

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300361

8

Antiqu. für 10. - no.

20

40

DIE
VERSORGUNG VON STÄDTEN
MIT ELEKTRISCHEM STROM.

x
443

FESTSCHRIFT
FÜR DIE
VERSAMMLUNG DEUTSCHER STÄDTEVERWALTUNGEN
AUS ANLASS DER
INTERNATIONALEN ELEKTROTECHNISCHEN AUSSTELLUNG
ZU FRANKFURT A. M.
26.—29. AUGUST 1891.

DIE
VERSORGUNG VON STÄDTEN
MIT ELEKTRISCHEM STROM.

NACH
BERICHTEN ELEKTROTECHNISCHER FIRMEN
ÜBER DIE VON IHNEN VERWENDETEN SYSTEME.

F. No. 21 333

REDAKTION: INGENIEUR F. UPPENBORN.



BERLIN.
JULIUS SPRINGER.

MÜNCHEN.
R. OLDENBOURG.

1891.

H. 14
29

FESTSCHRIFT

VEREINIGTE DEUTSCHE STADTVERWALTUNGEN

INTERNATIONALE ELEKTROTECHNISCHE VEREINIGUNG

IN BERLIN

1907

DIE

VERSORGUNG VON STÄDTEN

MIT ELEKTRISCHEM STROM

III 16926



MÜNCHEN

VERLAG

DRUCK VON H. S. HERMANN IN BERLIN.

Akc. Nr.

5154/60

VORWORT.

Der Zweck dieser Schrift ist, den Mitgliedern des Städtetages einen schnellen Ueberblick über die von den elektrotechnischen Firmen verwendeten mannigfaltigen Systeme zur Versorgung von Städten mit elektrischem Strom zu ermöglichen und das, was die Internationale elektrotechnische Ausstellung im Einzelnen bietet, durch Darlegung des Systemes, dem es angehört, zu kommentiren und zu ergänzen. Der Einladung des Vorstandes der Ausstellung, an dieser Schrift mitzuarbeiten, hat eine Anzahl Firmen in dankenswerther Weise entsprochen. Da diese Einladung erst Ende Juni erfolgen konnte, so war es nicht möglich, den Firmen eine längere Frist zu ihren Ausarbeitungen zu gewähren, und aus diesem Grunde waren einige derselben nicht in der Lage, sich an der Festschrift zu betheiligen. Bei der Kürze der Zeit war es selbstverständlich ganz ausgeschlossen, eine gleichartige Behandlung des Stoffes durch die einzelnen Mitarbeiter herbeizuführen. Es wurde viel Gewicht darauf gelegt, die Figuren einheitlich zu gestalten; aber streng liess sich auch dieses nicht durchführen.

Was nun den Inhalt der einzelnen Aufsätze anbelangt, so wurden Beschreibungen von Centralanlagen für grosse und kleine Städte, für Gebäudekomplexe, ja sogar für einzelne Gebäude zugelassen. Denn nachdem schon seit längerer Zeit auch kleine Städte der Frage der elektrischen Beleuchtung und Kraftversorgung ein lebhaftes Interesse entgegenbringen, wird es den Stadtverwaltungen nur erwünscht sein, auch kleinere Anlagen in dieser Schrift beschrieben zu finden. Ebenso sind auch generelle Aeusserungen über Beleuchtungssysteme sowie ein Projekt zugelassen, da einige Firmen, obschon sie sich ernstlich mit Centralstationen beschäftigen, dennoch bislang keine Gelegenheit hatten, eine grössere Centralanlage herzustellen. Es war auch beabsichtigt, eine Statistik der elektrotechnischen Industrie sowie der elektrischen Centralstationen aufzustellen. In Anbetracht der Kürze der Zeit liess sich aber nicht

genügendes Material herbeischaffen; andererseits waren die Mittheilungen der einzelnen Firmen nicht gleichartig genug, als dass man dieselben hätte in einer einzigen Tabelle vereinigen können. Aus diesem Grunde sind die statistischen Angaben den einzelnen Aufsätzen angehängt.

Trotzdem hoffen wir, dass diese Schrift den Städteverwaltungen nicht unerwünscht sein wird, dass sie vielmehr durch die zahlreichen technischen und sonstigen Fingerzeige sich vielfach als nützlich erweisen und die Ausbreitung des jüngsten der kommunalen Betriebe, nämlich der elektrischen Centralen, fördern möge.

Berlin, den 7. August 1891.

F. Uppenborn.

INHALT.

	Seite
Akkumulatoren-Fabrik Aktien-Gesellschaft in Hagen i. W.	1
R. Alioth & Cie. in Basel	7
Professor Dr. H. Aron, Fabrik für Elektrizitätszähler in Berlin	17
Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft in Dessau	27
B. Egger & Co. in Wien-Budapest	43
Electriciteits-Maatschappij Systeem „de Khotinsky“ in Rotterdam, Filiale Gelnhausen	53
Elektrotechnische Fabrik J. Einstein & Co. in München.	61
Fabrik für Elektrotechnik und Maschinenbau A.-G. in Bamberg	67
C. & E. Fein in Stuttgart	81
Ganz & Co. in Budapest	91
Hartmann & Braun in Bockenheim-Frankfurt a. M.	107
Internationale Elektrizitätsgesellschaft in Wien	125
Kremenezky, Mayer & Co. in Wien	133
O. L. Kummer & Co. in Dresden	141
W. Lahmeyer & Co., Kommanditgesellschaft in Frankfurt a. M.	147
Maschinenfabrik Esslingen in Esslingen	161
Oscar von Miller in München	175
Gebrueder Naglo in Berlin	185
Schuckert & Co., Kommanditgesellschaft in Nürnberg	209
Siemens & Halske in Berlin	243
Thomson-Houston International Electric Co. in Boston, Hamburg und Paris	267

AKKUMULATOREN-FABRIK
AKTIEN-GESELLSCHAFT IN HAGEN I. W.

Ueber die Verwendung von Akkumulatoren in elektrischen Centralstationen.

Akkumulatoren haben für Central-Stromvertheilungs-Anlagen den gleichen Zweck, wie Gasometer bei Gasanstalten. Sie erlauben unabhängig vom jeweiligen Konsum eine stetig gleichbleibende Produktion und damit eine rationelle Ausnutzung der Stromerzeugungseinrichtung. Sie erlauben ferner, in ökonomischer Weise den Strom zu vertheilen und zu reguliren, und sind in Folge dessen bei der Einrichtung aller neueren Elektrizitätswerke im Projekt mit in Betracht gezogen und überall, wo man sich für Ausführung einer Gleichstromanlage entschied, auch zur Einführung gelangt.

Es schien, bevor die Konstruktion von Akkumulatoren noch nicht so ausgebildet war, um in beliebig grossem und grösstem Umfange in der Praxis Verwendung finden zu können, als ob Gleichstromanlagen für grosse Gebiete nur mit wesentlichem Nachtheil gegenüber Wechselstrom in Bezug auf Anlagekosten ausgeführt werden könnten.

Der häufig vorliegende Wunsch, die Krafterzeugungsstation mit ihren Dampfkesseln und Dampfmaschinen und den damit verbundenen Unannehmlichkeiten in Bezug auf Russbelästigung und Geräusch nicht in der Mitte der grossen Städte zu haben, sondern nach ausserhalb zu verlegen, bedingt eine Einrichtung, welche es erlaubt, ohne unverhältnissmässig hohe Kosten die Zuleitung der elektrischen Energie von diesen Aussenstationen nach der Stadt zu bewirken. Diesem Erforderniss entsprach, ehe die Verwendung von Akkumulatoren so weit ausgebildet war, mehr der Wechselstrom. Derselbe konnte, für verhältnissmässig hohe Spannung in der Aussenstation eingerichtet, unter Aufwendung verhältnissmässig dünner Leitungen zur Stadt überführt und, nachdem er hier transformirt war, den Konsumstellen zugeführt werden.

Die Konstruktion guter, solider Akkumulatoren hat den Gleichstrom in gleiche Lage versetzt. Mittels Anwendung solcher ist die Ueberwindung beliebiger Entfernungen, wie solche beim Wechselstromsystem in Betracht gezogen werden können, in gleicher Weise möglich; vor allen Dingen jedoch ist die Benutzung des Gleichstromes mit Akkumulatoren nicht nur in der Anlage billiger, als ein Wechselstromsystem mit Transformatoren, sondern auch im Betriebe wesentlich rationeller, wobei schliesslich noch die hohen Vorzüge des Gleichstromes gegenüber Wechselstrom mit in Betracht gezogen werden müssen: das ruhige, geräuschlose Brennen der Bogen-

lampen, die Möglichkeit, in absolut gefahrloser Weise Motoren überall anschliessen zu können, die Möglichkeit, den Strom für mobile Zwecke aus der Leitung entnehmen zu können, alle diese Vorzüge stellen den Gleichstrom in eine erheblich bevorzugte Lage gegenüber Wechselstrom.

Im primären Theile, wie man es nennt, d. h. in der zur Erzeugung des elektrischen Stromes dienenden Aussenstation und in der Ueberführung des Stromes nach der Stadt kann selbst auch bei Anwendung von Akkumulatoren Wechselstrom unter Umständen Verwendung finden (siehe Centralanlage Cassel). In der Akkumulatorenstation im Innern der Städte wird derselbe dann wieder in Gleichstrom transformirt. Die Einrichtung wird hierbei so getroffen, dass der hochgespannte Gleich- oder Wechselstrom als Motor eine Dynamomaschine antreibt, welche mit einer zweiten Dynamomaschine, welche den Gleichstrom erzeugt, auf einer Achse montirt wird. Diese sekundäre Gleichstrommaschine erhält diejenige Konstruktion, welche zu ihrer Parallelschaltung mit den Akkumulatoren und dem Leitungsnetz erforderlich ist.

Liegt dagegen die Maschinenstation in der Stadt oder sehr nahe bei derselben, so wird auch primär Gleichstrom angewendet.

Von der Akkumulatorenfabrik Aktien-Gesellschaft in Hagen wurden im Laufe der Jahre von 1888 bis heute zu den folgenden Elektrizitätswerken Akkumulatoren geliefert, bzw. sind solche zu liefern.

Im Betriebe befindliche Elektrizitätswerke:

- Centralstation: in Barmen, ausgeführt von den Herren Schuckert & Co., Nürnberg.
 „ in Bergzabern, ausgeführt von den Herren Schuckert & Co.,
 Nürnberg.
 „ in Breslau, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Char-
 lottenburg.
 „ in Cassel, ausgeführt von Herrn Oscar v. Miller, München.
 „ in Darmstadt, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske,
 Charlottenburg.
 „ in Dessau, ausgeführt von der Deutschen Continental-Gas-Ge-
 sellschaft, Dessau.
 „ in Gevelsberg, ausgeführt von der Bamberger Maschinenfabrik,
 Bamberg.
 „ in Gummersbach, ausgeführt von der Akkumulatorenfabrik Aktien-
 Gesellschaft in Hagen.
 „ im Haag, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Char-
 lottenburg.
 „ in Haardt b. Neustadt a./H., ausgeführt von den Herren Carl & Peuk
 in Worms.
 „ in Hagen, ausgeführt von der Akkumulatorenfabrik Aktien-
 Gesellschaft in Hagen.
 „ in Hannover, ausgeführt von den Herren Schuckert & Co., Nürnberg.
 „ in Königsberg i. Pr., ausgeführt von den Herren Gebr. Naglo in
 Berlin.
 „ in Kösen, ausgeführt von der Bamberger Maschinenfabrik,
 Bamberg.
 „ in Lübeck, ausgeführt von den Herren Schuckert & Co., Nürnberg.

- Centralstation: in Mülhausen i. E., ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Charlottenburg.
- „ in Neapel, ausgeführt von der Società Generale p. la Illuminazione, Rom.
- „ in Neundorf, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Charlottenburg.
- „ in Stettin, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Charlottenburg.
- „ Wien-Neubad, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Wien.
- „ Wien - Mariahilf, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Wien.

Im Bau begriffen:

- Centralstation: in Altona, ausgeführt von den Herren Schuckert & Co., Nürnberg,
- „ in Blankenburg a. H., ausgeführt von den Herren Gebr. Naglo, Berlin.
- „ in Erfurt, ausgeführt von der Deutschen Continental-Gas-Gesellschaft Dessau.
- „ in Gera, ausgeführt von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
- „ in Hamburg, ausgeführt von den Herren Schuckert & Co., Nürnberg.
- „ in Kopenhagen, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Charlottenburg.
- „ in Stockholm, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Charlottenburg.
- „ in Sundswall, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Charlottenburg.
- „ in Trient, ausgeführt von den Herren Siemens & Halske, Wien.
- „ in Wachenheim, ausgeführt von den Herren Schuckert & Co., Nürnberg.
- „ in Wannsee, ausgeführt von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.
-

R. ALIOTH & C^{IE.} IN BASEL.

Elektrische Beleuchtungscentrale in Pontresina (Schweiz).

Einer der besuchtesten Touristenorte der Schweiz, das im oberen Innthal (Engadin) 1830 m über Meer gelegene Pontresina, hat letztes Jahr durch die Firma R. Alioth & Cie. in Basel eine elektrische Beleuchtungseinrichtung erstellen lassen, welche Fachleute interessiren dürfte ihrer besondern Verhältnisse und namentlich des Umstandes wegen, dass sie eine der noch ziemlich seltenen Anwendungen von Gleichstromtransformation darstellt.

