umfang zur Aufnahme des Seiles versehen. Die Anordnung einer solchen Rolle ist in Fig. 136 und 137 im Querschnitt und Grundriss dargestellt. Die Lage bei *a* wird von dem Seil angenommen, wenn kein Wagen passirt. Kommt jedoch der Mitnehmer, so hebt er das Seil in die Lage *b* und legt sich gegen ein Winkeleisen *c*, das die nach dem Mittelpunkt des Kurvenradius gerichtete Teilkraft des Seilzuges aufnimmt, da der Mitnehmer hierzu viel zu schwach sein würde. Das Winkeleisen ist in der ganzen Ausdehnung der Kurve angebracht und an den Stellen, wo die Umfänge der Rollen liegen, ausgeschnitten. Die Konstruktion der Lager ist derart, dass die Rollen leicht ausgewechselt werden können. Die senkrechte Achse steht mit dem unteren Ende in einer Spurbüchse, die mit 2 Drehzapfen versehen ist und einfach in die untere Lagerkonsole eingehängt wird. Der Bock des Halslagers besteht aus 2 Teilen, die um Zapfen drehbar sind und durch einen Schraubenbolzen zusammengehalten werden. Um die Scheibe auszuwechseln, genügt es, den Bolzen zu lösen und die Lagerarme von einander zu entfernen. Die Grundplatten der Lager sind nicht unmittelbar auf den gusseisernen Bock aufgeschraubt, sondern auf eine dazwischengelegte Holzplatte, um die Uebertragung der Stöße auf die Tragböcke abzuschwächen.

Bei außergewöhnlichen Verhältnissen sind außer diesen erwähnten Konstruktionen für Seilführung noch besondere Anordnungen nötig: so z. B. für die Tunnelunterführung der Seilbahn in Chicago. Die Stadt wird durch den Chicagofluss in zwei für gewöhnlich durch Drehbrücken mit einander verbundene Teile geteilt. Es gibt Konstruktionen, um den Seilbahnbetrieb auch für diese Drehbrücken einzurichten. In Fig. 138 und 139 ist eine solche dargestellt. Das Hauptkabel wird durch Führungsrollen in einem Tunnel unter den Fluss hergeleitet und umschlingt in der Drehachse der Brücke eine senkrechte Welle, die ein Hilfskabel nur für den Bahnbetrieb auf der Brücke antreibt. Die Bewegungen der Brücke erleiden durch diese Einrichtung kein Hindernis. Sicherheitsvorrichtungen sind vorhanden, um die Wagen bei geöffneter Brücke aufzuhalten. Für den dichten Verkehr in Chicago war diese Bauart aber nicht angängig; es mussten vielmehr der Fluss und die nächsten angrenzenden Straßen durch Tunnel unterführt werden, von welchen gegenwärtig drei vorhanden sind. Der neueste ist erst kürzlich in Betrieb gekommen und mit einem Kostenaufwande von $1\frac{1}{2}$ Mill. \$ von der West Co. hergestellt worden. Er hat eine gesamte Länge von 461 m, eine stärkste Neigung von 1:9,3 und ist in Fig. 140 im Querschnitt dargestellt. Die beiden älteren Tunnel haben geringere Neigungen und größere Länge. Das Gewicht des Seiles war schon allein genügend, um dieses, das infolge des Seilzuges nach oben strebt, auf den Leitrollen zu erhalten.

Bei dem neuen Tunnel war das Eigengewicht nicht ausreichend; es musste deshalb eine besondere Vorrichtung angebracht werden, um das Seil niederzuhalten. Sie ist in Fig. 141 bis 143 dargestellt und besteht im wesentlichen aus zwei kleinen Rollen *dd*, die an einem langen Hebel *e* so gelagert sind, dass durch Drehung des Hebels die Rollen zur Seite gehen, d. h. sich einer Laufschiene nähern, um den Mitnehmer frei vorbeigehen zu lassen. Mit dem Hebel *e* ist der Winkelhebel *a* verbunden und mit einem Gegengewicht versehen, das die Rollen immer nach Passiren des Mitnehmers in die Ruhelage zurückbringt. Damit das Gewicht nicht heftig aufschlägt, ist eine Gummiunterlage angebracht. Die Rollen *d* werden durch den Mitnehmer des Wagens zur Seite geschoben, der an den im Grundriss, Fig. 143, sichtbaren Hebel *e* mit senkrechter Drehachse anstößt, durch seine Vorwärtsbewegung an der schrägen Fläche desselben abgleitet, damit den Hebel *e* zur Seite dreht und das Gegengewicht *g* aufhebt.

Da das Seil im Tunnel fortwährend auf- und niederschwankt, so war man genötigt, außer den Leitrollen *d* noch untere Führungsrollen *b* anzuordnen, die an einem Hebel mit Gegengewicht gelagert sind und bei dem Aufschlagen des Seiles nachgeben können, wie aus Fig. 141 ersichtlich ist. In dem Tunnel sind 5 solcher Vorrichtungen angebracht.

Es erübrigt noch, über die Seile selbst einiges zu er-

wähnen. Die Seile haben gewöhnlich $1\frac{5}{16}$ " bis $1\frac{1}{2}$ " = 33 bis 38 mm Dmr. und sind aus 6 Litzen von je 16 Drähten angefertigt. Das längste Seil von 8428 m läuft mit einer Geschwindigkeit von 11 engl. Meilen i. d. Std., d. i. 4,9 m/sek. Die größte Seilgeschwindigkeit ist $14\frac{3}{4}$ Meilen i. d. Std. = 6,6 m/sek. Die langsam laufenden Seile dienen dem dichten Verkehr im Innern der Stadt. Die Seildauer richtet sich nach der Inanspruchnahme und der Zahl der Kurven. Tunnelseile und Seile in den Verkehrsschleifen haben den größten Verschleiß. Man macht deshalb diese Seile möglichst kurz, um die Erneuerungskosten zu vermindern. Das Seil des van Buren Street-Tunnels muss alle Monate erneuert werden; ein versuchsweise eingesetztes Seil englischer Herkunft, von Geo. Cradock & Co. in Wakefield geliefert, dauerte 90 Tage. Gewöhnlich beträgt die Verwendungsdauer mittelmäßig beanspruchter Seile 8 bis 9 Monate; die Dauer von einem Jahr ist schon eine Seltenheit.

Die Seile werden jede Nacht mit Teer und Leinöl regelmäßig geschmiert, um die Abnutzung zu vermindern. 1 m Seil wiegt 3,72 kg und kostet neu rd. 4 \mathcal{M} . Alte Seile werden in Stücke von 3 m Länge zerschnitten und zu 25 bis 34 \mathcal{M} für 1 t verkauft.

Die Seile werden jede Nacht zwischen 2 und 6 Uhr, wo der Betrieb ruht, von der Maschine langsam durchgezogen und untersucht. Schadhafte Stellen werden repariert. Um auch während des Betriebes schadhafte Stellen so bald als möglich aufzufinden, lässt man das Seil durch eine beweglich aufgehängte Oese laufen, die von den an einer Bruchstelle

hervorstehenden Drähten umgelegt wird; dadurch wird ein Kontakt hergestellt und das Ertönen einer elektrischen Glocke veranlasst. Ist das Seil sehr abgenutzt, so wird ein neues eingesetzt, was in der Weise geschieht, dass es an das alte einfach angebunden wird. Zum Durchziehen des alten Seiles ist stets ein besonderes Windwerk mit großer Trommel vorhanden, dem das Seil über Leitrollen zugeführt wird. Das Einsetzen eines neuen Seiles nimmt auf diese Weise nur 2 bis 3 Stunden in Anspruch. Das Spleißen der Seilenden wird von geübten Leuten in $1\frac{1}{2}$ Stunden gemacht.

Den Mitnehmerwagen (grip-cars) sind immer noch ein oder zwei Anhängewagen (coach-cars) angehängt. Das Gewicht eines Mitnehmerwagens beträgt 3 bis 4 t. Der aus 2 Wagen (grip- und coach-car) zusammengesetzte Zug beansprucht auf den Linien der West-Co. einen Nettokraftbedarf von 4 PS im Durchschnitt; auf der Linie der Süd-Co. etwa 5 PS. Im Winter erhöht sich dieser Kraftbedarf um 30 bis 50 pCt.

Die Wagen sind mit sehr kräftigen Bremsen ausgerüstet. Werden mehrere Wagen hinter einander gehängt, so werden die Bremsketten der einzelnen Wagen mit einander verbunden, sodass alle Wagen gleichzeitig gebremst werden können. Auf den grip-cars sind in der Regel doppelte Bremsen angebracht, um Reserve zu haben, falls die eine versagt. Sämtliche Wagen sind aus vorzüglichen Hölzern sehr zuverlässig gebaut und im Winter geheizt.

Die West-Co. hat etwa 1000 Wagen im Betriebe und beförderte damit im Jahre 1892 nahezu 92 Millionen Personen.

Seil-Straßenbahn in Cleveland, Ohio.

Bei dieser Anlage, welche jetzt ungefähr 3 Jahre im Betriebe ist, sind alle Erfahrungen der älteren Bahnen gebührend gewürdigt und benutzt worden.

Es sind 5 Seilbahnstrecken vorhanden, welche von der in der Superior-Straße, nahe der Madison Avenue gelegenen Zentralstation aus betrieben werden. Von dieser Station aus geht die erste Strecke die Superior-Straße hinauf ostwärts, die zweite dieselbe Straße hinab westwärts bis zum Mittelpunkt der Stadt (zum Public Square), die dritte als Sekundärstrecke von Public Square nach der Water Street, die vierte von der Zentralstation in der Payne Avenue ostwärts, und die fünfte in derselben Straße nach Westen. Die Anlage ist sehr übersichtlich in einem architektonisch geschmackvoll ausgeführten Gebäude untergebracht. Die ganze Grundfläche zerfällt in 5 Abteilungen, wovon eine durch die eigentliche Maschinenanlage, eine zweite von den Spannwagen und deren Gleisen, eine dritte von den Kesseln, die vierte von der Reparaturwerkstätte und die fünfte von den Büreaus eingenommen wird.

Zum Betrieb dienen zwei 1250 pferdige von Wm. Wright in Newburgh, N. Y., gebaute Einzylinder-Dampfmaschinen mit 38" = 965 mm Dmr., 60" = 1524 mm Hub und 61 Min.-Umdr. Eine Maschine dient als Reserve. Die Schwunräder haben 7,3 m Dmr. und wiegen 65 t. Die Wrightschen Maschinen sind nach Art der Corliss-Maschinen gebaut, jedoch mit einer anderen Ausklinkvorrichtung versehen, welche beliebig weite Füllungsgrade zulässt. Dieser letztere Umstand ist namentlich für den Seilbahnbetrieb sehr wichtig, weil der Kraftbedarf, wie schon erwähnt, außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist. Die Maschinen arbeiten mit einer Anfangsspannung von 5,6 bis 6 Atm. und ohne Kondensation, da die Wasserbeschaffung zu kostspielig wird.

Die Kurbeln der Dampfmaschinen sitzen an den Kopfenden einer 27 m langen und 406 mm dicken Haupttransmissionswelle, von denen bis jetzt 4 Seilzüge mittels Zahnräder angetrieben werden. Die Anlage kann durch zwei weitere Seilzüge vergrößert werden. Die Anordnung der Räder und Seiltrommeln ist ähnlich wie diejenige in der Blue Island-Station in Chicago durchgeführt, nur ist die durchgehende Hauptwelle länger und Raum für Einbau von 6 Seilzügen vorhanden. Die Transmissionsteile der Differentialtrommeln und die gusstählernen Zahnräder sind von

der Walker Mfg. Co. in Cleveland geliefert. Ein Reservetrommelsatz ist nicht vorgesehen.

Der Oberbau auf den verschiedenen Strecken und die Seileinführung in den Maschinenraum sind in ähnlicher Weise durchgeführt wie bei den Chicagoer Anlagen.

Die Seilgeschwindigkeit beträgt auf der wenig belebten East Superior-Strecke $14\frac{1}{2}$ englische Meilen i. d. Std. = 6,5 m/sek., auf den übrigen Linien $12\frac{1}{2}$ Meilen = 5,6 m/sek., mit Ausnahme der kleinen Strecke vom Public Square nach der Water Street, auf welcher der Magistrat der Stadt des dichten Verkehrs wegen nur eine Geschwindigkeit von 6 engl. Meilen i. d. Std. = 2,7 m/sek. zuließ und die deshalb eine Umsetzung der Geschwindigkeit notwendig machte, welche in ganz interessanter Weise gelöst wurde.

Die Sekundärstrecke wird nämlich von dem Seil der West Superior-Strecke aus betrieben. Die Uebersetzung der Geschwindigkeit geschieht in einem großen tunnelartigen, unter der Straßenoberfläche des Public Square untergebrachten Raume, Fig. 144, von 4,6 m Breite und 13,7 m Länge. Die Straßendecke wird durch I-Stahlträger und zwischengelegte Gewölbekappen getragen, in welchen sich eine Lücke zum Einsteigen für den Maschinisten befindet, welcher die Anlage zu beaufsichtigen hat. Das ganze Triebwerk ist auf einem gemeinsamen gusseisernen Rahmen montiert. Das raschlaufende Hauptseil, welches von der Zentrale kommt, tritt auf der östlichen Seite in den Tunnel ein und gelangt auf zwei außerhalb des Rahmens fliegend aufgesteckte Walkersche Differentialtrommeln von je 1,83 m Dmr., umschlingt sie zweimal und geht über eine große Kehrrolle von 1,83 m Dmr. zur Zentrale zurück.

Auf die Achsen dieses ersten Paares von Differentialtrommeln sind Stirnräder mit Friktionskupplungen aufgesetzt, welche in zwei andere, größere Räder mit 1 : 2 Uebersetzung eingreifen. Diese größeren Räder sind aber auf die Achsen eines zweiten Paares von Differentialtrommeln aufgesteckt, um welche das langsam laufende Seil geschlungen ist, von dort nach außen geht und über eine als Spannrolle ausgebildete Kehrrolle von 1,8 m Dmr. zurückkommt. Der Wagen dieser Kehrrolle läuft auf einer schiefen Ebene von etwa 20° Neigung, und das Seil wird der Spannrolle durch kleinere Leitrollen zugeführt.

Durch Ausrücken der bei den kleineren Zahnradern an-

gebrachten Kupplungen ist man in der Lage, die langsam laufende Strecke unabhängig außer Betrieb zu bringen.

Die bei der Chicagoer Anlage erwähnten Abstützstangen zur unmittelbaren Aufnahme des Seilzuges bei jedem Seiltrommelpaar sind auch in der Clevelander Zentrale verwendet, nicht jedoch in der beschriebenen Unterstation, wo es sich nur um eine kurze Strecke und infolgedessen um geringere Kräfte handelt.

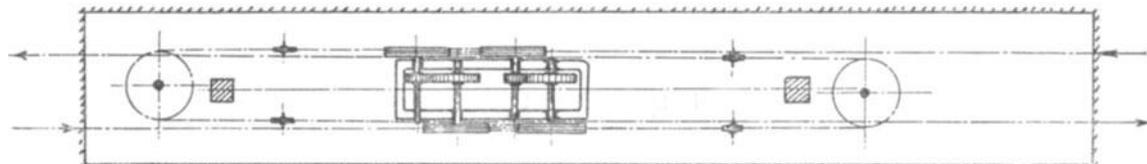
Der Kraftbedarf ist dem wechselnden Tagesverkehr entsprechend und daher außerordentlichen Schwankungen unterworfen. Der stärkste Verkehr fällt in die Morgen- und Abendstunden, während deren die Arbeiter nach den zahlreichen am Ufer des Erie-Sees gelegenen Fabriken oder von da nach

Hause fahren. Zu diesen Zeiten sind 75 bis 80 vollbesetzte Wagen im Betriebe, während in der Regel nur etwa 65 Wagen eingeschaltet sind. Gewöhnlich wird alle 6 Minuten ein aus 2 Wagen bestehender Zug abgelassen. Bei lebhaftem Verkehr werden aber auch manchmal 3 bis 4 Wagen an die Mitnehmerwagen angehängt.

Die Seillängen der einzelnen Strecken betragen:

I. East Superior Street	7174 m
II. West Superior Street	7437 »
III. East Payne Avenue	8098 »
IV. West Payne Avenue	7305 »
V. Public Square-Water Street	2421 »

Fig. 144. Maßstab 1:200.



Bei schwerem Schneefall sind 1160 PS ermittelt, was aber als höchster Wert anzusehen ist.

Der Betrieb wird morgens um 5 Uhr eröffnet und nachts um 12 Uhr eingestellt. Nimmt man das Mittel aus diesem 19stündigen Betrieb, so ergibt sich der Kraftbedarf für alle Strecken zu ungefähr 700 PS_i im Sommer und 800 PS_i im Winter (normal). Dabei sind 65 Wagen im mittel unterwegs. Für den Netto-Kraftbedarf, also ohne Seil- und Maschinenwiderstand, kann man pro Wagen etwa 4 PS im Sommer und 5 bis 10 PS im Winter annehmen, während sich der Brutto-Kraftverbrauch im Sommer auf 10 bis 12, im Winter auf 12 bis 18 PS pro Wagen stellt.

Die verwendeten Seile haben 1 1/2' = 38 mm Dmr. und sind aus 6 Litzen und Hanfseele hergestellt. Jede der Litzen besteht aus 10 dickeren Drähten von 2 1/2 mm und aus 10 dünnen Drähten von 1 1/3 mm Dmr. Die Verwendungsdauer der Seile hat sich, seit in den Grips die Stahlschube durch solche aus Weißmetall ersetzt worden sind, nahezu verdoppelt und beträgt jetzt 9 bis 14 Monate.

Unmittelbar an das Maschinenhaus schließt sich der Kesselraum mit 4 Babcock-Wilcox-Kesseln von je 362 PS. Von diesen sind gewöhnlich nur 2 im Betriebe, während in der Nacht und in der Ruhezeit nur einer, bei Schneestürmen dagegen 3 Kessel gefeuert werden. Jeder Kessel besitzt 2 Feuerungen, die sowohl mit Kohle als auch mit Erdöl betrieben werden können. Augenblicklich wird mit Erdöl geheizt, das von einer eigenen Gesellschaft bezogen wird, die das Oel an Fabrikbesitzer und Privatleute für Heizungs- und Beleuchtungszwecke in Cleveland verteilt und durch eine 72 km lange Rohrleitung von Lima im Staate Ohio nach Cleveland leitet. Die Verteilung des Oels geschieht wie in Chicago durch 2 Düsen mittels frischen Dampfes, nur mit dem Unterschiede, dass in Cleveland die Verbrennungsluft von der Rückseite der Feuerung hinzutritt, nachdem sie vorher auf einem längeren Wege durch erhitzte Schamottsteine vorgewärmt worden ist. Diese Oelfeuerungen sind seit zwei Jahren im ununterbrochenen Betrieb. Das Oel wird durch 2 Duplexpumpen aus einem unterirdisch angebrachten Behälter von 240 Barrels Gehalt den Kesseln bei 5 Pfd. = 0,35 kg/qcm Druck zugeführt. Im mittel werden pro Tag 75 bis

80 Barrels Oel, das Barrel zu 42 US-Gallonen (159 ltr.) verbraucht. Das Oel kostet pro Barrel nur 50 Cts.

Das Speisewasser, welches durch den Auspuffdampf vorgewärmt wird, muss der städtischen Wasserleitung entnommen werden, was einen jährlichen Kostenaufwand von 1500 \$ verursacht.

Aus den zahlreich angestellten Indikatorversuchen an den Betriebsmaschinen ergaben sich für den Kraftverbrauch folgende charakteristische Zahlen:

- 1) für Leergang der Maschine einschl. Transmissionen ohne alle Seile 97 PS
- 2) Leergang der Maschine mit Seil I, aber ohne Wagen (Winterbetrieb) 175 »
- 3) Leergang der Maschine mit Seil I, II und III, ohne Wagen (Winterbetrieb) 370 »
- 4) Leergang der Maschine mit Seil I, II, III und IV, ohne Wagen (Winterbetrieb) 453 »
- 5) Leergang der Maschine mit Seil I, II, III, IV und V, ohne Wagen (Winterbetrieb) 483 »
- 6) vollbelastete Maschine mit sämtlichen Seilen und Wagen (Winterbetrieb) 1143 »

Für Leitung, Ueberwachung und Bedienung der ganzen Anlage sind thätig:

1 Obermaschinist	mit	1900 \$	jährl. Gehalt
2 Untermaschinisten	» je	960 »	» »
4 Oeler	» »	660 »	» » (wovon 2 in der Unterstation)
2 Heizer	» »	660 »	» »

Außerdem sind 5 Mann am Tage und 2 Mann in der Nacht in der Reparaturwerkstätte, namentlich mit der Instandhaltung der Führungsrollen, beschäftigt.

Die gesamten Anlagekosten der Zentralstation einschl. Seile, Oberbau, sowie 60 Greiferwagen — grip-cars — und 120 Personenwagen — coach-cars — mit entsprechendem Wagenschuppen usw. beziffern sich ungefähr auf 2,1 Mill. \$; sie betragen somit pro englische Meile rd. 100000 \$, d. i. 265000 M für 1 km.

E. Reichel.

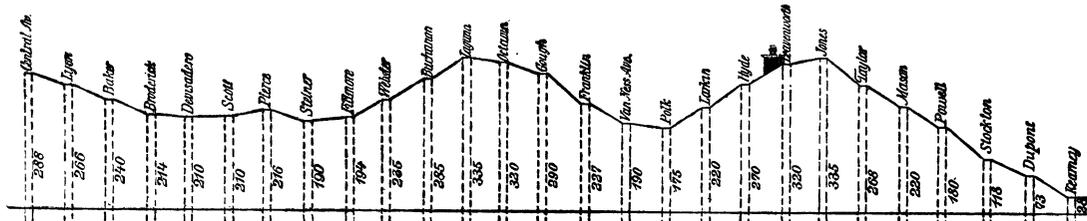
Kalifornische Seilbahnen.

San Francisco nahm den ersten Aufschwung anfangs der 50er Jahre, als die Goldgräber massenhaft ins Land zogen und beim Nachlassen des Goldfiebers gewöhnliche menschliche Thätigkeit in Kalifornien ertragsfähiger fanden als das Goldwaschen. In die Verwaltung der aufblühenden Stadt zog nach berühmten amerikanischen Mustern alsbald die Korruption ein; die Bessergesinnten vereinigten sich jedoch zweimal in den 50er Jahren zu einem »vigilance committee«, welches ohne Umstände die verkommenen Häupter der Stadtverwaltung nach Verdienst entweder hängte oder davonjagte.

Diese prompte Justiz hat augenscheinlich mächtig nachgewirkt. San Francisco ist heute im Gegensatze zu allen anderen amerikanischen Städten, vielleicht Washington ausgenommen, eine saubere, schöne, wohlgepflegte Stadt, die sich mit jeder europäischen messen kann, mit vorzüglicher Wasserleitung, gutem Straßenspflaster usw., sodass der Europäer dort wieder den Einfluss einer geordneten Verwaltung genießt und sich der schönen Stadt erfreut, welche die modernen technischen Hilfsmittel nicht bloß dort ausnutzt, wo das Geschäft es bedingt, sondern auch zum Gemeinwohl.

Fig. 145.

Seilbahn Clay Street.



Die kalifornische Ordnung scheint auch auf die Verkehrsmittel eingewirkt zu haben, sie sind hier im Gegensatz zu dem reichen und früher entwickelten Osten bequem und schön, vielfach geradezu musterhaft. Auf den Seilbahnen in San Francisco ist das Fahren nicht, wie in Chicago, eine Marter, sie sind für den Fremden eine Sehenswürdigkeit ersten Ranges, und Kreuz- und Querfahrten auf den Seilbahnen durch diese hügeligste aller Städte mit ihren prächtigen Aussichten sind ein Vergnügen, was in anderen, selbst hochentwickelten Städten noch niemand behauptet hat, von Chicago ganz zu schweigen. Dabei ist die technische Durchbildung eine sehr eigenartige, auf durchaus selbständiger Erfahrung aufgebaute; außerdem ist San Francisco die Vaterstadt der Seilbahnen.