Pontresina liegt, wie bekannt, in einem Seitenthale des Inn an der Berninapassstrasse, welche das Innthal mit dem Veltlin verbindet (Wasserscheide Donau-Po), und dehnt sich ca. 1 km. aus. Sechs Kilometer südlich davon, wo der berühmte Morteratschgletscher in das enge Thal sich hinunter drängt, befinden sich die prachtvollen Fälle des von der Passhöhe herunterkommenden Berninabaches, welche für die Arbeitsleistung der Anlage ausgenützt sind. Das Wasser desselben ist oberhalb des ersten Aufstieges der Passstrasse, ca. 2000 m ü. M., in einem kleinen Reservoir theilweise gefasst und von da führt eine gusseiserne Rohrleitung mit 450 mm Lichtweite in das am Fusse von Berg und Gletscher liegende Maschinenhaus. Die Kraftanlage verfügt über eine Druckhöhe von 130 m und ein Wasserquantum von mindestens 280 l per Sekunde; im Sommer führt der Bach mehrere Kubikmeter Wasser.

Die elektrische Disposition der Anlage im Allgemeinen ist nun die folgende: In der Maschinenstation am Morteratschgletscher wird der durch Turbinen nutzbar gemachte mechanische Effekt des Wassers in hochgespannten Gleichstrom umgesetzt und dieser in ein zweites Maschinenhaus in der Mitte von Pontresina (Transformatorstation) durch 2 Drähte (Primärleitung) übergeführt, woselbst er die Gleichstromtransformatoren betreibt, welche ihn in niedriggespannten Strom umsetzen, der sodann mittels einfachen Zweileiternetzes in der Ortschaft zur Vertheilung gelangt. (Siehe Schaltungsschema Fig. 1.) Für die maschinelle Ausrüstung jeder Station sind 4 Maschinenaggregate vorgesehen, von denen vorderhand je 3 zur Aufstellung gelangten. Generator-Dynamos und Primärwicklung der Transformatoren sind hintereinander in die Primärleitung eingeschaltet; die sekundären Wicklungen der Transformatoren arbeiten parallel auf das Vertheilungsnetz.

Im Maschinenhaus (Fig. 2) sind die von Escher, Wyss & Cie. in Zürich gebauten, 75pferdigen Hochdruckturbinen mittels flexibler, elektrisch isolirender Kupplungen direkt gekuppelt mit den Primärdynamos von R. Alioth & Cie. (Fig. 3). Letztere leisten bei 500 Touren 34 A und 1500 V; sie sind 4-polig, haben Serienwicklung und

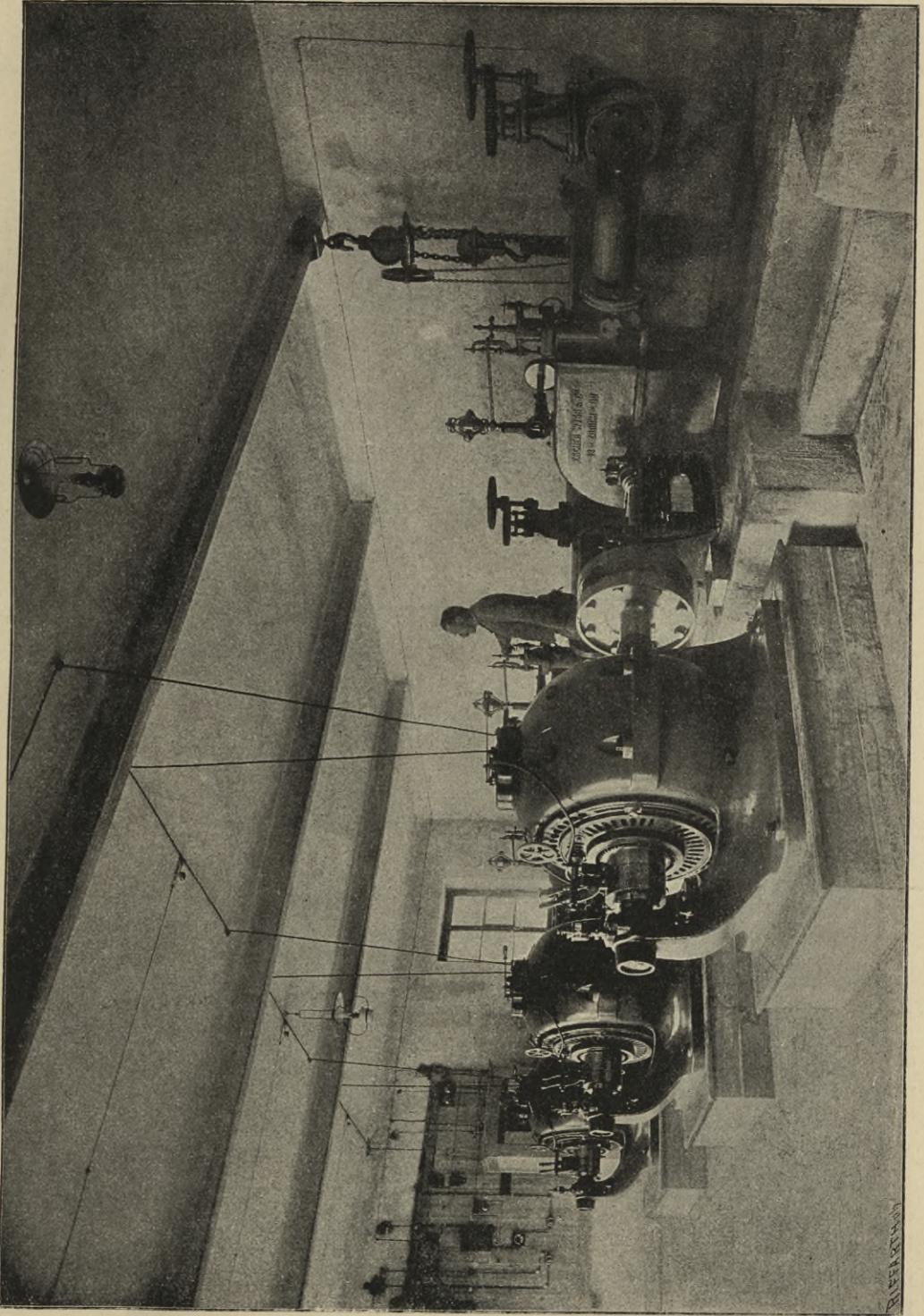


Fig. 2. Maschinenhaus der Centrale „Pontresina“.

werden durch auf ihnen befestigte Ausschalter in die Leitung ein- oder aus derselben ausgeschaltet. Sie sind isolirt aufgestellt und laufen mit konstanter Geschwindigkeit, da die Turbinen mit selbstthätigen Geschwindigkeitsregulatoren versehen sind. Die Folge davon ist, dass die Transformatoren der Sekundärstation in Pontresina ihrerseits ebenfalls bei verschiedener Belastung annähernd mit gleicher Geschwindigkeit laufen und die Stromregulirung in letzterer Station vorgenommen werden kann. Die primäre Ma-

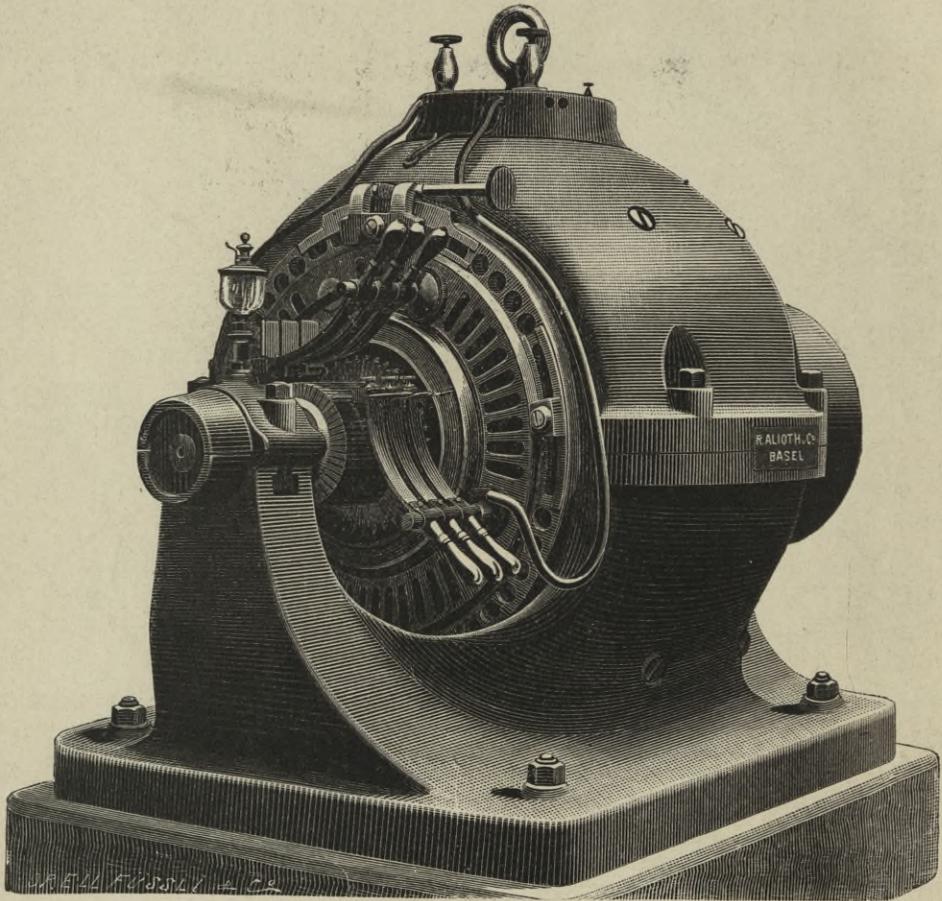


Fig. 3. Primärdynamo.

schinenstation erhielt daher nur wenige zur Kontrolle und Sicherung dienende Apparate; sie erzeugt im Ganzen mit 3 Maschinenaggregaten 34 A bei 4500 V.

Die Primärleitung, aus 5 mm starkem Kupferdraht bestehend, ist oberirdisch auf Oelisolatoren in gewohnter Weise verlegt.

In der Transformatorenstation (Fig. 4) passiert der hochgespannte Strom einige auf einer Schalttafel vereinigte Mess- und Sicherungsapparate und hierauf der Reihe nach die Gleichstromtransformatoren, welche mittels mehrtheiliger Umschalter in Bewegung gesetzt oder abgestellt werden, da die Zahl der laufenden Transformatoren natürlich wie die der Generatoren je nach dem Stromkonsum wechselt. Die Transformatoren, von R. Alioth & Cie. gebaut (Fig. 5 u. 6), zerfallen bezüglich der Anker sowohl als bezüglich der 6-poligen Magnetsysteme in je eine primäre Hälfte (Hauptschluss-

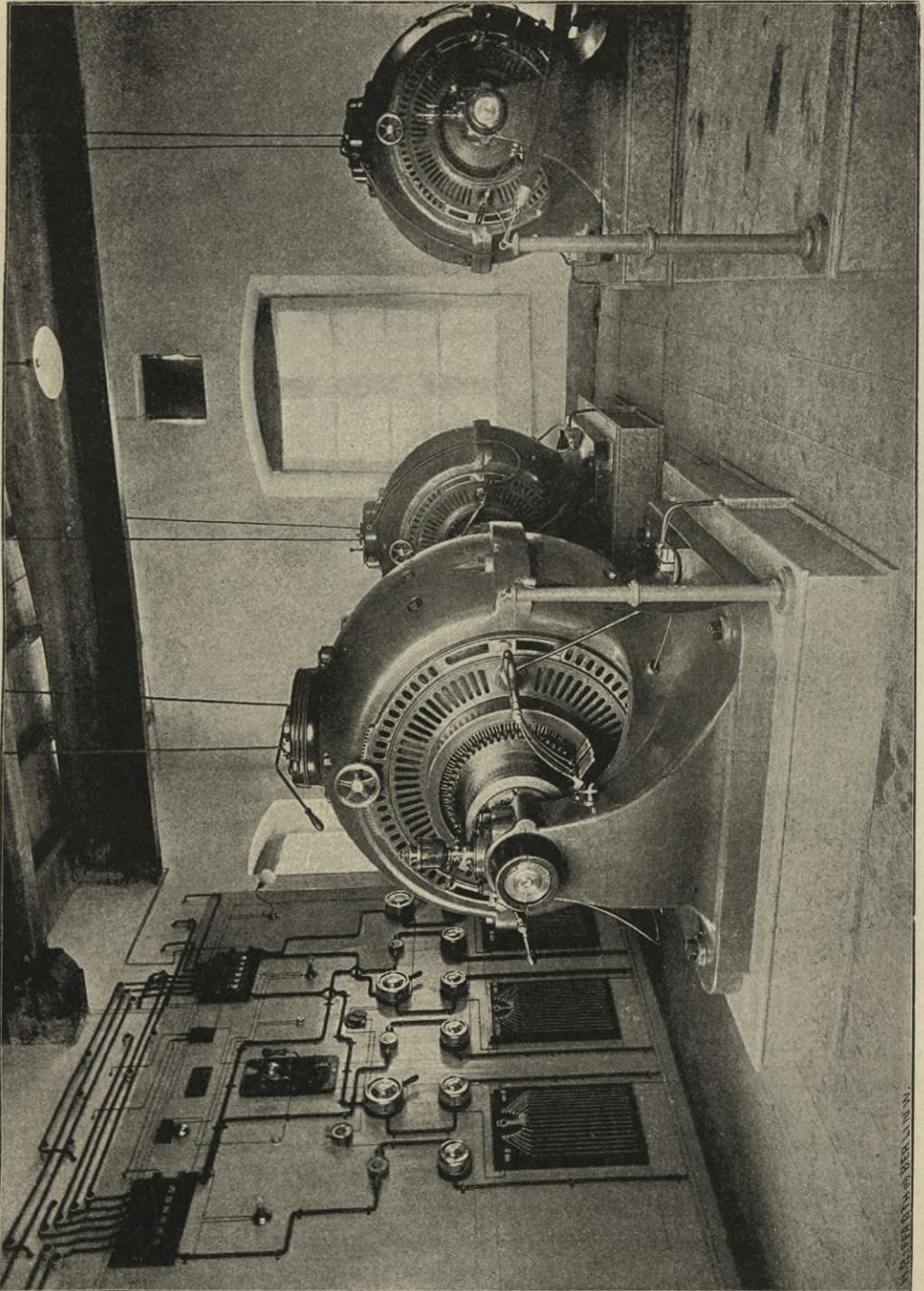


Fig. 4. Transformatorenstation der Centrale „Pontresina“.