Im Anschluss an den Bericht über die Chicagoer Seilbahnen will ich im Nachstehenden versuchen, einen kurzen Ueberblick über kalifornische Seilbahnen, ihren Bau und ihre Betriebsweise zu geben; mit Rücksicht auf den vorangehenden Bericht des Hrn. Prof. Reichel kann ich mich dabei auf das Wesentlichste beschränken.

Zwar gilt für die Maschineneinrichtung der Seilbahnen, wenn nur der Grundgedanke verfolgt wird, Ben Akiba's

Spruch in vollem Mafse; denn alles Wesentliche ist bei den alten Seilrampen und auch bei der Seilförderung im Bergbau schon dagewesen. Zur Zeit, als im Eisenbahnbetrieb Steigungen von 1:40 und darüber mit gewöhnlichen Lokomotiven nicht überwindbar waren, sind schiefe Ebenen mit Seilbetrieb, mit Frikionsseilwinden und Dampfmaschinenantrieb befahren worden. Heute sind diese Eisenbahnrampen außer Betrieb, ich habe keine durch eigene Anschauung mehr kennen gelernt, aber durch den Verkehr mit Mitarbeitern an diesen für die damalige Zeit großartigen technischen Leistungen, insbesondere dem Chefsingenieur der Cockerill-Gesellschaft, Hrn. Kraft de la Saulx, habe ich die Einzelheiten und Betriebserfahrungen kennen gelernt, und ich muss gestehen: alles Wesentliche findet sich bei den neuesten Seilbahnen wieder, nur die Einzelheiten sind verbessert, dem Zwecke besser angepasst; aber gerade von diesen Einzelheiten hängt der Erfolg ab. Ein Beweis hierfür ist die kleine Seilbahnanlage in Paris (Belleville). Diese wurde von städtischen Ingenieuren erbaut, kam aber erst nach 2jährigen vielfach missglückten Versuchen in Betrieb, nachdem außer anderen unzähligen Aenderungen auch der Oberbau zweimal neu hergestellt werden musste.

Fig. 146. Alter Oberbau Clay Street. Maßstab 1:20.

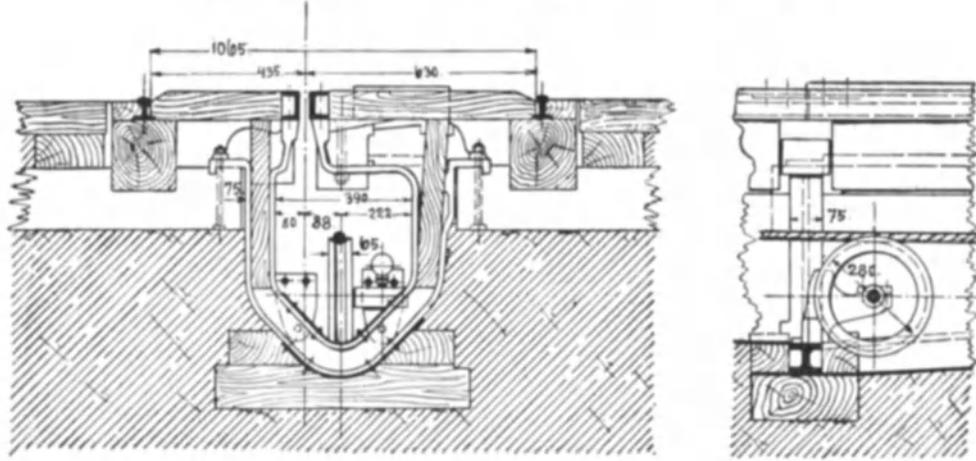


Fig. 147 Alter Oberbau. Maßstab 1:20.

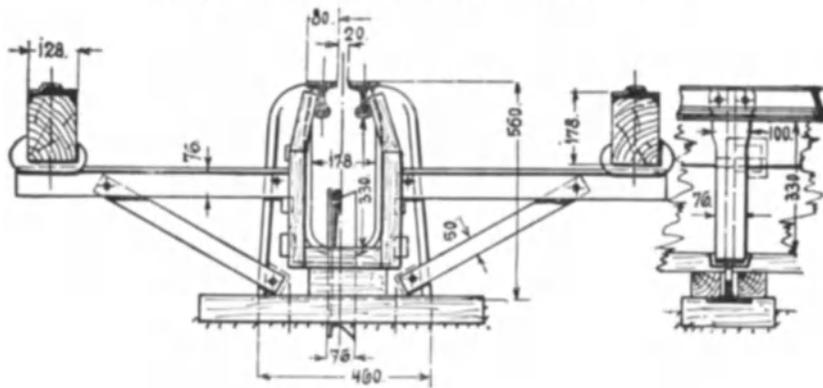


Fig. 149. Klemmrolle.

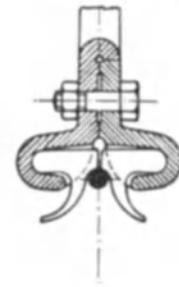
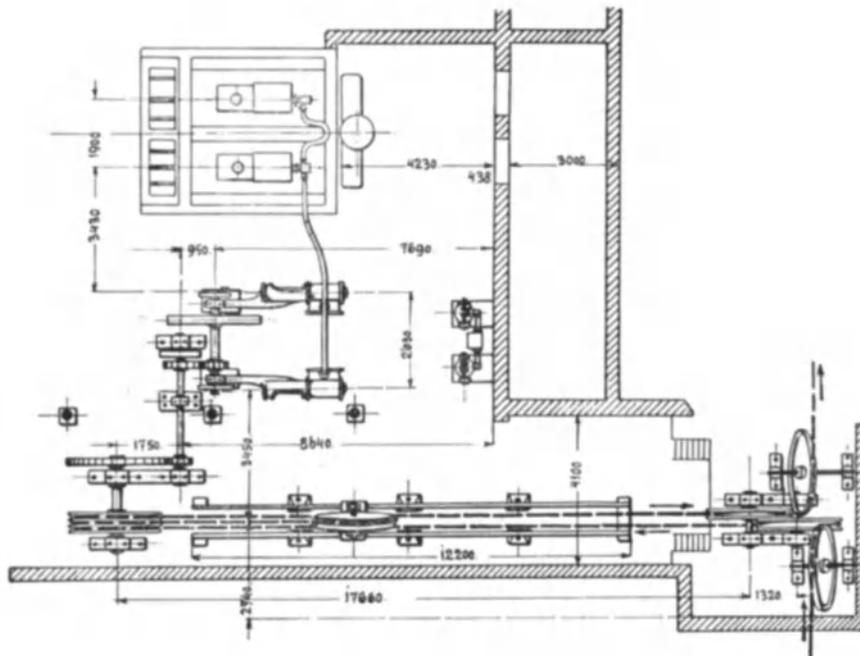
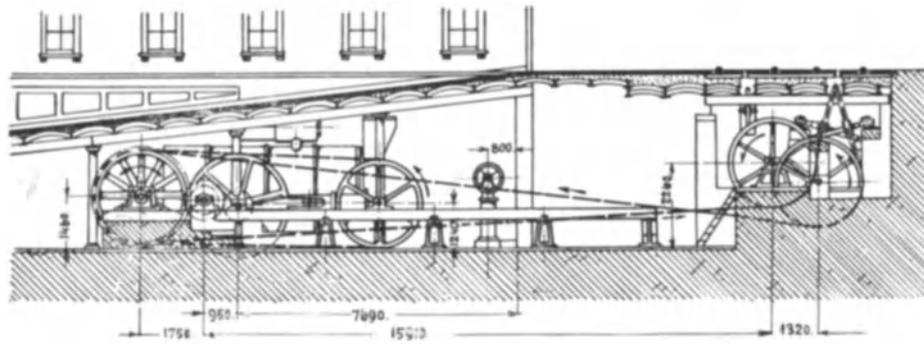


Fig. 148. Alte Maschinenanlage Clay Street. Maßstab 1:200.



Gerade in Hinsicht auf diese wichtigen Einzelheiten sind unter allen mir bekannten amerikanischen Seil-Straßenbahnen diejenigen in San Francisco am besten ausgebildet.

Die Seilbahnen im Osten, insbesondere die neuen Anlagen in Chicago und die beiden neuen großen Seilbahnen in New York am Broadway und in der 3. Avenue, sind mit neuen, vollkommenen Dampfmaschinenanlagen ausgestattet, die sonstigen Betriebseinrichtungen hingegen sind in San

Francisco besser durchgebildet. Hier liegt größere Erfahrung und größere Sorgfalt vor, und das erfreuliche Ergebnis dieser Ueberlegenheit ist für den Fahrgast die prächtige Fahrt.

Die erste Seilbahn für städtischen Betrieb ist in San Francisco durchgeführt worden; sie ist noch verhältnismäßig jungen Datums und wurde 1873 von Hallidie geplant und ausgeführt. Es ist in der That keine Stadt besser für diese Art Verkehrsmittel geeignet als San Fran-

Fig. 150. Seil-Tragrollen. Maßstab 1:12.

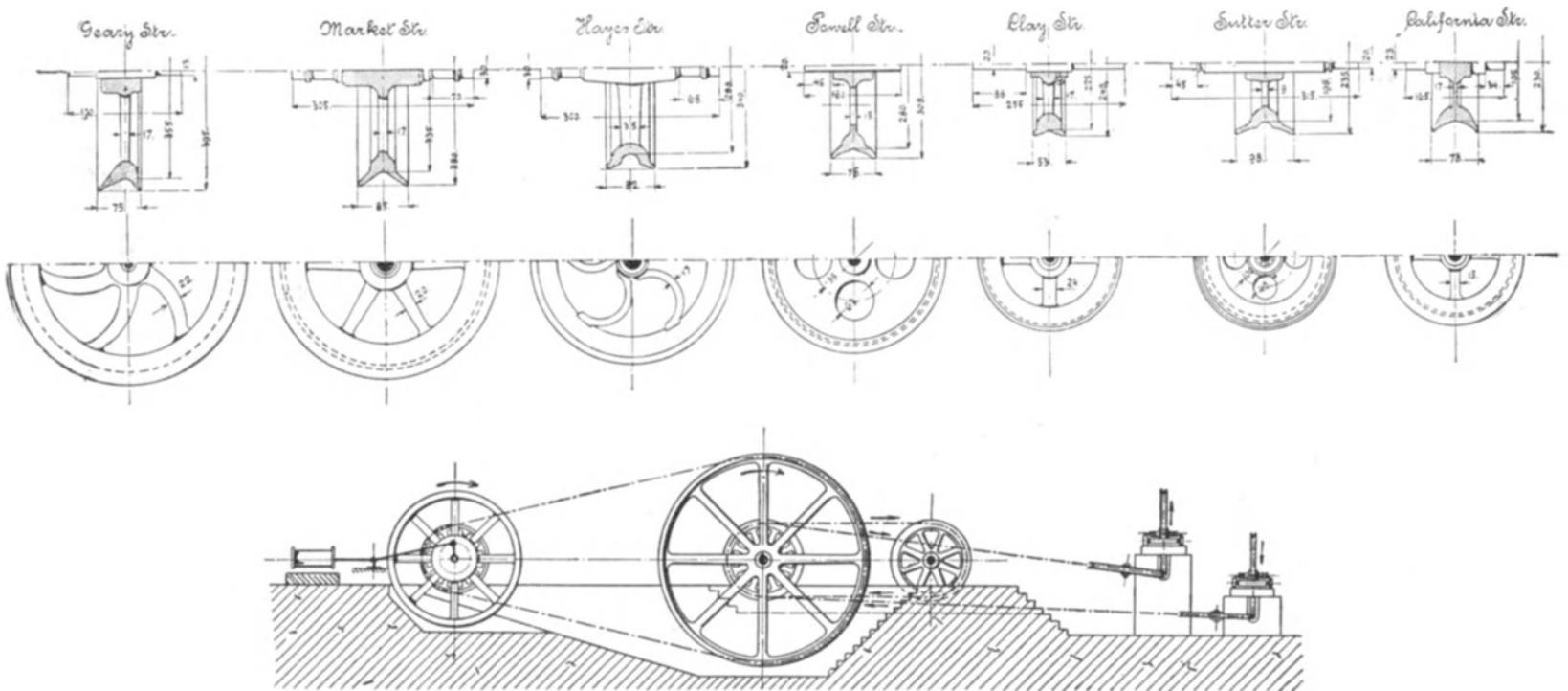
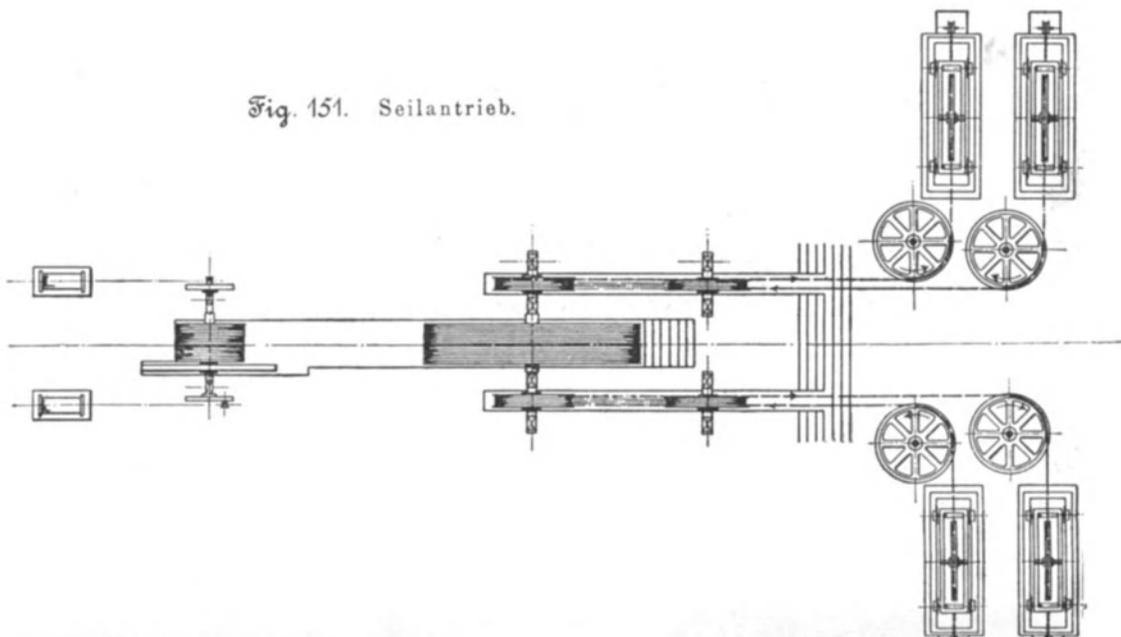


Fig. 151. Seilantrieb.



cisco, wo, der sehr hügeligen Lage wegen, weder elektrischer noch Pferdebahnbetrieb überhaupt in Frage kommen konnte. Seitdem hat der Seilbahnbetrieb in San Francisco einen ungeahnten Aufschwung genommen, obschon nur in einer einzigen Straße (Market Str.) dichter Verkehr, in allen übrigen nur schwacher Verkehr auf sehr große Entfernungen zu bewältigen ist. Gegenwärtig sind etwa 70 km Bahnlänge in Betrieb, die täglich von ungefähr 30 pCt der Bevölkerung benutzt werden.

Der ersten Anlage standen viele Schwierigkeiten und Vorurteile gegenüber. Die Baubewilligung war sehr beschränkt und dem Unternehmen nicht günstig. Die Linie, für welche die 5197' = 1585 m lange Strecke der Clay Str. ausersehen worden war, deren Profil in Fig. 145 dargestellt ist, musste in zwei Monaten ausgeführt werden; das Kapital musste von vornherein gezeichnet sein. Dabei war vorzüglichste Bauart vorgeschrieben, und dem Fuhrwerks- und Personenverkehr durfte kein Hindernis erwachsen.

Die Schwierigkeiten wurden überwunden, und am 1. August 1873 konnte ein Versuchsfahren stattfinden. Diese Strecke sollte nur die Möglichkeit solches Betriebes beweisen.

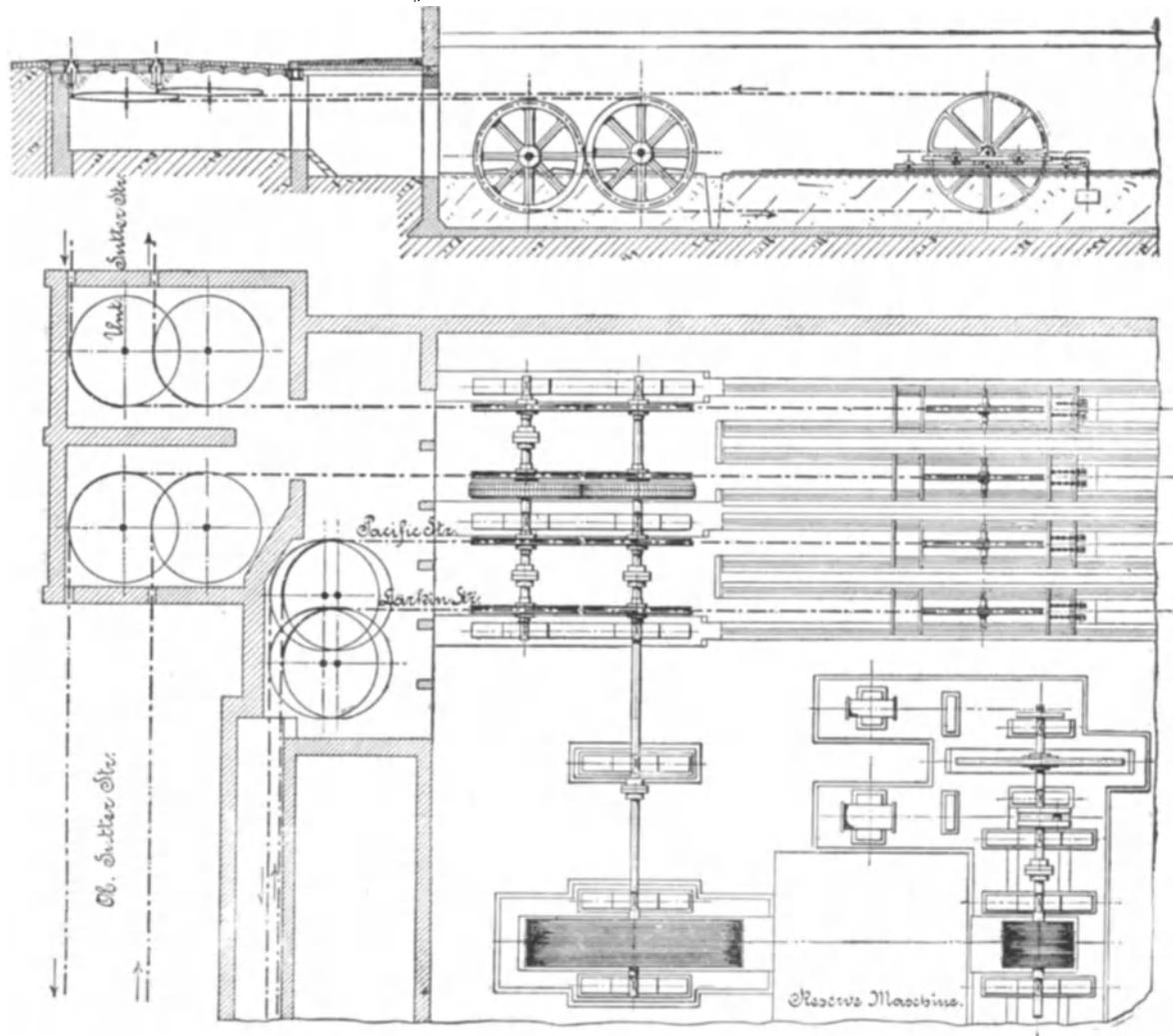
Der ursprüngliche Oberbau, Fig. 146, dieser ältesten Seilstraßenbahn unterschied sich sehr bedeutend von dem jetzt üblichen. Holz wurde in der ausgiebigsten Weise verwendet. Die Schienen gewöhnlichen Profils ruhten auf hölzernen Längsschwellen, während der Schlitz für den Mitnehmer von 2 E-Eisen gebildet wurde. Der Seilkanal wurde durch Bretterverschlag abgeschlossen.

Eine andere Anordnung der alten Seilbahnen veranschaulicht Fig. 147, wobei der Schlitz durch umgekehrte gewöhnliche Schienen gebildet wurde. Die Holzverschalung für den

Seilkanal war jedoch so angebracht, dass sie ohne Schwierigkeit durch Beton ersetzt werden konnte, dessen Anwendung später allgemein wurde.

Es war natürlich, dass bei dieser ersten Anlage sehr viele Schwierigkeiten überwunden werden mussten, bis sie ganz zufriedenstellend arbeitete. Die Anordnung der alten Maschinenstation ist aus Fig. 148 ersichtlich. Die Betriebskraft wurde durch eine Zwillingsmaschine mit Kondensation geliefert, die mit zweifacher Räderübersetzung die Seiltreibscheiben antrieb. Eine selbststellbare Spannrolle mit Gewichtsbelastung war noch nicht vorhanden. Die Rolle ruhte auf einem Schlitten, der je nach den sich ergebenden Seilverlängerungen verschoben wurde.

Fig. 152. Seilantrieb. Station Sutter Str.



Bemerkenswert ist, dass bei dieser Anlage die Seilscheiben, um die nötige Reibung des Seiles zu erhalten, mit hölzernen selbstspannenden Klammern, nach Art der Fowler'schen Seilscheiben, ausgeführt wurden, wie in Fig. 149 dargestellt.

Der scharf ansteigenden Hügel wegen (Steigungen über 1:6 konnte den Wagen nur sehr kleine Längenausdehnung gegeben werden; die Mitnehmerwagen wurden von dem Personenwagen vollständig getrennt, sodass das Seil beim Anfahren auf die Hügel weniger von seiner Richtung abgelenkt wurde. Der Mitnehmer wurde durch Handrad und Schraube angezogen, eine Anordnung, die auch jetzt bei der neuesten Seilbahn (Broadway in New York) wieder angewandt ist, wohl mehr wegen des geringen Raumerfordernisses als wegen der raschen und sicheren Wirkung.

Nachdem die Anlage der Clay Str. die Erwartungen befriedigt hatte, wurden weitere Seilbahnen gebaut, und zwar 1877 in der Sutter Str., 1878 California Str., 1880 Geary Str., 1881 Presidio Str., die größte jetzt bestehende Kabelbahn in der Market Str. und die der Omnibusgesellschaft. Diese

sämtlichen Seilbahnanlagen sind älter als die im Osten (in Chicago wurde die älteste, die City Railroad, 1882 in Betrieb gesetzt).

Die Seilbahnen in San Francisco zeigen in manchen Punkten wesentliche Verschiedenheiten von denen im Osten. Infolge der langen Abgeschlossenheit San Franciscos vom Osten ging die Entwicklung aller maschinentechnischen Einrichtungen dort ihren eigenen Weg, ohne die Erfahrungen benutzen zu können, die mittlerweile in anderen Städten gemacht worden waren.

Trotzdem gehören die Seilbahnen in San Francisco noch heute zu den leistungs- und ertragsfähigsten, obwohl der Betrieb mit sehr teurem Brennmaterial (8 \$ für 1 t Kohle) durchzuführen ist. Es mag dabei die Gleichmäßigkeit des kalifornischen Klimas mit von Einfluss sein, wodurch sowohl die Seildauer verlängert als auch die Anlage verbilligt wird.

Wie sehr diese Seilbahnen in die Verhältnisse San Franciscos eingegriffen haben, geht daraus hervor, dass die Hügel, die nach dem Meere zu gelegen sind und die schönsten Aussichten bieten, wegen ihrer Steilheit jedoch früher nur ge-

Fig. 153 bis 158. Maschinenanlage der Seilbahn in Los Angeles, Cal. Mafstab 1:300.

Fig. 153. Schnitt G H.