ALSIATTA S. P. A. - MILANO

motor) und eine sekundäre Hälfte (Nebenschlussgenerator), welche besonders sorgfältig von einander isolirt sind. Sie sind, wie die Primärdynamos, sogenannte Trommelmaschinen. Die Sekundärmaschine, 280 A bei 130 V leistend, wird eingeschaltet, gemessen und regulirt vom sekundären Schaltbrett aus in gleicher Weise, wie eine gewöhnliche Nebenschlussdynamo in Gleichstromcentralen. Alle für Sicherung, Kontrolle und Regulirung des sekundären Stromes nöthigen Instrumente sind hier vereinigt. Von diesem

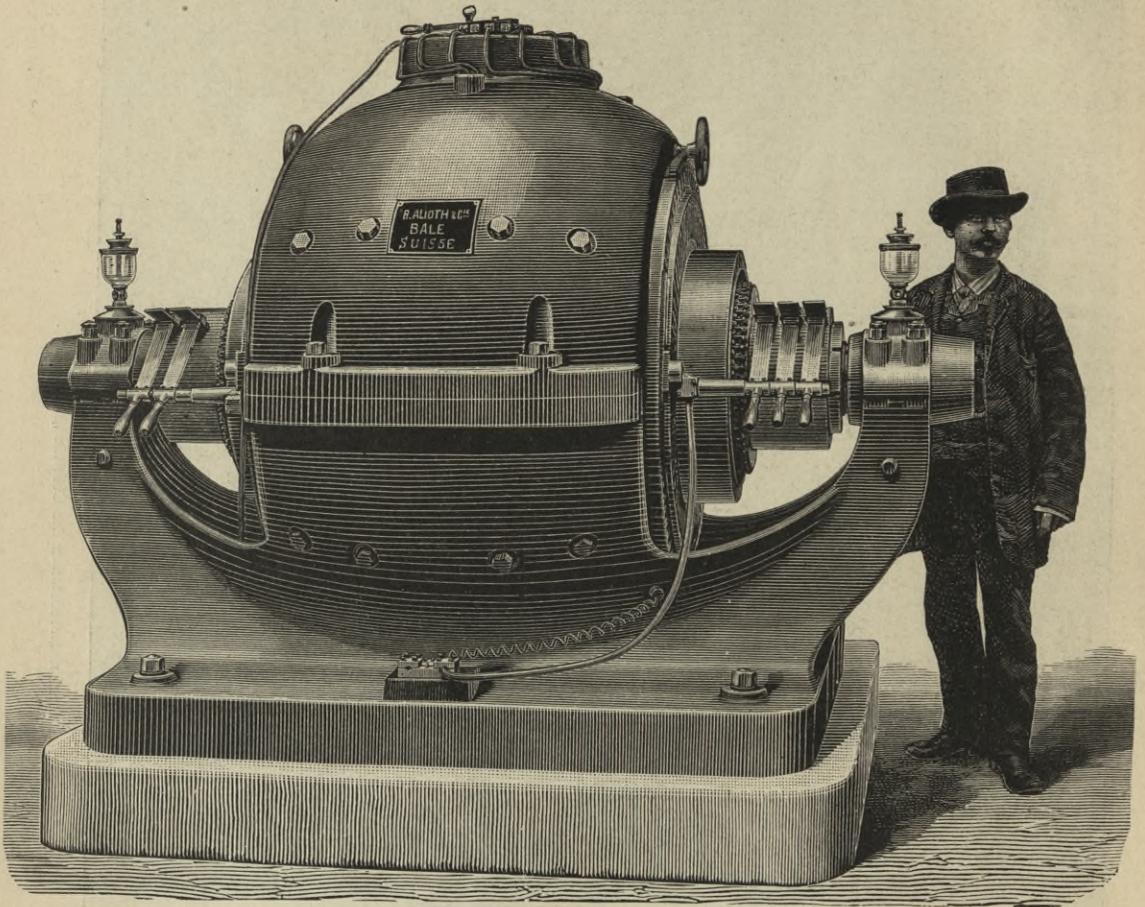


Fig. 5. Transformator.

Schaltbrett gehen 6 Speiseleitungen ins Vertheilungsnetz ab, welches, aus nackten Kabeln bestehend, oberirdisch verlegt ist. Die Anlage arbeitet mit 120 voltigen Glühlampen; ihre derzeitige Leistung beläuft sich maximal auf 840 A bei 130 V. Angeschlossen sind bereits 18 Bogenlampen und über 1700 Glühlampen verschiedener Stärke, welche der Strassenbeleuchtung wie der Privatbeleuchtung dienen. An letzterer sind hauptsächlich die vielen und theilweise grossen Hôtels in Pontresina betheiligt.

Die Anlage wurde durch eine Gesellschaft der Konsumenten (Cooperativ-Gesellschaft), der jeder Einwohner der Gemeinde beitreten kann und in der er nach Massgabe seines Stromkonsums Antheilhaber ist, erstellt und wird auf eigene Kosten derselben betrieben. Diese Gesellschaft steht in Verbindung mit der Gemeinde, von welcher sie die Wasserkraft erhalten hat und der sie die öffentliche Beleuchtung liefert.

Trotz der grossen Entfernung zwischen Kraftstation und Konsumgebiet (6 km) wurde diese Centrale mit Gleichstrom eingerichtet, um ihr die vielen Vortheile und die Sicherheit zu wahren, welche dem Betrieb einer elektrischen Beleuchtungs-

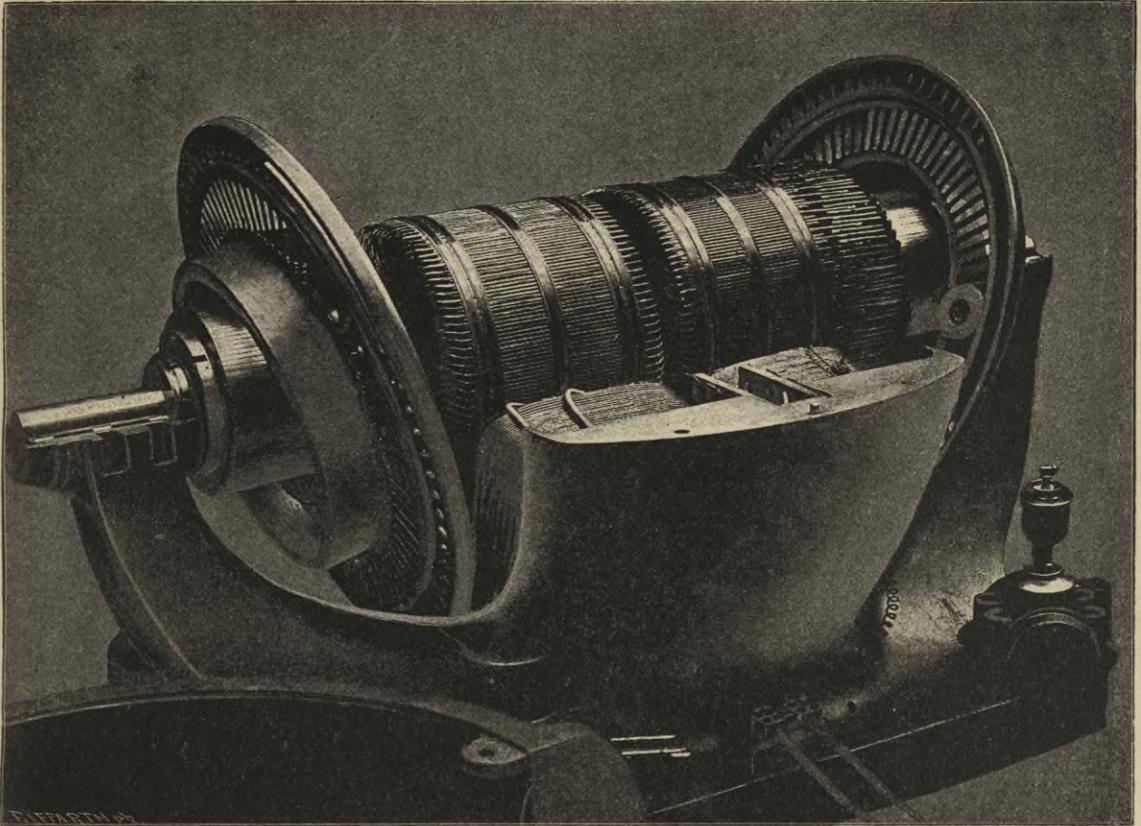


Fig. 6. Transformator.

centrale durch Beifügung einer stets am Leitungsnetz angeschlossenen Akkumulatoren-
batterie erwachsen, sowie mit Rücksicht auf die vorgesehene Kraftvertheilung durch
kleine Motoren. Dementsprechend ist die Vervollständigung der Anlage durch Auf-
stellung einer Akkumulatorenbatterie denn auch bereits im Gange.

PROFESSOR DR. H. ARON
FABRIK FÜR ELEKTRICITÄTSZÄHLER
IN BERLIN.

Ueber Elektrizitätszähler für elektrische Centralstationen.

Der Elektrizitätszähler ist von Professor Dr. H. Aron im Jahre 1884 erfunden und im Jahre 1885, als in Berlin die erste städtische Centrale, die Berliner Elektrizitätswerke, in Betrieb kam, von diesen zuerst in grösserem Maassstabe in die Praxis eingeführt worden. In gleichem Schritt mit der Entwicklung der Elektrotechnik ist seitdem dieser Apparat vervollkommen worden. Während ursprünglich nur Zähler für Zweileitersystem gebraucht wurden, mussten entsprechend den neu erfundenen Vertheilungssystemen für elektrische Centralen auch neue Zähler konstruirt werden. So entstand der Zähler für Dreileiter- und Fünfleitersystem, für Wechselstrom und Drehstrom. Für alle diese Apparate liess sich derselbe Grundgedanke verwerthen, nur musste derselbe je nach der Aufgabe modificirt werden.

Der Apparat bestand in seiner ursprünglichen einfachsten Form aus einer gehenden Uhr, einem sogenannten Regulator, deren Gang durch den zu messenden Strom beeinflusst wurde.

Wie bekannt, ändert sich die Schwingungsdauer eines Pendels, sowohl durch eine Verlängerung der Pendellänge, als auch durch eine Veränderung der Schwerkraft. Eine ähnliche Wirkung wie die Veränderung der Schwerkraft kann man aber dadurch erzielen, dass man auf das Pendel eine zweite, und zwar eine magnetische Kraft wirken lässt, die sich entweder zur Erdschwere addiren, oder von ihr subtrahiren kann. Im ersteren Falle wird ein derartig beeinflusstes Pendel schneller, im zweiten Falle wird es langsamer schwingen, als unter dem Einfluss der Erdschwere allein.

Bei dem Elektrizitätszähler ist die Einrichtung so getroffen, dass das Pendel in seinem Gange stets beschleunigt wird, und zwar ist zu diesem Zweck an dem Pendel der Uhr ein Stahlmagnet angebracht, der mit dem einen Pol über einer feststehenden Rolle mit dickem Draht schwingt, durch welche der zu messende Strom geleitet wird. Solange kein Strom durch die Rolle fliesst, wirkt der Magnet nur wie ein schwerer Körper und die Uhr hat normalen Gang; wird jedoch Strom durch die Rolle geleitet, so wirkt auf das Pendel, ausser der Schwerkraft, noch die Anziehungskraft der unter ihm befestigten Rolle, und die Uhr eilt gegen eine normalgehende vor. Die Abweichung der Uhr ist vollkommen proportional der Stromstärke, sodass die Voreilung ein vollkommenes Maass für die durch den Apparat gegangene Elektrizitätsmenge ist.

Der Wunsch, den Vergleich mit einer Normaluhr zu vermeiden, und das Bedürfniss einer direkten Ablesung, führte jedoch bald zur jetzigen Konstruktion, des Zählers Figur 1.

Der Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei Pendeln; dieselben sind auf gleiche Schwingungsdauer abgeglichen. Das linke Pendel ist ein gewöhnliches, das

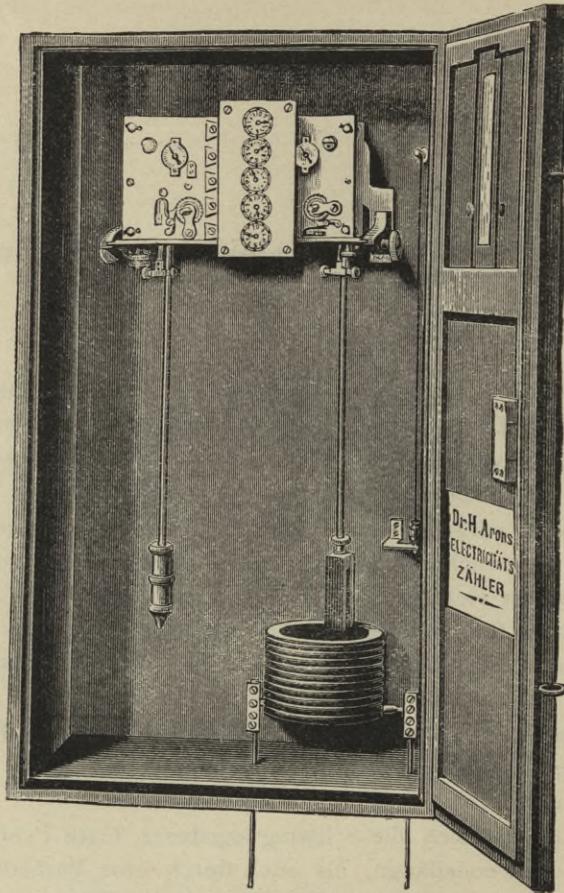


Fig. 1.

Ampèrestundenzähler für Zweileitersystem.

rechte trägt am unteren Ende als schweren Körper einen Stahlmagneten. Die Pendel werden durch je ein Uhrwerk, das durch Federkraft getrieben wird, im Gang erhalten und wirken auf ein gemeinschaftliches Zählwerk, welches die Differenz ihrer Schwingungen zählt. Solange kein Strom die im Apparat unter dem magnetischen Pendel angebrachte Rolle durchfließt, schwingen beide Pendel gleich und das Zählwerk bewegt sich nicht. Wenn jedoch der Strom wirkt, wird das magnetische Pendel in seiner Schwingungsdauer beeinflusst und zwar so, dass es desto schneller schwingt, je mehr Strom den Apparat durchfließt. Das Zählwerk registriert die Voreilung des magnetischen Pendels und ist so eingerichtet, dass das oberste Zifferblatt die Einer, das zweite die Zehner, das dritte die Hunderte u. s. w. angiebt. Ein Faktor, der durch Aichung bestimmt ist, giebt durch blosse Multiplication leicht die gelieferte Elektrizitätsmenge. Ist dieser Faktor 1, so liest man direkt ab.

Das Uhrwerk zum Betrieb der Pendel geht ca. 40 Tage, braucht also bei genügender Reserve nur monatlich aufgezogen zu werden. Die Uhrwerke sind leicht

so gut zu reguliren, dass die etwaigen Abweichungen bei stromlosem Gang für die Richtigkeit der Angaben ohne Belang sind.

Die Preise richten sich je nach der Leistung, für die der Apparat bestimmt ist.

Die Typen sind:

No.	Ia	IIa	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa	IXa	Xa	XIa	XIIa	XIIIa	XIVa	XVa	XVIa	XVIIa	XVIIIa	XIXa	
Benutzbar bis	12	25	50	75	100	150	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1500	2000	3000	4000	5000	Amp.

Diese Apparate sind für das Zweileitersystem und Gleichstrom bestimmt und zählen die Ampèrestunden, die der Abonnent der Leitung entnimmt. Dementsprechend haben sie nur eine Rolle, welche in der Hauptleitung liegt.

Die Widerstände dieser Rollen betragen rund bei

- Ia für 12 A 0,016 Ω
- IIa „ 25 „ 0,007 „
- IIIa „ 50 „ 0,003 „
- IVa „ 75 „ 0,0009 „
- Va „ 100 „ 0,00001 „

und so weiter abnehmend für höhere Leistungen.

Diese Widerstände sind nach dem Gesichtspunkte bemessen, dass der maximale Spannungsverlust niemals mehr als 0,2 V betragen soll. In der That findet man nach obigen Zahlen den Spannungsverlust bei voller Belastung für

- Ia 12 A = 0,19 V
- IIa 25 „ = 0,17 „
- IIIa 50 „ = 0,15 „
- IVa 75 „ = 0,07 „
- Va 100 „ und alle höheren Leistungen = 0,001 „

Da durch grössere Spannungsverluste die Güte der ganzen Anlage beeinträchtigt wird, stellen diese geringen Spannungsverluste einen wesentlichen Vorzug dieses Systems dar.

Aus dem Zähler für Zweileiter entwickelte sich der für Dreileiter dadurch, dass zwei Magnete mit zwei Rollen angewendet wurden (Fig. 2).

Dabei hat sich herausgestellt, dass man richtige Resultate nur dann erhält, wenn die beiden über den Rollen schwingenden Pole entgegengesetzte Polarität haben.

Die Typen dieser Zähler sind:

No.	Ib	IIb	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb	IXb	Xb	XIb	XIIb	XIIIb	XIVb	XVb	
Benutzbar bis 2×	12	25	50	75	100	150	200	250	400	500	600	700	800	900	1000	Amp.

Der Spannungsverlust bei diesen Typen ist noch etwas kleiner als bei denen der Zweileiterapparate. Im ungünstigsten Falle für 12 A beträgt der maximale

Spannungsverlust, gemäss $0,012 \Omega$ Widerstand, $0,14 V$. Bei den übrigen Typen nimmt er ähnlich wie oben ab.

Die Zähler für das Fünfleitersystem haben 2 Magnete, wie die für die Dreileitersysteme, aber 4 Rollen, solche Zähler sind bisher in den Centralen der All-

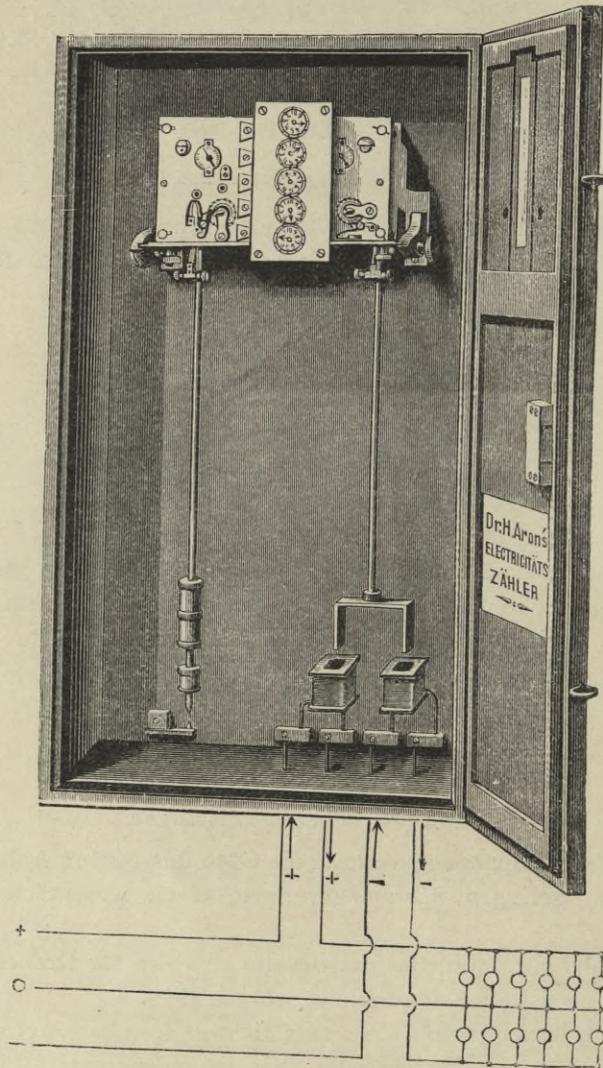


Fig. 2.

Ampèrestundenzähler für Dreileitersystem.

gemeinen Oesterreichischen Electricitäts-Gesellschaft, Wien, der städtischen Centrale Königsberg i. Pr. und im Secteur Clichy in Paris zur Anwendung gekommen.

Die bisher beschriebenen Zähler geben die Ampèrestunden an und sind von der Betriebsspannung unabhängig. Kennt man aber die jeweilige Betriebsspannung und ist dieselbe konstant, so kann man aus den Angaben der Zähler durch Multiplikation mit der Anzahl der Volt die Wattstunden berechnen, wie es z. B. bei der Centrale in Hannover geschieht.

Indessen sind nach demselben Prinzip Apparate konstruirt worden, welche direkt die Wattstunden sowohl bei Gleichstrom als auch bei Wechselstrom messen (Fig. 3).

Dieser Wattstundenzähler besteht, wie der Ampèrestundenzähler, im Wesentlichen aus zwei Pendeln von gleicher Schwingungsdauer. Das linke Pendel ist ein gewöhnliches mit einem Messinggewicht am unteren Ende; das rechte trägt ein gabelförmiges Messingstück, in dem eine Rolle mit feinem Draht befestigt ist.

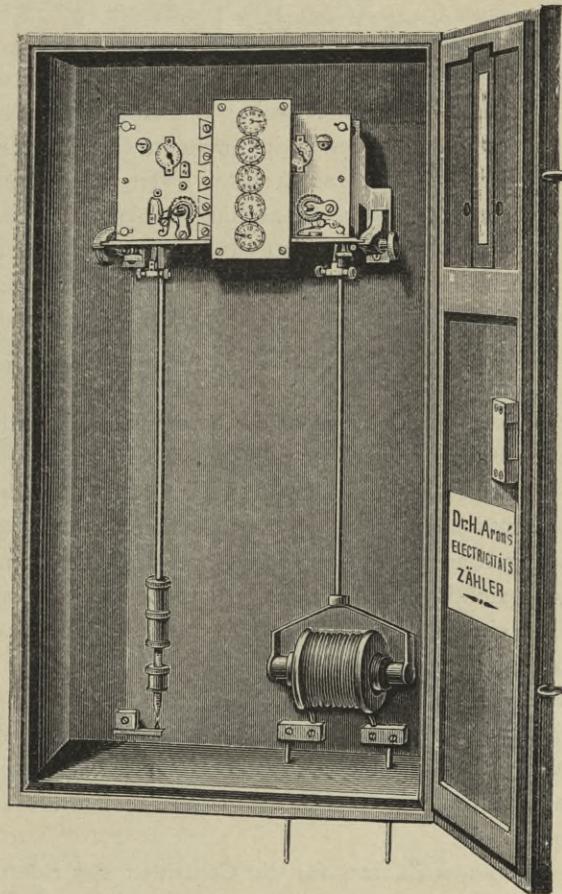


Fig. 3.

Wattstundenzähler.

Diese Rolle mit dünnem Draht wird von einer zweiten Rolle umgeben, innerhalb welcher sie unbehindert schwingen kann.

Die innere Rolle liegt in einem Nebenschluss zur Stromleitung und misst die jeweilig herrschende Spannung.

Die äussere Rolle ist mit starkem Draht umwickelt und wird vom Hauptstrom durchflossen. Die gegenseitige Einwirkung der beiden Rollen bewirkt eine Veränderung in der Schwingungsdauer des Messpendels, welche dem Produkt der jeweilig herrschenden Spannung und Stromstärke proportional ist.

Die Typen dieser Zähler sind:

No.	Ic	IIc	IIIc	IVc	Vc	VIc	VIIc	VIIIc	IXc	Xc	XIc	XIIc	XIIIc	XIVc	XVc	
Benutzbar bis	12	25	50	75	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	Amp.

Im Allgemeinen sind diese Zähler von der Spannung 0 bis zu einer Spannung von 125 V brauchbar, sie können jedoch auf besondere Bestellung auch für höhere Spannungen eingerichtet werden. Die Angaben der Apparate, welche die Leistungen in Hektowattstunden messen, sind für alle Spannungen richtig, nur darf die Spannung nicht so hoch werden, dass der Apparat darunter leidet, dass also der Widerstand zu warm wird oder gar verbrennt. Der Nebenschluss betrug früher bei diesen Zählern für ca. 100 V Betriebsspannung 3000 Ω , doch ist der Erfinder bemüht, den Widerstand zu vergrössern. So haben die neueren Apparate je nach der Type 5000—10 000 Ω ; der Verbrauch im Nebenschluss ist jetzt also auf etwa 0,01—0,02 A reducirt worden.

Die Wattstundenzähler haben den grossen Vorzug, dass sie gleichmässig brauchbar sind für Gleichstrom und für Wechselstrom, und dass sie von dem Charakter der Maschine, insbesondere von der Anzahl der Stromwechsel unabhängig sind, sodass sie demgemäss in allen Fällen anwendbar bleiben. Nach demselben Prinzip sind auch Wattstundenzähler für das Dreileitersystem und für Drehstrom konstruirt worden.

Ein fernerer wesentlicher Vorzug des Aron'schen Systems ist der, dass dasselbe sich für grosse Leistungen ausgezeichnet eignet und dass die Apparate von 0 bis zum Maximum gleichmässig richtig messen. Die grösste Leistung, für die ein Aron-Zähler gebaut worden ist, ist ein Ampèrestundenzähler für 5000 A, den die Firma Siemens & Halske in Auftrag gegeben hatte, und selbst bei diesem kann man bei aufmerksamer Benutzung den Verbrauch noch einer Lampe feststellen.

In der Fabrik, in welcher die Apparate hergestellt werden, wird eine absolute Genauigkeit von etwa $\pm 2\%$ im ganzen Messungsgebiete beansprucht, doch wird man vorläufig in der Praxis selbst, wie es z. B. die Berliner Elektrizitäts-Werke thun, $\pm 4\%$ zulassen können.

Behufs Zulassung dieses Zählers für die Centralen der Stadt Berlin wurde derselbe vom Berliner Magistrate, der eine eigene Kommission dazu ernannt hatte, sorgfältigst geprüft und zwar zwei Mal, zuerst derjenige älterer Konstruktion und dann der neue hier beschriebene.

Ferner wurde er bei dem Wettbewerb in Paris im Auftrage der dortigen Municipalbehörde einer eingehenden Prüfung unterzogen, aus der er zwei Mal in erster Reihe prämiirt hervorging, 1889 mit Frs. 2000, 1891 mit Frs. 5000.

Diese doppelte Prämiirung in erster Reihe innerhalb zweier Jahre, wo Zeit und Gelegenheit war, ein vollgültiges Urtheil über den Apparat auch ausserhalb der Versuchsräume zu gewinnen, giebt sicherlich die beste Gewähr für die praktische Brauchbarkeit dieses Zählers.

Die Bedienung der Apparate besteht wesentlich darin, dass die Zähler monatlich aufgezogen und abgelesen werden müssen, was natürlich gleichzeitig geschieht. Viele

Centralen thun dies 14tägig, aber auch bei diesen versieht ein Mann ca. 300 Zähler, sodass die Kosten der Bedienung nur geringe sind.