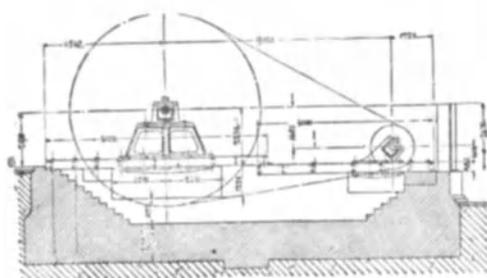


Fig. 154. Seitenansicht des Antriebes.

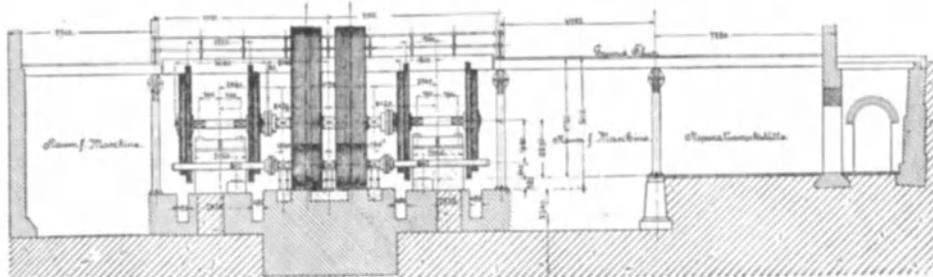


Fig. 155. Maschinen- und Kesselhaus.

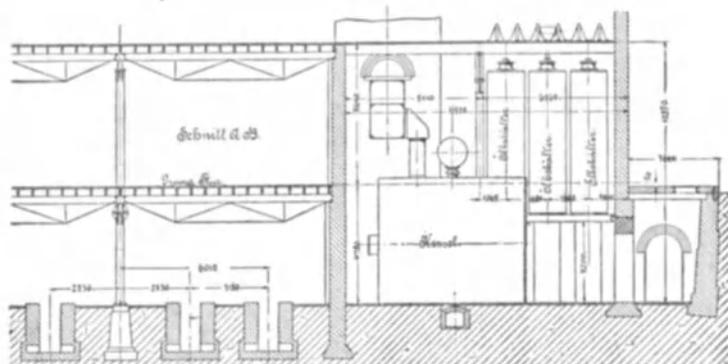


Fig. 156. Schnitt E F.

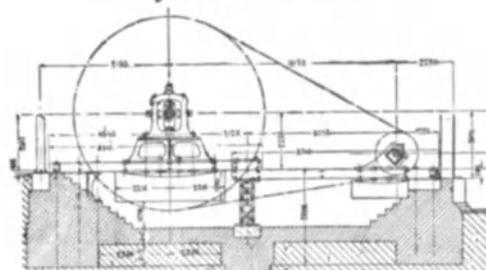


Fig. 157. Grundriss der Maschinenanlage.

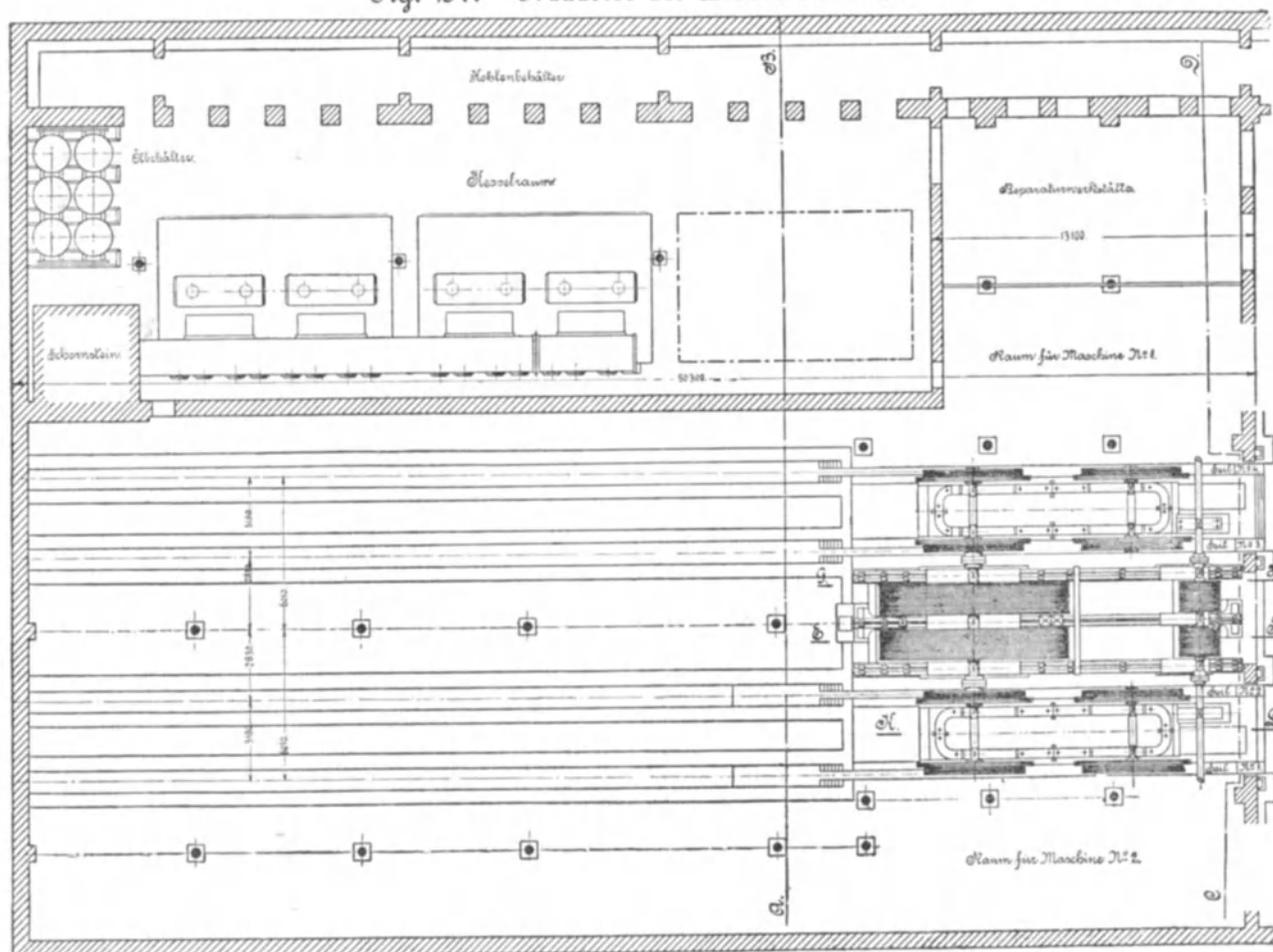
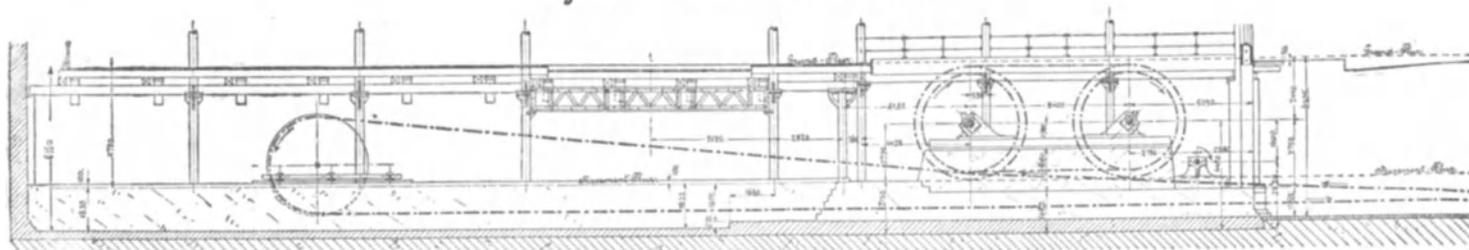


Fig. 158. Seiltrieb. Schnitt K L.



ringen Wert hatten, nach Einführung der Seilbahnen ihren Wert verdrei- bis verfünffachten und jetzt sogar zu den bevorzugtesten Teilen der Stadt gehören.

Während im Osten die Seilbahnen von Unternehmern fabrikmäßig nach einem Schema hergestellt werden, sind die verschiedenen Gesellschaften in San Francisco selbständig vorgegangen und haben jede nach eigener Erfahrung Verschiedenes geschaffen. Als Beispiel für die Mannigfaltigkeit dürften die in Fig. 150 dargestellten und von den verschiedenen Gesellschaften verwendeten Tragrollen dienen.

Die vorhin erwähnten Seilscheiben mit Holzklammern wurden wegen der häufigen und kostspieligen Auswechslungen bald wieder verlassen. Man bedient sich jetzt einfacher

Seilscheiben mit Holzausfütterung, indem man entweder die Seile mehrmals um zwei Scheiben herumwickelt, s. Fig. 151, gewöhnlich 4- bis 5-mal, um die nötige Reibung zu erzielen, oder indem man sie in Form eines S einmal um die Rollen legt, wie in Fig. 152, Anlage der Sutter Str., dargestellt. Die erstere Anordnung ist die fast durchgängig im Osten übliche. Den Nachteil, dass das Seil durch die ungleichen Seilspannungen sich ungleichmäßig abnutzt und infolge dessen nach Art eines Differentialflaschenzuges wirkt, wodurch die begonnene Abnutzung sich rasch vergrößert, hat man dadurch zu umgehen gesucht, dass man die einzelnen Rillen beweglich machte, wie bei der im Osten jetzt ausschließlich angewandten Differentialtrommel von Walker. Letztere Trommel hat in San Francisco noch wenig Eingang gefunden;

Fig. 159. Spannvorrichtung. Maßstab 1: 60.

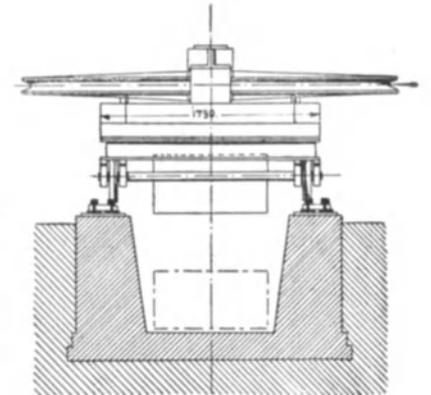
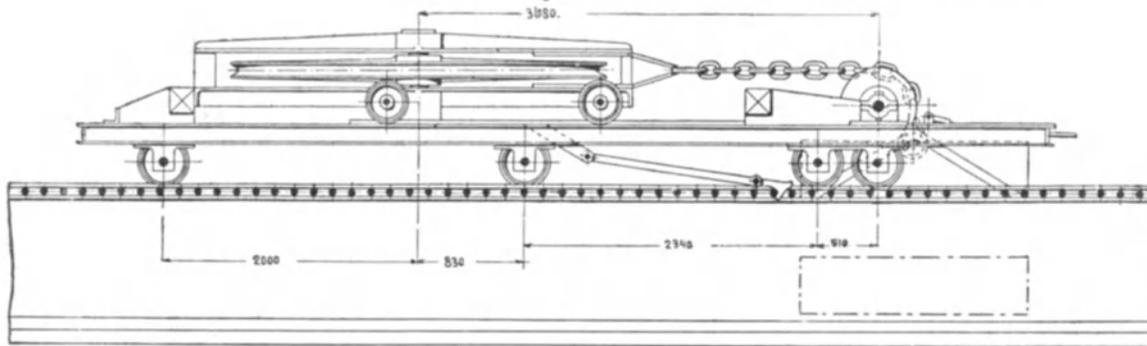


Fig. 160. Mitnehmer. Maßstab 1: 25.