Alle Centralen Deutschlands und die meisten der übrigen europäischen Länder haben diese Zähler in Gebrauch.

Es sind gegenwärtig ca. 14 000 in Betrieb für eine Maximalleistung von etwa 660 000 A oder, wenn man annimmt, dass im Mittel die Betriebsspannung 100 V beträgt, sind diese Zähler für eine maximale Leistung von 66 Millionen Watt berechnet.

Auf die einzelnen Jahre vertheilt sich der Absatz der Zähler wie folgt:

1885	100 Stück
1886	325 „
1887	853 „
1888	1 570 „
1889	2 194 „
1890	4 236 „
bis 31. Juli 1891	3 770 „

13 048 Stück

Alle diese Apparate sind in Berlin, ausserdem ca. 1000 Stück in der Filiale Paris und in St. Petersburg hergestellt worden.

Man kann in diesen Zahlen nicht nur ein Maass für die Ausbreitung dieses Zählers sehen, sondern sie geben auch ein erfreuliches Bild von dem raschen Wachs-
thum und der Vermehrung der elektrischen Centralen.

DEUTSCHE
CONTINENTAL-GAS-GESELLSCHAFT
IN DESSAU.

Die elektrische Centrale Dessau in der Betriebsperiode 1886—1891.

Nachdem die Deutsche Continental-Gas-Gesellschaft durch einen Statuten-Nachtrag vom 12. März 1879 ihren Wirkungskreis auch auf Einrichtung und Betrieb der elektrischen Beleuchtung ausgedehnt hatte, wurde die erste Centrale der Gesellschaft am 13. September 1886 in Dessau eröffnet. *)

Dem Projekt lag einerseits der Gedanke zu Grunde, dass der Gasmotorenbetrieb bei elektrischen Centralen mittlerer Grösse das natürliche Bindeglied zwischen Gas und Elektrizität sei — indem alsdann das elektrische Licht nur als eine Umwandlungsform, als eine mechanische Umsetzung der Verbrennungswärme des Gases erscheint — und andererseits die Erwägung, dass nach allen wärmetheoretischen Untersuchungen und praktischen Erfahrungen des letzten Jahrzehnts der gasförmige Brennstoff, und zwar vorzugsweise das Steinkohlengas, für die Kraftentwicklung gerade in grossen Maschinen noch eine sehr bedeutende Zukunft vor sich habe.

I. Beschreibung der Anlage. (Siehe Fig. I.)

Der elektrotechnische Theil wurde von der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft und Siemens & Halske in Berlin, die Motorenanlage und Transmission von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-Aktien-Gesellschaft ausgeführt. Der Betrieb steht seit Eröffnung unter Leitung des Ingenieurs Herrn H. Roscher.

Die Motorenanlage, welche z. Z. einer wesentlichen Veränderung unterzogen wird (s. w. unten), bestand bisher aus:

2	zweicylindrigen Gasmotoren (Otto's System) von je 60 PS = 120 PS	120 PS
1	„ „ „ „ „ „	30 „
1	eincylindrigen „ „ „ „	8 „
		158 PS \sim 160 PS <i>eff.</i>

Die Gasmotoren waren durch Transmission und ausrückbare Kuppelungen mit den 4 Dynamomaschinen entsprechender Grösse verbunden. Der 8pferdige Motor, gewöhnlich mit 10 effectiven Pferdestärken beansprucht, wurde zur Tagesbeleuchtung und zum Antriebe der grösseren Motoren benutzt.

*) Nächst Berlin die älteste Centrale in Deutschland.

Zur Kühlung der Gasmotoren dienen 3 untereinander und mit sämtlichen Gasmotoren verbundene schmiedeeiserne Luftkühlgefäße von insgesamt 100 qm Kühlfläche. Um die beträchtlichen Reibungswiderstände in den Kühlleitungen zu überwinden und die Cirkulation sowie die Temperatur beliebig regeln zu können, ist ein Injektor zwischen den Kühlgefäßen und Motoren eingeschaltet, welcher durch Wasser aus der städtischen Wasserleitung betrieben wird.

Als Reserve für die Wasserversorgung dient eine kleine Pumpe mit einem einpferdigen Elektromotor.

Durch die Luftkühler wird der Wasserverbrauch der Motoren im Jahresdurchschnitt auf 23—24 l pro Pferdekraftstunde herabgemindert, während man mit neueren

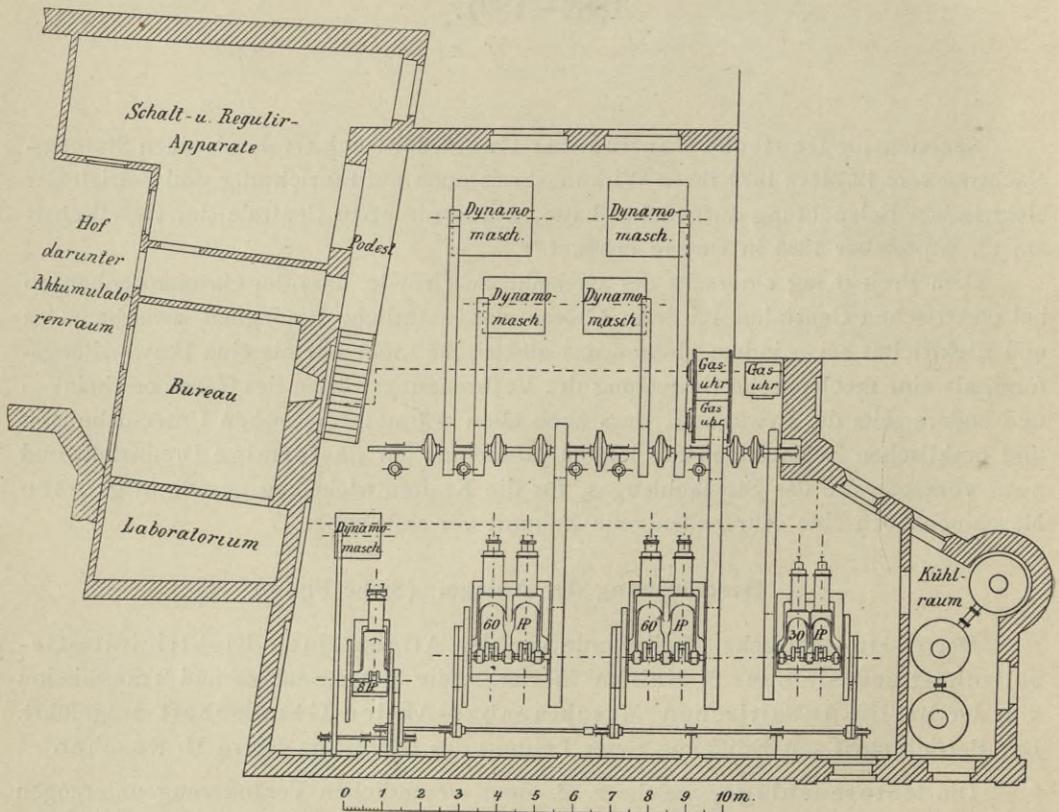


Fig. 1. Elektrische Centrale Dessau, Plan 1886.

und besseren Kühlanlagen (z. B. mit Gradirwerken von Klein, Schanzlin & Becker) sicherlich noch weit ökonomischer arbeiten wird. Wir wollen übrigens hierbei bemerken, dass in der angegebenen Wassermenge der nicht unbedeutende Wasserverbrauch der Lager der Dynamowellen mit einbegriffen ist.

Der Auspuff der Gasmotoren ist nach mehrfachen Versuchen in Dessau durch eine einfache Vorrichtung vollständig geräuschlos gemacht, sodass man, ausserhalb des Maschinengebäudes stehend, kaum nach dem Gehör unterscheiden kann, ob die grossen Gasmotoren in Betrieb sind oder nicht; nur eine weisse, geruchlose Dampf- wolke zeigt den Betrieb der Gasmotoren an.

Die Dynamomaschinen.

Bei Eröffnung der Centrale waren montirt:

2	Nebenschluss-Edison-Dynamos	von je 35 000 Watt	Leistung = 70 000 Watt.
1	„	„	23 000 „
1	„	„	5 000 „
			Sa. 98 000 Watt.

Die Dynamos arbeiten mit 110 V Spannung. Nach Aufstellung einer grösseren Akkumulatorenbatterie im Jahre 1889 musste eine der beiden grösseren Dynamomaschinen gegen eine mit höherer Spannung (140 V) arbeitende ausgewechselt werden. Die Mehrleistung dieser neuen Dynamo mit 45 000 Watt gegenüber 35 000 Watt des älteren Modells entspricht ungefähr dem Verlust in den Akkumulatoren. Die Leistung sämtlicher Dynamos beträgt sonach z. Z. 108 000 Watt.

Vertheilung der Elektrizität.

Das Schaltbrett für die Dynamos und Kabelleitungen ist nach dem damaligen Schema der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft eingerichtet und für das Zweileitersystem ausgeführt, während später auch ein Dreileitersystem angeschlossen werden kann.

Es sind z. Z. verlegt: 3451 m Doppelleitung, und zwar eisenbandarmirte Bleikabel von Siemens & Halske.

Die Akkumulatorenanlage.

Nachdem bereits im Jahre 1887 eine kleine Batterie für 100 Lampen in Betrieb gekommen war, welche durch den kleinen 8pferdigen Gasmotor gespeist wurde, hatte dieselbe trotz ihres geringen Wirkungsgrades von nur ca. 50 % und trotz ihrer schnellen Zerstörung gleichwohl die Vorzüge der Akkumulatoren nach den verschiedensten Richtungen so deutlich erkennen lassen, dass im Sommer 1889 die alte kleine Batterie durch eine grössere Tudor-Akkumulatoren-Batterie (Müller & Einbeck in Hagen i. W.) von 1700 Ampèrestunden Kapazität ersetzt wurde.

Die neue Batterie nimmt zur Ladung die volle Kraft eines der beiden 60pferdigen Motoren in Anspruch, kann 600 Lampen auf 5—6 Stunden mit Strom versorgen und ist parallel zu den Dynamomaschinen geschaltet.

Die Aufstellung dieser Akkumulatorenbatterie vermehrte das gesammte Anlagekapital der Centrale um 15 % und erhöhte ihre Leistungsfähigkeit um ca. 38 %.

Seit Aufstellung derselben* können wir den Betrieb der Centrale erst als einen normalen, ökonomischen und sicheren ansehen.

Der ökonomische Wirkungsgrad der Batterie (durch 2 Aron'sche Wattmesser sorgfältig festgestellt) betrug im Jahre 1890 im

Januar	75 %	Mai	74 %	September	77,5 %
Februar	86 %	Juni	79 %	Oktober	92,8 %*)
März	70 %	Juli	76 %	November	79,2 %
April	80 %	August	70 %	Dezember	77 %
Jahresdurchschnitt: 78,9 %.					

*) Wahrscheinlich ein Ablesungsfehler.

Die Fortschritte des Wirkungsgrades der früheren und gegenwärtigen Anlage stellen sich wie folgt dar:

	1887	1888	1889	1890
kleine Akkumulatoren-Batterie . .	40 %	52 %		
grössere „ „			78,87 %	78,9 %

Es wird indessen bei Benutzung dieser Zahlen gewöhnlich der Irrthum begangen, die gesammte Jahresproduktion einer solchen Centrale mit dem Energieverlust der Akkumulatoren von 20—25 % zu belasten. Dies ist keineswegs richtig und hängt vielmehr der procentuale Jahresverlust auch von dem Verhältniss ab, in welchem die Grösse der Akkumulatorenanlage zur gesammten Maschinenleistung steht. In Dessau z. B. wurde den Akkumulatoren im Jahre 1890 52 % des Gesamtjahresverbrauches entnommen; also auch nur für diesen Procentsatz kommt der ökonomische Verlust von ca. 21 % in Betracht, sodass der Verlust durch die Akkumulatoren nur 10—11 % vom Gesamtjahresverbrauch ausmacht.

Die neue Batterie ist jetzt nahezu 2 Jahre ununterbrochen ohne jede Störung in Betrieb; sie wurde zu verschiedenen Malen mit 20—25 % höherer Kapazität beansprucht, ohne irgendwie Schaden zu leiden.

Die bekannten Vortheile von Akkumulatorenanlagen haben sich nach den Dessauer Erfahrungen wie folgt bestätigt:

1. Die plötzlichen Licht- und Spannungs-Schwankungen in Folge von Konsumveränderungen — welche gerade bei kleinen und mittelgrossen Betrieben wegen der geringen Gesamtzahl brennender Lampen verhältnissmässig viel stärker und plötzlicher auftreten, als bei grossen Centralen — fallen fort, desgl. die kleinen Pulsationen des Maschinenbetriebes.

2. Bei plötzlichem Versagen der Betriebsmaschinen kann ein Theil des Konsums (z. B. der eines Theaters etc.) längere Zeit aus den Akkumulatoren gedeckt werden.

3. Durch günstigere Ausnutzung (Belastung) der Motoren verminderte sich pro 1 Pferdestunde:

a) der Gasverbrauch der Motoren von 920 l im Jahresdurchschnitt 1888 auf 750 l i. J. 1890,

b) der Kühlwasserverbrauch*) von 62,6 l auf 23,7 l,

c) der Oelverbrauch*) von 19,9 g auf 9,8 g.

4. Da die grossen Motoren durch den aus den Akkumulatoren entnommenen und durch die Dynamos geschickten Strom in ihrer normalen Drehrichtung angetrieben werden können (s. w. unten), so fällt die Anlage und der Betrieb des Antriebs-Gasmotors und der Antriebstransmission fort.

5. Da der elektrische Strom zu jeder Zeit, Tag und Nacht, abgegeben wird, so wird die Nachtschicht der Arbeitskräfte gespart.

*) Weil auch die Betriebsstundenzahl der Motoren durch die stets volle Belastung wesentlich geringer wurde.

II. Betriebs-Resultate.

Das Personal besteht z. Z. aus

- dem leitenden Ingenieur,
- einem Assistenten,
- zwei Maschinisten,
- einem Installateur und
- einem Arbeitsmann.

Das Anlagekapital steigerte sich, bei erheblichen Abschreibungen, von
219 952 M. am 31. Dezember 1886

auf 240 661 „ „ „ „ 1890,

sodass dasselbe Ende 1890 bei 3689 installirten Lampen ca. 65 M. pro installirte Lampe beträgt. Von diesen 3689 installirten Glühlampen hat aber nur ein ganz ausnahmsweise niedriger Procentsatz gleichzeitig gebrannt, nämlich 60 0/0. Das Anlagekapital würde indessen bei den Preisen der jetzt zur Verfügung stehenden Gasmotoren von über 100 PS und bei den in Zukunft zu treffenden vortheilhafteren Dispositionen der Maschinenanlage (s. w. unten) ganz wesentlich geringer sein können.

Die Abschreibungen sind folgendermassen festgesetzt:

für Gebäude	1,0 0/0
„ Motoren und Dynamos	12,5 0/0
„ Akkumulatoren	10,0 0/0
„ Schaltbrett, Kabel, Gas- und Wasserleitungen	3,0 0/0

Uebersicht einiger Betriebsverhältnisse.

	1886 (3 Monate)	1887	1888	1889	1890
1. Zahl der installirten Lampen:					
a) Glühlampen verschiedener Grösse . .	1 014	2 027	2 064	3 094	3 194
b) Bogenlampen	4	27	48	56	59
a und b auf 16kerzige Glühlampen reducirt	1 076	2 400	2 544	3 565	3 689
2. Stromverkauf in Ampèrestunden . . .	62 827	195 547	243 670	333 380	367 135
3. Jahresverbrauch an Gas cbm	27 754	54 189	60 020	68 733	67 099
4. Eine Pferdekraftstunde verbrauchte im Jahresdurchschnitt					
an Gas l		953	920,6	800	750
„ Wasser (incl. Kühlung der Lager der Dynamos) l			62,6	33,7	23,7
„ Schmiermaterial g		43,6	19,9	13,5	9,8
5. Eine Glühlampenbrennstunde von 16 N.K. à 55 Watt verbrauchte an Gas (incl. sämtlicher Verluste der Pro- duktion und elektrischen Vertheilung). l		152,4	131,37	113,39	100,52

Die beste ökonomische Leistung der Gasmotoren war bisher die, dass zur Ladung der Akkumulatoren für 1 Glühlampenstunde von 16 N. K. = 55 VA 68 l Gas gebraucht wurden, während nach vorstehender Tabelle, einschliesslich der Verluste in den Akkumulatoren und dem Vertheilungsnetz, 100,52 l für 1 Lampenbrennstunde im Jahresdurchschnitt erforderlich waren. Beide Zahlen lassen sich indessen

nicht direkt vergleichen, um daraus etwa den Gesamtverlust der Anlage etc. zu berechnen, weil die erstere Zahl nicht, wie die letztere, den Jahresdurchschnitt darstellt.

Die durchschnittliche Brennstundenzahl sämtlicher installirten Lampen beträgt in Folge einer verhältnissmässig grossen Anzahl sehr selten brennender Lampen (im herzoglichen Schloss zu Dessau) nur 181, dagegen bei den Privaten 264 pro Jahr. Die Brennstundenzahl ist hierbei in der Weise ermittelt, dass der gesammte Jahreskonsum in Ampèrestunden durch den stündlichen Konsum sämtlicher installirten Lampen, bzw. derjenigen bei Privaten, dividirt wird. Die durchschnittliche Brennstundenzahl der Gasflammen — in derselben Weise wie für die elektrische Beleuchtung ermittelt — beträgt in Dessau 437, bzw. 524 Stunden, je nachdem man eine Gasflamme von 16 N. K. zu 180 oder 150 l Konsum pro Stunde rechnet. Die geringe Brennstundenzahl der elektrischen Flammen bei Privaten von 264 gegenüber 437, bzw. 524 bei Gas erklärt sich u. a. daraus, dass die Mehrzahl der Privat-Konsumenten Gas- und elektrisches Licht brennt, dass in kleineren Städten auch die besten Konsumenten (Ladengeschäfte und Restaurants) nicht so lange Licht brennen wie in grossen, und eine besonders gute Klasse von Abnehmern der Elektrizität: die Bank- und grossen Handlungshäuser, in vielen kleineren Städten nur wenig in Betracht kommen. Endlich trägt die Bequemlichkeit des Ein- und Ausschaltens der elektrischen Beleuchtung, sowie im Winter die mangelnde Wärme zur Verringerung der Brennstundenzahl bei.

Diese geringe durchschnittliche jährliche Brennstundenzahl der Flammen, welche sich indessen für eine ganze Reihe kleinerer und mittlerer Städte bei elektrischem Licht nicht viel höher stellen dürfte, trägt die Hauptschuld an dem bisherigen schlechten finanziellen Resultat der Dessauer Anlage. Die Brennstundenzahl ist aber einer der Hauptfaktoren für die Rentabilität, sodass sich unter Annahme einer hohen Brennstundenzahl auch entsprechend höhere Rentabilität herausrechnen lässt.*)

III. Umbau der Centrale.

Nachdem die Einführung der Akkumulatoren als vollständig bewährt für Dessau gelten konnte, hat sich im Betriebe dieser Centrale das Bedürfniss nach einer veränderten Maschinen-Disposition herausgestellt, welche [auch sonst für ähnliche Neuanlagen in erster Linie in Betracht kommen dürfte.

Während man nämlich früher darauf bedacht sein musste, die Motoren in ihrer Grösse so abzustufen, dass einem grossen Konsum ein grosser, einem kleinen Konsum ein kleiner Motor so weit als möglich mit voller Belastung (ohne Akkumulatoren) entsprechen konnte — denn die schwache Belastung eines grossen Motors erwies sich, wie zu erwarten war, von vornherein als sehr unökonomisch im Gasverbrauch etc. —, während also die ursprüngliche Dessauer Anlage deshalb auch Abstufungen von 10, 30 und 60 PS in Motoren und Dynamos besass, fällt die Nothwendigkeit kleinerer und mittlerer Maschinengrössen bei Akkumulatoren ganz

*) Bei der D. C. G. G. beträgt der Gesamt-Durchschnitt für sämtliche installirte Lampen von 12 Gasanstalten 506 Brennstunden pro Jahr, indem das Minimum bei einer Stadt 341, das Maximum 580 Brennstunden ergiebt.

fort, indem ein geringer Konsum vortheilhafter entweder ganz aus den Akkumulatoren gedeckt wird, ohne dass ein Motor im Betrieb ist, oder indem die für den grossen Motor bei direktem Betrieb fehlende volle Belastung durch gleichzeitige Ladung der Batterie herbeigeführt wird. Denn trotz des Verlustes in den Akkumulatoren von ca. 21% arbeiten die grossen Motoren in Parallelschaltung mit denselben günstiger als kleinere Motoren ohne Akkumulatoren direkt in das Kabelnetz, weil erstens grosse Motoren an sich schon 25–30% weniger Gas pro effect. Pferdestärke gebrauchen, als kleine, und dieselben zweitens wegen der Parallelschaltung mit den Akkumulatoren stets voll belastet laufen, während die kleineren Motoren trotz der Abstufung in ihrer Grösse nur selten bei direktem Betrieb voll ausgenutzt werden können. Die Grösse der Motoren und ihre stets volle Belastung ersetzen also nicht nur den Verlust der Akkumulatoren, sondern führen, wie die oben mitgetheilte Statistik beweist, sogar eine vergrösserte Betriebsökonomie nach den verschiedensten Richtungen und noch vielfach andere Vortheile herbei.

Wie wichtig aber die stets volle Belastung der Motoren ist, und zwar ebenso sehr für Dampf- als Gasmaschinen, dürfte sich in Zukunft gerade aus dem Betriebe von elektrischen Centralen noch weit schlagender, als aus anderen Fabrikbetrieben ergeben. Denn in den letzteren ist man bei wechselnder Inanspruchnahme der Maschinen selten in der Lage, die jeweilige wirkliche Belastung der Betriebsmaschine festzustellen und mit dem jeweiligen Brennstoffverbrauch zu vergleichen, während die Centralen genaue elektrische Messinstrumente jederzeit über die Beanspruchung der in Betrieb befindlichen Maschinen Aufschluss geben können. In dieser Erkenntniss, und weil in der That diese Beobachtungen in Zukunft noch weit mehr Beachtung finden müssen, haben die Engländer, auf Vorschlag von Crompton, sogar ein besonderes Wort hierfür in dem »Belastungsfaktor« (load factor) eingeführt.

Es ergab sich also bei der Dessauer Centrale in praktischen Betriebe gleichsam von selbst, dass nach Anlage der Akkumulatoren der 8pferdige und 30 pferdige Motor nur noch selten in Betrieb kamen und zwar nicht wie früher in den Perioden mit geringem Konsum, sondern im Gegentheil dann, wenn in einzelnen Stunden des Maximal-Konsums die 60 pferdigen Motoren mit den Akkumulatoren zusammen den Konsum nicht decken konnten. Es mussten alsdann 4 Motoren gleichzeitig mit den Akkumulatoren arbeiten.

Während man nun im Jahre 1886 überhaupt nur Gasmotoren mit einer grössten Leistung von 60 PS kannte, werden heute solche Zwillingmotoren schon mit 120 bis 140 effect. PS gebaut, sodass man also an Stelle dreier Motoren von 60, 30 und 10 PS einen einzigen Motor von 120 PS aufstellen kann, welcher, noch 20 PS mehr leistend, bedeutend weniger Raum und pro 1 PS abermals weniger Gas, Wasser, Schmiermaterial und Bedienung erfordert. Da man ferner inzwischen bei den Gasmotoren ausser der Grösse auch einen solchen Gleichförmigkeitsgrad erreicht hat, dass sogar eincylindrige Maschinen direkt mit den Dynamos gekuppelt werden können,*) so fällt hiernach, ausser der sonstigen Gewinnung an Raum, in Zukunft auch die Transmission mit den Riemen, Seilen, complicirten Kuppelungen und Betriebsverlusten fort.

*) Eine solche Anlage (rot.) von Gebr. Körting-Hannover ist auf der Ausstellung in Frankfurt a. M. im Betrieb.

Endlich kommt in Betracht, dass man beim Vorhandensein von Akkumulatoren einen Antriebsmotor für die grossen Gasmotoren nicht mehr braucht, indem die letzteren durch den Akkumulatorenstrom und die Dynamos in ihrer normalen Umdrehungsrichtung angetrieben werden können. Der Dirigent der Centrale, Herr Roscher, hat diese Einrichtung seit dem Jahre 1890 mittels eines parallel zum Ankerstromkreis geschalteten, leicht regulirbaren Flüssigkeitswiderstandes in einfachster Weise ausgeführt. Hierdurch kommt also ausser dem Antriebsmotor auch die ganze Antriebstransmission der grossen Gasmotoren in Wegfall.

Aus den vorgedachten Gründen wird im laufenden Jahr der Umbau der Centrale nach Fig. 2 ausgeführt, indem an Stelle des 8-, 30- und eines 60pferdigen

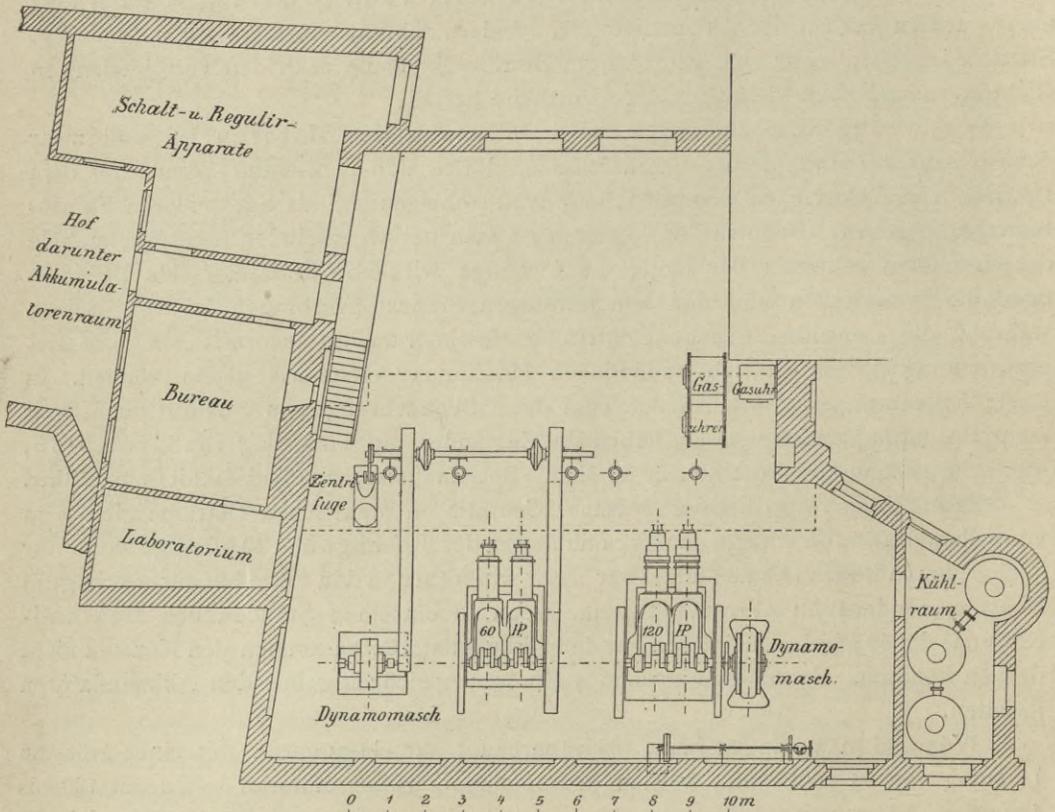


Fig. 2. Elektrische Centrale Dessau, Umbau 1891.