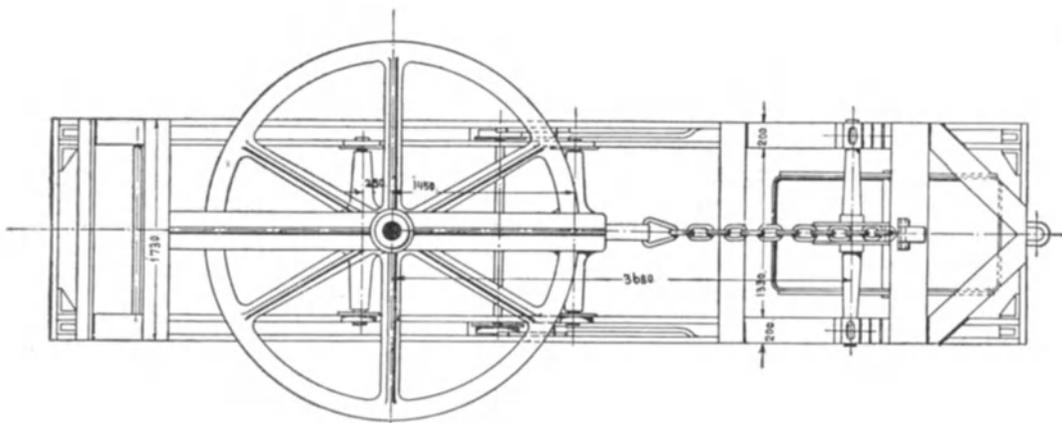
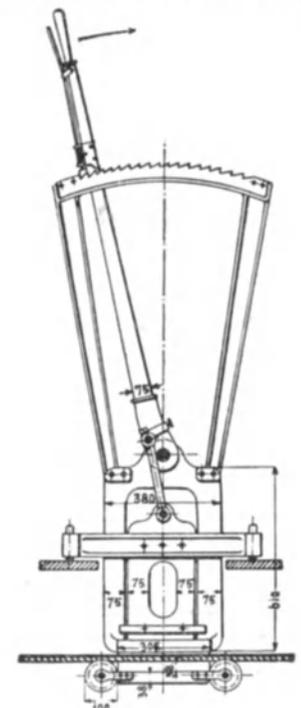


Fig. 161.

Seilbahn California Str.



man begnügt sich damit, die Scheiben mit Holz auszufüttern und dieses nach Abnutzung zu erneuern.

Während im Osten gewöhnlich beide Seiltreibscheiben mittels Räderwerkes von der Maschine angetrieben werden, ist in San Francisco gewöhnlich nur eine Scheibe als Treibscheibe benutzt. Erst eine neuere Anlage, die vom Ingenieur Eckart in Los Angeles (Süd-Californien) ausgeführt wurde, hat zwei besonders starke Seile zum getrennten Antrieb der zweiten Scheibe, sodass diese Scheiben mit treibend auf das Straßenseil wirken.

Die Anlage in Los Angeles ist in Fig. 153 bis 158 dargestellt. 2 Dampfmaschinen, eine in Reserve, treiben eine gemeinschaftliche Welle an, von der mittels Baumwollseile die Antriebswelle der Seiltreibscheiben in Bewegung

gesetzt wird (s. Grundriss und Fig. 153, 154 und 156). Den 4 anzutreibenden Seilen entsprechend, sind 4 solcher Scheiben vorhanden, die je 4 Rillen zur Aufnahme des Straßenseiles und 2 Rillen für starke Baumwollseile tragen, mit welchen die gegenüberstehenden Seiltrommeln angetrieben werden.

Die Schlitten für die Spannwagen sind in der Achse der Maschinen aufgestellt, wie aus dem Querschnitt Fig. 158 ersichtlich. Der übrige Teil des Gebäudes wird von der Kesselanlage und der Reparaturwerkstätte beansprucht, Fig. 155 und 157.

Für Kesselheizung ist sowohl Kohlen- als auch Oelfeuerung vorgesehen.

Eine andere Eigentümlichkeit der Seilbahnen in San Francisco besteht in der Anordnung der Spannvorrichtungen. Diese sind augenscheinlich ohne weiteres aus der ursprünglichen Anordnung der Clay Str. hervorgegangen. Als die Notwendigkeit erkannt wurde, die Seilspannung auch während des Betriebes zu regeln, setzte man die Seilscheiben beweglich auf den Schlitten und versah auch diesen der leichten Verschiebbarkeit wegen mit Rollen. Eine solche Spannvorrichtung ist in Fig. 159 dargestellt. Der eigentliche Spannwagen mit wagerechter Scheibe ruht auf einem zweiten Wagen, der für die Dehnung des Seiles während des Betriebes lang genug ist. Die konstanten Ausdehnungsschwankungen jedoch, die im Laufe eines längeren Betriebes unvermeidlich eintreten, werden dadurch ausgeglichen, dass dieser zweite Wagen nach Erfordernis auf einem Schlitten verschoben wird. Bei der in Fig. 159 dargestellten (älteren) Anordnung wird der untere Wagen durch einen Haken festgehalten. Bei neueren Aufstellungen mit senkrechten Scheiben, wie sie in der Anlage der Sutter Str., Fig. 152, verwandt sind, wird der Wagen in seiner Lage jedesmal durch Keile, die in Nuten von je 0,3 m Entfernung eingeschoben werden, gesichert. Die Anordnung mit doppeltem Wagen hat den Vorteil, dass die (in Chicago) üblichen Gewichtsschächte, deren Herstellung ziemlich große Kosten verursacht, vermieden werden, wenn man nicht, wie es bei der neuen Anlage in New York geschehen ist, das Gewicht in einem schmiedeisernen Turme aufhängen will.

Selbstverständlich herrscht in der Ausführung der Mitnehmer (grips) in San Francisco eben solche Mannigfaltigkeit wie im Osten. Es verwendet nicht nur jede Gesellschaft ihren eigenen »grip«, sondern sogar verschiedene für die einzelnen Strecken. Im wesentlichen werden in San Francisco gussstählerne Schuhe verwandt, die durch Kniehebelwirkung auf einander gepresst werden, wie der in Fig. 160 dargestellte Mitnehmer erkennen lässt. Man hatte, wie schon erwähnt, ursprünglich in Clay Str. das Zusammenpressen der Backen nicht durch Kniehebelwirkung, sondern durch Handrad mit Schraube erzielt, war aber zum Hebel übergegangen,

Fig. 162. Oberbau in San Francisco.

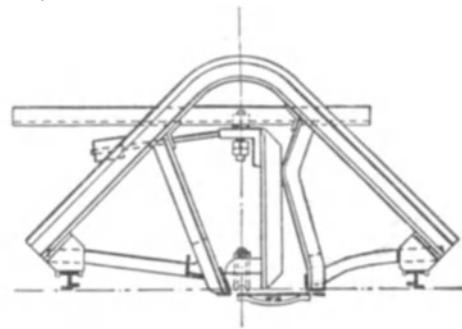


Fig. 163. Oberbau in Los Angeles. Maßstab 1:20.

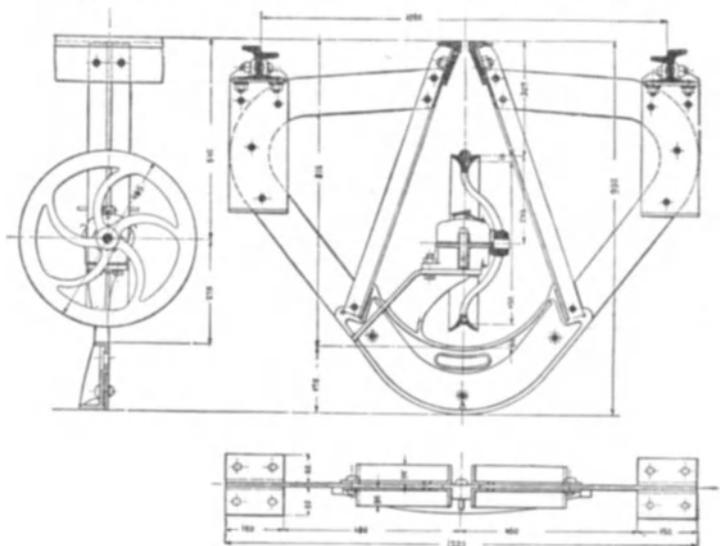


Fig. 164. Führungsrollen in Gefällsbrüchen. Maßstab 1:48.

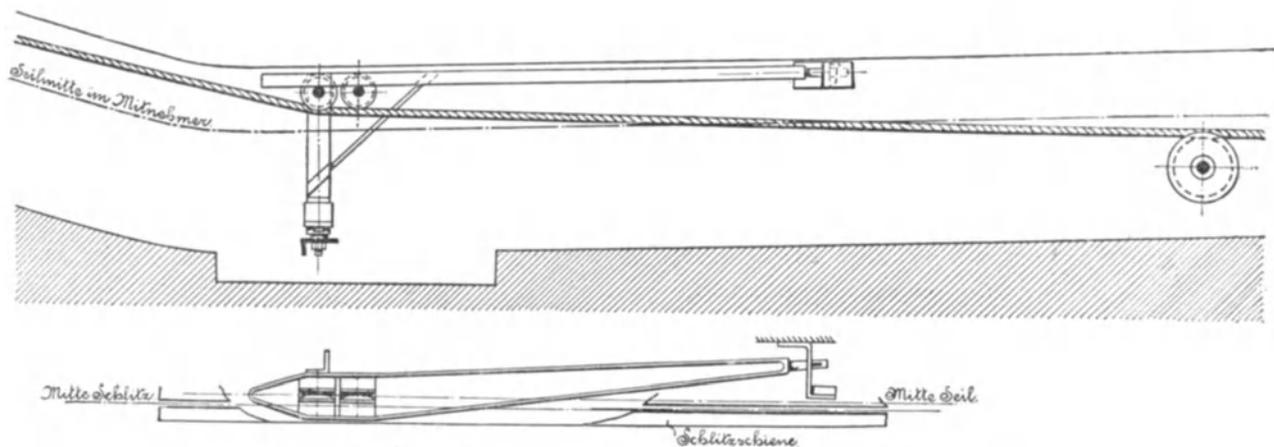
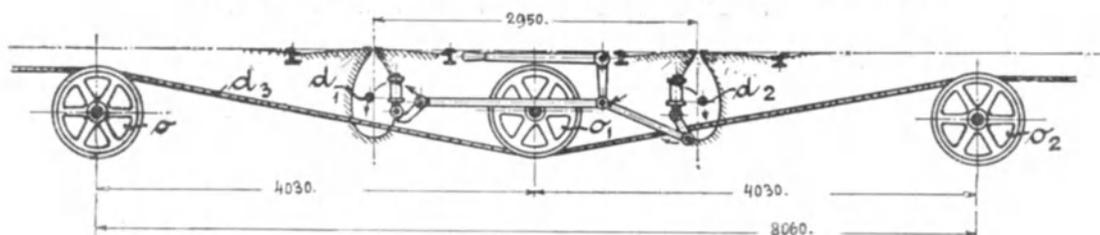


Fig. 166. Abdrückrollen bei Gleiskreuzungen. Maßstab 1:70.



da er rascher zu bedienen ist. Es kann auch die jetzt bei der neuen New Yorker Seilbahn eingeführte Bethätigung der Mitnehmerschuhe mittels Handrades keine Verbesserung genannt werden, denn sie ist sehr zeitraubend und unsicherer als die Hebeleinstellung.

Außer durch diese mehr oder weniger nebensächlichen

Eigentümlichkeiten zeichnen sich die Seilbahnen in San Francisco im Prinzip hauptsächlich dadurch vor denen im Osten aus, dass für den Maschinenbetrieb fast ausschließlich nicht nur Verbundmaschinen mit Kondensation, sondern sogar Mehrfach-Verbundmaschinen mit Kondensation angewendet werden, während man im Osten Eincylinder-Auspuffmaschinen

des regelmässigen Ganges wegen für unumgänglich nötig erachtet. Für die Einführung sparsameren Betriebes sind zunächst die hohen Kohlenpreise in San Francisco maßgebend. Man hat dort weder Oel noch einheimische Kohlen zur Verfügung; die Kohlen werden aus England eingeführt und kosten 8 \$ die Tonne. Dabei sind die Arbeitslöhne sehr hoch. Der Fahrpreis durch ganz San Francisco beträgt wie überall nur 5 Cents = 20 Pfg.; trotzdem stehen die Bahnen

Fig. 165. Seilbahnwagen der Omnibus Co.

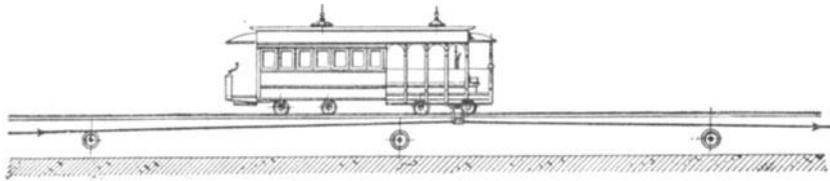
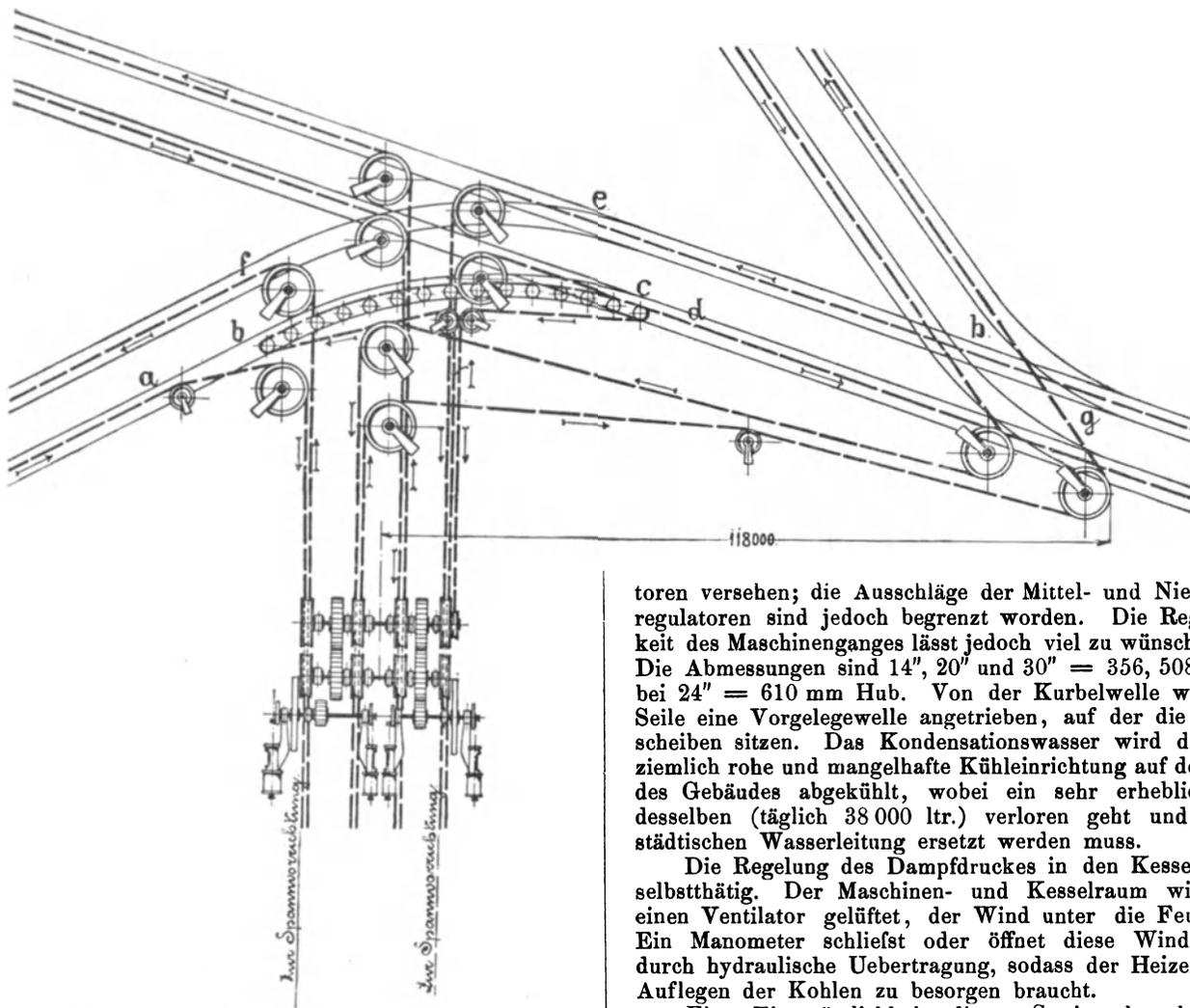


Fig. 167. Gleisabzweigungen und Kurventrieb mit Hilfsseil der Market Str.-Anlage. Maßstab 1:120.



der des Niederdruckcylinders außer Tätigkeit. Trotzdem ist die Regulierung dieser Maschinen vollständig zufriedenstellend. Das Kondensationswasser wird durch einen artesischen Brunnen geliefert.

Die neueste Station in San Francisco ist die Station der California Street Cable R. R. Co., deren Linie im Profil in Fig. 161 dargestellt ist. In der Station ist eine Dreifach-Verbundmaschine mit Kondensation aufgestellt; Hoch-, Mittel- und Niederdruckcylinder arbeiten auf eine gemeinschaftliche Welle, die in der Mitte zur Aufnahme der Lenkstange des Mitteldruckcylinders gekröpft ist. Es ist dabei keine Reservemaschine vorgesehen. Bei Störungen arbeiten entweder Hoch- mit Niederdruck-, oder Hoch- mit Mitteldruck-, oder Mitteldruck- mit Niederdruckcylinder. Alle 3 Cylinder sind mit Regula-

toren versehen; die Ausschläge der Mittel- und Niederdruckregulatoren sind jedoch begrenzt worden. Die Regelmäßigkeit des Maschinenganges lässt jedoch viel zu wünschen übrig. Die Abmessungen sind 14", 20" und 30" = 356, 508, 762 mm bei 24" = 610 mm Hub. Von der Kurbelwelle wird durch Seile eine Vorgelegewelle angetrieben, auf der die Seiltreibscheiben sitzen. Das Kondensationswasser wird durch eine ziemlich rohe und mangelhafte Kühleinrichtung auf dem Dache des Gebäudes abgekühlt, wobei ein sehr erheblicher Teil desselben (täglich 38 000 ltr.) verloren geht und aus der städtischen Wasserleitung ersetzt werden muss.

Die Regelung des Dampfdruckes in den Kesseln erfolgt selbstthätig. Der Maschinen- und Kesselraum wird durch einen Ventilator gelüftet, der Wind unter die Feuer bläst. Ein Manometer schließt oder öffnet diese Windzuführung durch hydraulische Uebertragung, sodass der Heizer nur das Auflegen der Kohlen zu besorgen braucht.

Eine Eigentümlichkeit dieser Station besteht in der Spannvorrichtung der Seile, welche derart angelegt ist, dass auf dem wagrecht gespannten Seile eine Rolle mit Gewicht aufgehängt ist, die sich an senkrechten Säulen auf- und abschieben kann und dem Seile die nötige Beweglichkeit sichert. Der Spannwagen mit dem langen Schlitten ist dadurch entbehrlich gemacht.

Die anderen Stationen bieten wenig Beachtenswertes. Sie sind mit Ausnahme der Station in der Clay Str. mit Verbundmaschinen und Kondensation ausgerüstet. Die Regelmäßigkeit des Betriebes dieser Maschinen ist vollständig genügend.

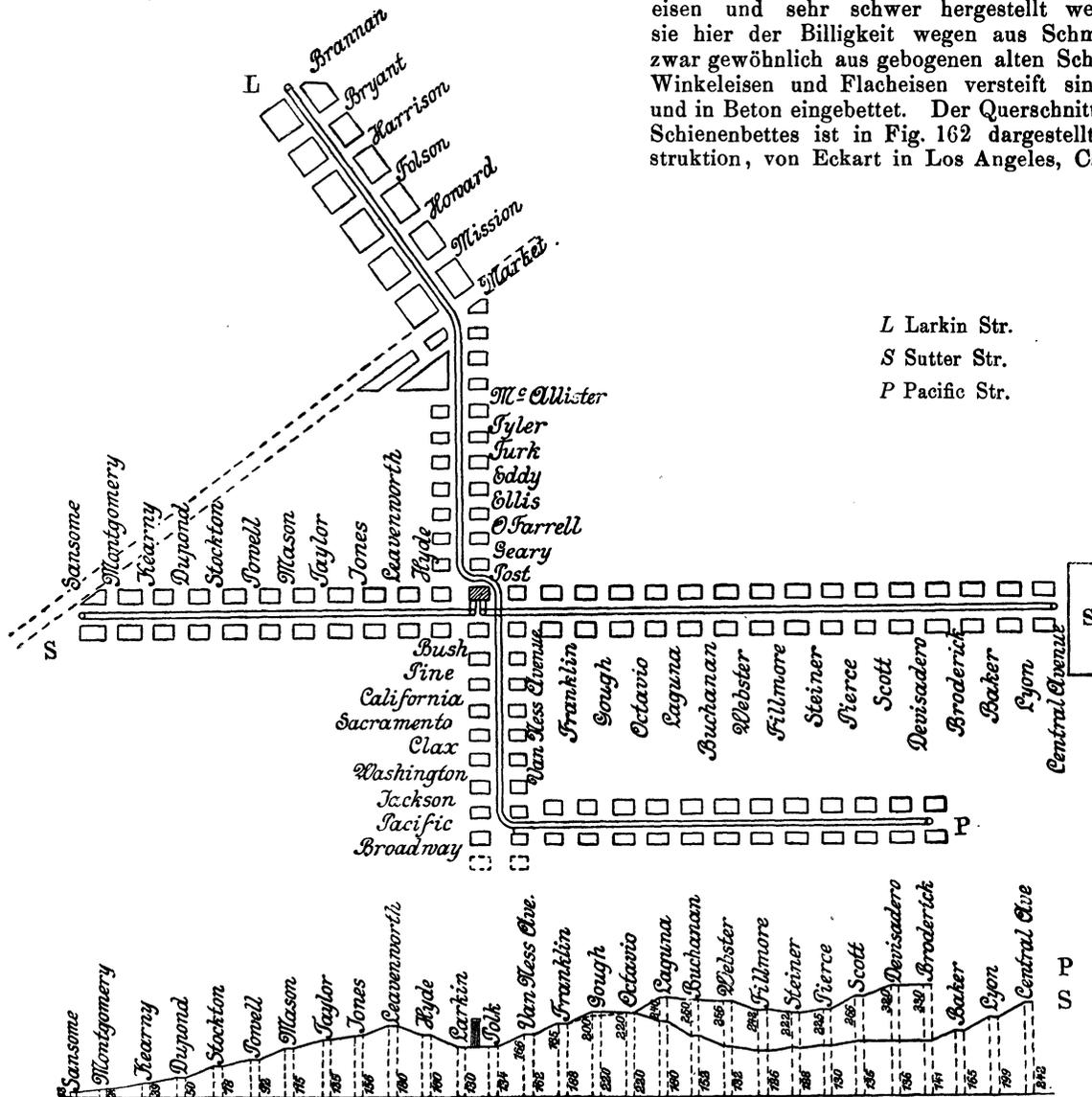
Charakteristisch für die Seilbahnen in San Francisco ist der Umstand, dass man Zahnräder so viel als möglich vermeidet; solche sind eigentlich nur in Anwendung in der Clay

Str.- und in der alten Market Str.-Station, wo der Platz sehr beschränkt ist. Die Anordnung geht aus Fig. 167 hervor. Es mag die Seilübertragung mit eine Ursache für den ruhigen Gang der Maschinen sein, da durch die Nachgiebigkeit der Seile die plötzlichen Aenderungen in der Seilspannung zum teil ausgeglichen werden. Die Zahnübertragung in Clay Str. ist sehr originell. Um Platz zu gewinnen, hat man die Achsen der Maschinen und Spannwagen in die Diagonale des Gebäudes gelegt und in den freibleibenden Ecken das Kesselhaus und die Reparaturwerkstätte untergebracht.

Die Betriebsmaschine in der Clay Str. ist eine liegende

Fig. 168.

Grundplan der Strecken der Sutter Str.



L Larkin Str.
S Sutter Str.
P Pacific Str.

Fig. 169. Profil der Strecken der Sutter Str.

ist in Fig. 163 dargestellt. Dort ist ein gusseiserner Fuss, der zur Aufnahme des einzigen Lagers der Tragrolle bestimmt ist, durch Flacheisen mit den Laufschienen und den Schlitzschienen verbunden und durch Winkeleisen versteift; der Seilkanal ist aus Beton hergestellt.