Motors ein neuer Deutzer Motor von 120 PS mit einer direkt gekuppelten neuen Dynamo der Firma Fritsche & Pischon und einer Leistung von in max. 84 000 Watt aufgestellt, die im Jahre 1889 zum Laden der Akkumulatoren aufgestellte Dynamo neben den verbleibenden 60pferdigen Motor gelegt und durch einen Theil der alten Transmission betrieben wird. Ein Vergleich der Figuren 1 und 2 zeigt u. a. deutlich die Raumersparniss und grosse Vereinfachung der ganzen Anlage. Es bedarf indessen wohl kaum der Erwähnung, dass die unregelmässige Form des Grundrisses von lokalen Bedingungen abhängig war.

Die Akkumulatorenanlage, welche erst später mit wachsendem Bedürfniss so vergrössert werden soll, dass sie beim Laden die volle Kraft des neuen 120pferdigen

Motors aufnimmt, wird vorläufig nach wie vor bei Tage von dem 60pferdigen Motor geladen, während in den Abendstunden der 120pferdige neue Motor gleichzeitig in die Akkumulatoren und direkt in das Kabelnetz arbeiten soll, sodass also statt 3 nur 1 voll belastete Maschine, event. statt 4 Motoren nur 2 in Betrieb kommen.

Es hat sich übrigens inzwischen herausgestellt, dass die Ladefähigkeit der vorhandenen Batterie wesentlich grösser als 60 PS ist, sodass auch der 120pferdige Motor bereits ca. 75 PS an den Akkumulator abgeben kann. Je nach der Gasersparnis, welche event. der 120pferdige Motor bei Ladung der Akkumulatoren mit Belastung von nur ca. 75 PS gegenüber dem voll belasteten 60pferdigen Motor zeigt, wird event. der 120pferdige Motor auch allein zum Laden der Akkumulatoren bei Tage benützt werden.

Dieser vollständige Umbau, welcher namentlich auch im Hinblick auf andere grössere Centralen der Gesellschaft mit Gasmotoren unternommen wird, lässt demnach ausser einer bedeutenden Rausersparnis bzw. der Möglichkeit einer weiteren bedeutenden Vergrösserung auf demselben sehr günstig gelegenen Grundstück (mitten in der Stadt und unmittelbar neben dem elektrisch beleuchteten Herzogl. Hoftheater) auch noch wesentlich bessere Betriebsresultate für die Zukunft erwarten.

IV. Resultate aus der fünfjährigen Praxis der Dessauer Centrale.

Der Gasmotorenbetrieb hat sich nach jeder Richtung hin vorthellhaft erwiesen und ist unter der Voraussetzung, dass das Gas nicht gekauft werden muss, sondern Gas- und elektrische Anlage sich in einer Hand befinden, für mittelgrosse und kleine Städte in vielen Fällen empfehlenswerth.

Die Vortheile, welche solche Centralen bieten, sind:

1. geringer Raumbedarf, also kleines Grundstück;
2. geringer Wasserbedarf: 23—24 l pro Pferdekraftstunde, bzw. bei besseren neueren Kühlanlagen noch erheblich weniger;
3. Unabhängigkeit vom Eisenbahnanschluss, bzw. Vermeidung des Kohlentransportes in die Stadt;
4. keine Rauchbelästigung;
5. keine Explosionsgefahr;
6. geringere Anlagekosten, als bei gleich grossen Dampfmaschinen-Anlagen:
 - a) weil das Grundstück wesentlich kleiner,
 - b) weil das Kabelnetz wesentlich billiger wird, sofern man mitten in der Stadt im Schwerpunkt des Elektrizitätsbedarfs, aus den Gründen sub 1—5 leichter ein Grundstück für Gasmotorenbetrieb, als für Dampfbetrieb, finden und benutzen kann;
 - c) weil die Kosten der Gasmotorenanlagen über 100 PS wesentlich billiger werden, als die gleich grosser Dampfmaschinen-Anlagen, incl. Reservekessel, Kesselhaus und Schornstein (s. w. u.);
7. geringer Spannungsverlust im Leitungsnetz in Folge günstiger Lage der Centrale;
8. kleines Betriebspersonal;

9. jederzeitige leichte und genaue Kontrolle des Brennmaterialverbrauchs (Gas) für jede einzelne Maschine durch Gasuhren;
10. sicherer und bequemer Betrieb, gerade für Anlagen mittlerer Grösse, wo die Schwankungen bei dem geringen Gesamtkonsum gewöhnlich viel plötzlicher auftreten und die Betriebszeit oft nur eine sehr kurze ist. Bei unerwartet auftretendem grösseren Konsum lassen sich ausserdem die Gasmotoren viel schneller in Betrieb setzen als Dampfkessel.

Was nun die Betriebskosten, insbesondere den Selbstkostenpreis des Gases anbetrifft, so muss als selbstverständliche Voraussetzung für einen richtigen Vergleich mit den Kosten des Dampfmaschinenbetriebes gelten:

dass die Selbstkosten des Gases so berechnet werden, wie sie sich **thatsächlich** stellen, und dass der auf die elektrische Centrale entfallende Verbrauch nicht mit Faktoren belastet wird, welche lediglich für die Aufspeicherung, Vertheilung und den Absatz von **Leuchtgas** in der Stadt in Betracht kommen.

Denn wenn eine Gasanstalt ein grosses Quantum Gas, z. B. 500 000 cbm, an einen einzigen grossen Konsumenten: die Centrale abgibt, so erhöhen sich dadurch die allgemeinen Verwaltungskosten gar nicht; es kommen nur die bei der Produktion des Gases verausgabten Löhne, Reparaturen, Erneuerungen etc., also die eigentlichen Fabrikationskosten im engeren Sinne, in Betracht. Die nicht unerhebliche Quote der Verwaltungskosten und Beamtensalaire fällt demnach fort; ebenso kommen die Unkosten nicht in Betracht, welche vielen Gasanstalten durch die öffentliche Beleuchtung und den Verlust im Rohrsystem erwachsen, indem die Erweiterung des Privatkonsums durch eine gleiche Gasmenge, wie sie die elektrische Centrale verbraucht, sonst regelmässig auch mit einer Vermehrung der öffentlichen Beleuchtung und Erweiterung des Rohrsystems, Aufstellung zahlreicher Gasuhren und anderen Verlustquellen Hand in Hand zu gehen pflegt. Liegt die Centrale auf der Gasanstalt selbst, so kann selbstverständlich von einem Antheil am Gesamtverlust der Anstalt keine Rede sein, ebenso wenig, wenn die Centrale mit der Gasanstalt durch einen besonderen Röhrenzug verbunden wird, der, ohne alle Abzweigungen, erfahrungsmässig fast absolut dicht verlegt werden kann.

Dementsprechend scheidet auch bei Verzinsung des Anlagekapitals der Gasanstalt das Strassenrohrsystem aus, bzw. kann nur mit dem Mehrkapital in Rechnung gestellt werden, welches die elektrische Anlage thatsächlich veranlasst. Ferner ist der Werth der Gasometer abzusetzen, da die Akkumulatoren bei Tage geladen werden oder durch einen Betrieb von 20 Stunden in der Maximalkonsumzeit die Entnahme von Gas aus der Anstalt keine Mehrkosten in der Gasometeranlage verursacht.

Es bleiben sonach von den Selbstkosten des Gases für die elektrische Centrale ausser einer wesentlich geringeren Zinsbelastung in den meisten Fällen nur die Kosten des Roh- und Feuerungsmaterials, abzüglich der Nebenprodukte, sowie die eigentlichen Fabrikationskosten, incl. der Reparaturen und Erneuerungen, übrig.

Nächst dem Vergleich der Betriebskosten von Gas- und Dampfanlagen kommen aber auch die Anlagekosten der Centralen mit ihrer Verzinsung ganz wesentlich in Betracht. Die drei Hauptgründe, welche ein geringeres Anlagekapital

für Gasmotoren-Centralen ermöglichen, sind oben sub 6 unter den Vortheilen solcher Betriebe schon angegeben. Besonders hervorgehoben sei hier nur, dass sich neuerdings das Verhältniss der Kosten einer Betriebsanlage mit Gasmotoren im Vergleich zu einer solchen mit Dampfmaschinen ganz wesentlich zu Gunsten der Gasmotoren verschoben hat. Denn während bisher die Anlagekosten der grössten Gasmotoren stets ungefähr gleich waren denen gleich starker Dampfmaschinen, so betragen z. Z. schon die Ausgaben für einen 120pferdigen Gasmotor incl. Aufstellung nur circa die Hälfte, wie bei einer Dampfmaschinenanlage mit Reservekessel, Dampfkesselgebäude und Schornstein.

Ein zweicylindriger 120 pferdiger Gasmotor kostet heute nicht mehr wie ein 60pferdiger Motor im Jahre 1886.

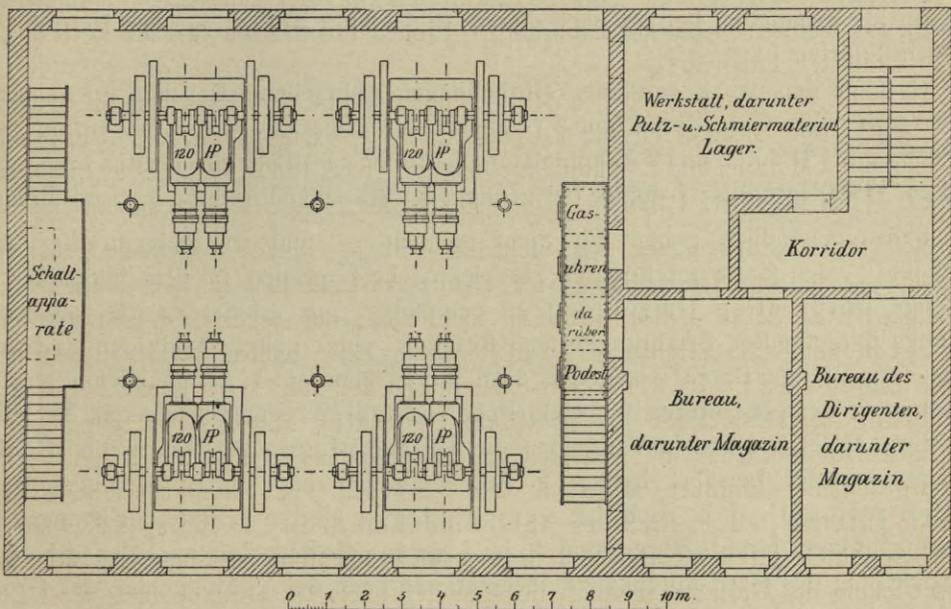


Fig. 3.

Schematischer Grundriss einer Centrale mit Gasmotorenbetrieb für 7500 gleichzeitig brennende oder 10000 installirte Lampen.

Nun ist aber mit der grössten Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass im Laufe der nächsten Jahre noch grössere Gasmotoren mit höherer Oekonomie gebaut werden, nachdem sich ihre Grösse in den letzten 5 Jahren mehr als verdoppelt hat, sodass man also auch im Hinblick auf spätere Vergrösserung von Centralen nicht nur auf grössere, sondern auch auf Gasmotoren mit wesentlich geringerem Gasverbrauch rechnen kann.

Wenn demnach für Städte oder Gasgesellschaften eine erste Leistungsfähigkeit der elektrischen Anlagen bis zu 7500 gleichzeitig brennenden, also ca. 10 000 installirten Lampen erforderlich ist, sollte man doch zunächst einmal eine vergleichende Berechnung zwischen Dampf- und Gasmotorenanlagen anstellen, aber dabei nicht allein die reinen Kosten des Motorenbetriebes, sondern die oben angedeuteten, mindestens ebenso wichtigen anderweitigen Vortheile der Gasmotorenanlagen mit berücksichtigen.

Eine solche schematische Anlage für 10 000 installirte Lampen ist in Fig. 3 skizzirt. Dieselbe ist mit 4 Gasmotoren à 120 PS und 2 Akkumulatorenbatterien für je 120 PS gedacht, welche letzteren in zwei oberen Etagen über derselben Gebäude-Grundfläche Platz finden würden.

Das Laden der Akkumulatoren mit 2 Maschinen hätte in den Wintermonaten wahrscheinlich Morgens 8 Uhr zu beginnen und würde mit einer Arbeiterschicht bei 2 $\frac{1}{2}$ stündiger Mittagspause bis Abends 10 Uhr durchgeführt werden, da der Betrieb ohne Kesselfeuerung ein ausserordentlich leichter ist. Während der stärksten Konsumabgabe würde der dritte Gasmotor Abends direkt mit in das Kabelnetz arbeiten, während der vierte Motor ganz in Reserve bleiben kann. Ausserhalb der gedachten Zeit würde der Konsum durch die Akkumulatoren allein gedeckt.

Der Raumbedarf für die ganze Gebäudeanlage incl. Bureau's, Werkstatt und Magazin für Installation beträgt nach diesem Projekt nur 370 qm für den Betrieb von 10 000 installirten Lampen. *)

Da nach den uns gewordenen Mittheilungen wahrscheinlich schon im nächsten Jahre 150pferdige Gasmotoren mit 2 Cylindern zu erwarten stehen, so würde man also dann mit 4 Motoren und 2 Akkumulatorenbatterien ca. 10 500 gleichzeitig brennende oder ca. 14 000 installirte Lampen bei genügender Maschinen-Reserve speisen können.