Für die Tragrolle ist nur ein Lager deshalb gewählt, um die Schmierung, Unterhaltung und Auswechslung möglichst zu vereinfachen.

Die im Osten nötigen besonderen Entwässerungskanäle sind in San Francisco nicht ausgeführt; da das Klima sehr gleichmässig und nicht so feucht ist, genügt es, den unteren Teil des Seilkanals zur Entwässerung zu benutzen.

Die zahlreichen Hügel machten in San Francisco besondere Bauart nötig, um das Seil bei Gefällsänderungen niederzuhalten. Solche Vorrichtung ist in Fig. 164 dargestellt; sie be-

steht aus einem langen, um eine senkrechte Achse schwingenden Hebel, der zwei Leitrollen trägt und durch den vorbeilaufenden Mitnehmer auf die Seite geschoben wird. Sobald der Mitnehmer vorbei ist, bringt ein Gewicht die Rollen wieder in ihre Lage über dem Seil. Diese Einrichtung ist ganz ähnlich der in den Tunneln in Chicago vorgesehenen.

Eine weitere Eigentümlichkeit der Anlagen in San Francisco besteht darin, dass die Wagen keine geschlossene Bahn durchlaufen. Der Gleiswechsel an der Endstation wird dadurch bewirkt, dass der Wagen kurz vor der Ankunft das Seil loslässt, durch sein Beharrungsvermögen auf das zweite Gleis hinüberläuft und sich so stellt, dass der Mitnehmer das umkehrende Seil wieder aufnehmen kann. Bei dieser Anordnung sind die Wagen am vorderen und hinteren Ende mit Hebelwerk und Mitnehmer versehen.

Verbundmaschine der Golden Gate & Miners Iron Works in San Francisco, von deren Kurbelwelle aus das Zahnrad der eigentlichen Seilscheiben angetrieben wird. Auf der exzentrisch ausgeführten Kurbelwelle ist das Zahnrad mit exzentrischem Mittel aufgekeilt, aber so, dass der Zahnkranz konzentrisch zu den Zapfen der Kurbelwelle ist. Um nun das Zahnrad von dem größeren auszukuppeln, ist die Verkeilung des Zahnrades zu lösen und dieses auf der Kurbelwelle zu verdrehen. Auf gleiche Weise kann mit dem großen Zahnrad eine stehende Reservemaschine gekuppelt werden, deren Kurbelwelle zum Rade ebenso liegt wie die der Verbundmaschine.

Die jetzt in San Francisco üblichen Arten des Oberbaues sind wesentlich von denen in Chicago verschieden. Während dort die Gleisträger ausschliesslich aus Guss-eisen und sehr schwer hergestellt werden, werden sie hier der Billigkeit wegen aus Schmiedeeisen, und zwar gewöhnlich aus gebogenen alten Schienen, die mit Winkeleisen und Flacheisen versteift sind, hergestellt und in Beton eingebettet. Der Querschnitt eines solchen Schienenbettes ist in Fig. 162 dargestellt. Eine Konstruktion, von Eckart in Los Angeles, Cal., ausgeführt,

Die abweichend hiervon ausgeführten Wagen der Omnibuslinie, die ähnlich wie beiden Chicagoer Bahnen nach Fig. 165 gebaut sind, haben nur vorn einen Mitnehmer und keinen besonderen kleinen Mitnehmerwagen. Diese Wagen müssen an den Endstationen auf Drehscheiben gedreht werden. Letztere werden durch das Strafsenseil derart in Umdrehung versetzt, dass mittels eines von oben gehandhabten Hebels das Seil gegen eine Rolle gepresst wird und die Drehscheibe durch Reibung herumdreht.

Um Kreuzungen von Linien zu ermöglichen, sind verschiedene Anordnungen in Gebrauch, im Prinzip ähnlich der in Fig. 166 dargestellten. Dort wird das Seil d_3 der einen Linie durch die Rollen o , o_1 und o_2 aus seiner Höhenlage soweit abgelenkt, dass die Seile d_1 und d_2 der kreuzenden Linie und die Mitnehmer dieser Linie über d_3 hinweggehen, ohne es zu berühren. Da aber diese Seile d_1 und d_2 durch die Schwankungen, denen sie im Betriebe unterworfen sind, von dem Mitnehmer des Seiles d_3 beschädigt werden könnten, so ist eine Hebelvorrichtung angebracht, um die Seile d_1 und d_2 beim Passiren der kreuzenden Linie durch Rollen fest niederzudrücken. Die Hebel sind in die Strafe eingebettet und werden nur beim Passiren der einen

Zahl der Umdr.	Widerstand in PS _i				
	der Maschine allein	d. Maschine und der Vorgelege	des unteren Sutter Str.-Kabels allein	des oberen Sutter Str.-Kabels allein	d. Larkin Street-Kabels
10	2,0	3,6	3,2	10,2	18,8
20	5,2	10,8	7,4	16,3	34,5
30	9,7	18,2	10,5	22,7	50,0
40	14,0	27,1	13,6	30,0	65,0
50	19,5	37,5	16,7	38,0	79,6
60	25,8	49,2	19,5	46,8	94,6
70	32,3	52,0	22,3	56,0	107,0

Linie emporgehoben. Es ist dabei selbstverständlich, dass die Linie, deren Seil nach unten abgelenkt wird, das Seil vor der Führungsrolle o fahren lassen muss und es erst nach der Führungsrolle o_2 wieder aufnehmen kann.

Abzweigungen von Linien sind ebenfalls in Anwendung, z. B. bei der in Fig. 167 dargestellten Station der Market Str. Die Station besitzt 2 Verbundmaschinen, von denen eine im Betrieb und eine in Reserve ist. Von der Kurbelwelle werden mittels Räderübersetzung die gemeinsamen Seilscheiben angetrieben. Von der Station werden 4 Hauptseile und 1 Hilfsseil betrieben, 2 Seile für den unteren und oberen Teil der Market Str., 1 Seil für die Valencia Str. und 1 Seil für die 118 m entfernte Haight Str. Die Kurve der Valencia Str. liegt in ziemlich starkem Gefälle, sodass die von der Market Str. kommenden Wagen das Seil bei e loslassen und durch die eigene Kraft die Kurve passiren können, um das Seil in der Valencia Str. bei f wieder aufzunehmen. Auf dem Rückwege dagegen müssen die Wagen durch ein Hilfskurvenseil hinaufgezogen werden. Bei a wird das Valencia-Strafsenseil losgelassen, bei b das langsam laufende Hilfsseil erfasst, um bei c wieder freigelassen zu werden. Bei d wird wieder das Hauptseil eingeklemmt. Die sehr kleinen Entfernungen zwischen a und b und c und d legt der Wagen allein zurück. Das Seil der Haight Str. wird in einem Kanal in die Richtung der Strafe geführt. Der Wagen durchläuft die eben gelegene Kurve in beiden Richtungen vermöge seiner lebendigen Kraft.

Um bei Seilbrüchen den Wagen auf jedem Gefälle zum Stehen bringen zu können, sind den gewöhnlichen Radbremsen, die durch den Fuß angezogen werden, noch zwei kräftige Schienenbremsen mit Holzklötzen hinzugefügt worden, die von einem Hebel aus bethätigt werden. Diese Bremsklötze werden auch während der Thalfahrt benutzt, nutzen

sich rasch ab und müssen alle 10 bis 14 Tage erneuert werden.

In San Francisco sind zum erstenmale in den Jahren 1885, 1888 und 1891 von Eckart ausgedehntere Versuche über die Reibungswiderstände von Seilbahnanlagen gemacht worden. Diese Versuche wurden in der Sutter Str.-Station ausgeführt, deren Maschinenanlage aus Fig. 152 ersichtlich ist. Die Antriebsmaschine ist eine Verbundmaschine, von deren Kurbelwelle aus mittels Seile die Hauptvorgelegewelle betrieben wird. Beide Seiltriebscheibensätze werden von der Maschine durch Zahnräder angetrieben. Ursprünglich liefen von der Station 3 Kabel aus, und zwar 2 für die Sutter Str. und 1 für die Larkin Str. Später kam noch ein viertes Kabel für die Pacific Str. hinzu.

Die Strecke der Sutter Str. Co. ist in Fig. 168 und 169 im Grundplan und Profil dargestellt; sie verläuft ganz gerade, während die Linie der Larkin und Pacific Str. 4 Kurven beschreibt. Die Versuche ergaben denn auch eine große Verschiedenheit im Widerstand beider Linien. Eckart stellte die Reibungswiderstände jedes einzelnen Kabels sowie die Widerstände der Uebersetzung in der Maschine für verschiedene Umdrehungszahlen der Antriebsmaschinen von 10 bis 70 i. d. Min. fest. Ein Ergebnis der Versuche ist in nebenstehender Tabelle enthalten; über die weiteren Erhebungen ist mir vorläufig Mitteilung noch nicht gestattet.

Die Widerstände der Maschine wie der Vorgelege nehmen etwas rascher zu als die Umdrehungszahlen. Die Reibungsarbeit des unteren und oberen Sutter Str.-Kabels, die auf gerader Strecke laufen, ist ungefähr der Umdrehungszahl proportional, während der Widerstand des Larkin Str.-Kabels, das einige Kurven beschreibt, viel rascher zunimmt.

Zur Erläuterung der Versuche zur Ermittlung der Belastung der Kabel im Betrieb sei bemerkt, dass der Wagenbetrieb um 5 Uhr morgens aufgenommen wird und bis 2 Uhr nachts dauert.

1885 waren von der Sutter Str.-Station 3 Kabel im Betrieb von 11630 m Länge bei einem Gewicht von 34615 kg. Der Leergangswiderstand von Maschine, Vorgelege und Seil (ohne Wagen) betrug 118 PS_i. Es mag hierbei die Thatsache erwähnt sein, dass morgens bei Inbetriebsetzung des Kabels der Leerlaufwiderstand um 15 bis 18 PS_i größer war, da das mit Teer getränkte Seil, sowie das Fett der Tragrollen durch die Abkühlung in der Nacht dem Biegen größeren Widerstand entgegengesetzten, der erst gegen 2 Uhr mittags auf den konstanten Wert zurückging.

Mit Einschluss der beladenen Wagen erreichte die größte indizierte Leistung etwa 160 PS_i. Im Jahre 1888 wuchs die Länge der Kabel auf 13620 m und ihr Gewicht auf 40600 kg und damit auch der Leerlaufwiderstand auf 142 PS_i. Die größte Arbeit, in den Abendstunden zwischen 4 und 5 Uhr, mit Einschluss der Wagen, überstieg dagegen 350 PS_i. Im Jahre 1891, nachdem das 4. Kabel der Pacific Str. hinzugekommen war, betrug die Gesamtlänge der Seile 19120 m bei einem Gewicht von 57300 kg. Der Leerlaufwiderstand ergab sich zu 22 PS_i für die Maschine allein, zu 43 PS_i für Maschine und Vorgelege und stieg bei Hinzunahme des Kabels auf 175 PS_i, wobei die in San Francisco übliche Seilgeschwindigkeit von 8 Meilen i. d. Std. = 3,6 m/sek., entsprechend 55 Umdr. der Maschine, vorausgesetzt ist.

Mit Einschluss der belasteten Wagen erreichte die größte indizierte Leistung 425 PS_i. Dieser Leistung entspricht ein Gesamtwirkungsgrad von 60 pCt. Während der Leerlaufwiderstand konstant ist, schwankt die Maschinenleistung sehr bedeutend; sie steigt von morgens 5 bis 8¹/₂ Uhr auf 315 PS_i, sinkt dann auf 270, um zur Mittagszeit wieder auf 351 zu steigen; das Maximum wird in der Regel um 5 Uhr mit 425 und das Minimum um 8 Uhr mit 220 PS_i erreicht.

Aus den Versuchen Eckart's ergab sich, dass die toten Widerstände konstant sind und sich nicht mit zunehmender Zahl der Wagen ändern. Die Anzahl der Wagen spielt nur insofern eine Rolle, als sie das Verhältnis der Gesamtarbeit zur Leerarbeit beeinflusst.

A. Riedler.