Selbstverständlich gehen wir nicht so weit — und wir betonen dies ausdrücklich —, den Gasmotorenbetrieb für elektrische Centralen in dem vorgedachten Umfange unter allen Umständen zu empfehlen; nur scheint es uns, als wenn die oben mitgetheilten Erfahrungen und Resultate einer nahezu 5 jährigen statistisch genau festgestellten Praxis wenigstens dazu führen könnten: 1. der gänzlichen Nichtbeachtung der Gasmotoren für elektrische Centralen entgegenzutreten, nachdem sich diese Motoren schon in Tausenden von Einzelanlagen für elektrischen Betrieb so ausgezeichnet bewährt haben; 2. den Vergleich mit Dampfmaschinenanlagen wirklich rationell, d. h. nach den verschiedenen hierbei in Betracht kommenden Gesichtspunkten durchzuführen, und 3. im Auge zu behalten, dass nach der bisherigen Entwicklung des Gasmotorenbaues, insbesondere nach der Verdoppelung der Grösse der Motoren innerhalb 5 Jahren, für spätere Vergrösserungen aller Voraussicht nach auch noch weit grössere und im Gasverbrauch wesentlich sparsamere Gasmotoren zur Verfügung stehen werden.

Bekannt ist der Ausspruch von William Siemens:

»Es ist nur noch eine Frage der Zeit, dass die festen Brennstoffe durch luftförmige, und namentlich durch **Steinkohlengas**, verdrängt werden müssen, damit der jetzt so kolossalen Verschwendung an Feuerungsmaterial ein Ziel gesetzt wird« — — — und endlich auch ein Anfang mit Beseitigung der Rauchplage gemacht werde — so könnte man wohl gerade im Hinblick auf elektrische Centralen noch hinzufügen.

*) Können Bureau, Werkstatt und Magazin anderweitig billiger untergebracht werden und fügt man bei besonders werthvollen Grundstücken für die Akkumulatoren noch eine dritte Etage von ca. 2,2 m Höhe hinzu, so wird die Gebäude-Grundfläche noch erheblich kleiner.

Nach den wärmetheoretischen Untersuchungen der neueren Zeit stellt sich die Ausnutzung des Brennmaterials wie folgt:

	bei Dampfmaschinen- Anlagen	bei Gasmotoren mit Steinkohlengas- Betrieb
nach Slaby (Journ. f. Gasbel. 1883: S. 552 u. 567)	8,0 %	16,5 %
„ Clerk (The Gas engine 1886: S. 263 u. 267)	11,1 %	21,0 %

Vielleicht wird mancher städtischen Verwaltung und mancher Gasgesellschaft der Uebergang zu elektrischen Centralanlagen leichter werden, wenn sich nach einer genauen, vorstehend nur angedeuteten Prüfung der Betrieb mit Gasmotoren vortheilhafter als mit Dampf erweisen sollte. Dies wird u. a. namentlich auch dann der Fall sein können, wenn neue Gasanstalten vorhanden sind, bzw. erbaut werden müssen, welche den Gasverbrauch der elektrischen Centrale ohne wesentlichen Mehraufwand an Kapital zu decken vermögen.

Auf alle Fälle aber empfiehlt es sich, mag man sich nun für Dampf- oder Gasbetrieb entscheiden, die Gas- und Elektrizitätswerke gemeinschaftlich verwalten zu lassen, damit sich einerseits der kaufmännische und technische Betrieb einheitlicher und billiger gestalten, und andererseits das Licht, Wärme und Kraft gebrauchende Publikum in die Lage versetzt werde, ohne einseitige Konkurrenzbestrebungen Gas und Elektrizität im Haus und Gewerbebetrieb in zweckmässigster Weise zu vereinigen.

Es wird sich dann wieder einmal das bekannte Schiller'sche Wort erfüllen:

»Sieh, da entbrennen in feurigem Kampf die eifernden Kräfte,
Grosses wirket ihr Streit, Grösseres wirket ihr Bund!« —

B. EGGER & C^o. IN WIEN-BUDAPEST.

I. Elektrische Centralanlage für die Beleuchtung des neuen Rathhauses in Wien.

(Hierzu Fig. 1.)

Die elektrische Anlage im neuen Wiener Rathhause, nach dem Entwurf des Stadtbauamtes von der Firma B. Egger & Co. in Wien ausgeführt, besitzt zwei räumlich getrennte, aber durch Kabelleitungen mit einander verbundene Maschinenstationen.

Die ältere aus dem Jahre 1885 stammende Maschinenstation wurde unter dem nordwestlichen Seitenhofe angelegt.

Dieselbe enthält 2 Hochdruck-Zwillings-Dampfmaschinen von je 60 PS, 330 mm Cylinderdurchmesser, 660 mm Hub und 76 Touren. Die Steuerung ist nach System Waniek ausgeführt. Ferner enthält die Maschinenstation 2 Vorgelege in Sellers-Lagern, welche zum Antriebe von 4 Nebenschluss-Dynamos, System Egger, dienen. Dieselben sind mit horizontalen Magnetschenkeln ausgerüstet und besitzen eine Leistung von 170 A bei 110 V Klemmenspannung.

Die Dynamos können parallel geschaltet werden und speisen zusammen circa 1100 Glühlampen à 16 N. K.

In dem anstossenden nördlichen Kesselhause befinden sich 6 Ten-Brink-Kessel mit rauchverzehrender Feuerung von je 90 qm und 1 Multitubularkessel von 164 qm Heizfläche für die Central-Dampfheizung der Nordhälfte des Rathhauses.

Fünf Kessel dieser Batterie mit zusammen 492 qm Heizfläche und 5 Atm. Ueberdruck stehen für die elektrische Anlage zur Verfügung.

Die Speisung dieser Kessel erfolgt durch zwei stehende Pumpen mit dreifachen Plungern.

Die südliche Kesselanlage dient zur Beheizung der Südhälfte des Gebäudes.

Dieselbe besteht aus 5 Ten-Brink-Kesseln und 2 Multitubularkesseln von gleicher Grösse und Konstruktion wie jene der Nordanlage.

5 Kessel zu 5 Atm. Ueberdruck mit zusammen 574 qm Heizfläche stehen für die elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung zur Verfügung und liefern den Dampf für die Maschine der neueren im Jahre 1888 erbauten Anlage.

Diese befindet sich unter dem südwestlichen Seitenhofe und enthält 4 liegende Hochdruck-Zwillings-Dampfmaschinen von je 100 PS, 360 mm Cylinderdurchmesser, 360 mm Hub und 175 Touren. Die Maschine hat Armington-Sims-Steuerung.

Jede Dampfmaschine trägt an der Hauptwelle die Armatur einer Aussenpol-Gleichstrom-Maschine mit 12 Magneten im Nebenschlusse.

Die Dynamos sind für eine Meistleistung von je 60 000 Watt (110 V und 550 A) gebaut.

Die Gesamtleistung der Südanlage beträgt demnach 240 000 Watt, ausreichend für 4000 Glühlampen zu 16 N. K.

Die aus Stampfbeton hergestellten Fundamentkörper sind durch einen Spalt von dem umgebenden Erdreiche und den Gebäude-Fundament-Mauern getrennt.

Von den Maschinen führen Leitungen zu einer Hauptschalttafel, deren Einrichtungen die Parallelschaltung der vier Maschinen ermöglichen.

Die Akkumulatoren-Anlage.

Dieselbe umfasst 2 Batterien der Electrical Power Storage Company Type L 31 zu je 60 A und eine Batterie Tudor-Zellen Type XXI für 230 A Maximal-Entladestrom.

Jede dieser Batterien besitzt einen besonderen Doppelzellenschalter und einen Strommesser. Der Entladestrom der Batterie wird durch Aron'sche Elektrizitätszähler gemessen.

Die Gesamtleistungsfähigkeit der elektrischen Anlage beträgt demnach in ihrem derzeitigen Stande 350 000 Watt.

Die Leitungen.

Das Leitungsnetz ist nach dem Zweileitersystem ausgeführt und besteht aus einem zusammenhängenden Vertheilungsnetze nebst den dazu gehörigen Speiseleitungen.

Derzeit sind 4 Speiseleitungen (Feeders) von 250 bis 500 qmm Querschnitt vorhanden.

Der Spannungsverlust in denselben beträgt derzeit bei Vollbetrieb 6 V, jener in den Vertheilungsleitungen und Abzweigungen je 1 V.

Lampen.

Bis Ende Juni 1891 waren im Rathhause 3855 Glühlampen von verschiedener Lichtstärke und 17 Bogenlampen zu 9 A installiert. Die grösste Anzahl entfällt auf den Festsaal nämlich 1348 Stück verschiedener Lichtstärke.

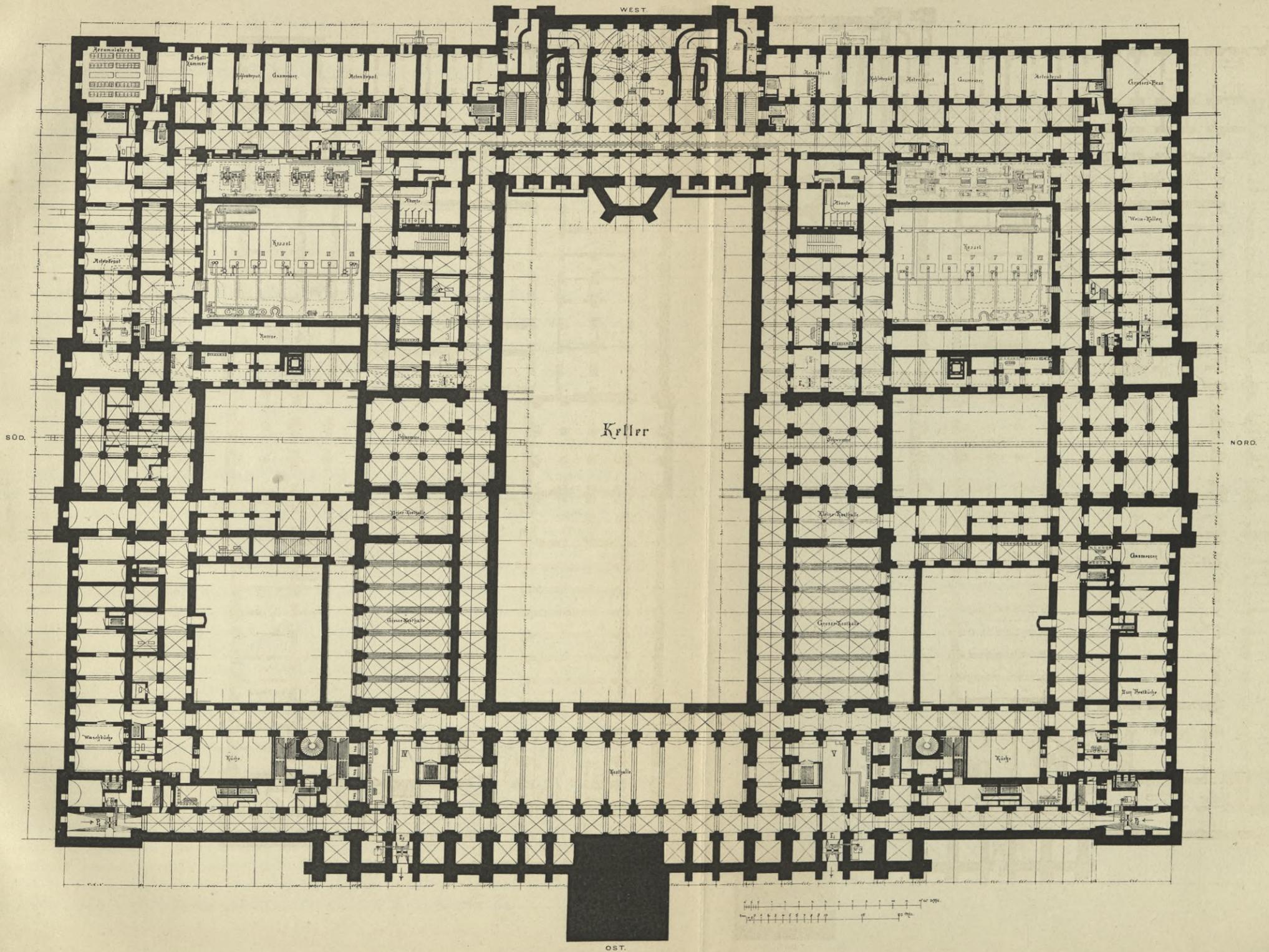
An zweiter Stelle ist der Gemeinderaths-Sitzungssaal mit 370 Glühlampen zu nennen.

Ventilatoren.

Zum Antriebe von vier Ventilatoren für die Festräume sowie von einem Ventilator für den grossen Magistrats-Sitzungssaal sind 5 Elektromotoren von zusammen 40 PS in Verwendung; die vier erstgenannten können nach Bedürfniss parallel und hintereinander geschaltet werden, je nachdem eine grössere oder geringere Leistung erfordert wird.

CENTRAL-ANLAGE FÜR DIE BELEUCHTUNG DES NEUEN RATHHAUSES ZU WIEN.
B. EGGER & Co. — WIEN-BUDAPEST.

FIG. 1.



Der Messraum.

Zur Vornahme der Prüfung von Strom- und Spannungsmessern, sowie für andere Kontrollmessungen ist eine Prüfungsstation im Rathhause eingerichtet.

Dieselbe enthält eine Aichungsvorrichtung für 3 Ampèremeter bis 600 A, ferner für 3 Elektrizitätsmesser von derselben Leistungsfähigkeit, 1 Photometer für Glühlampen sammt den erforderlichen Instrumenten zur Messung der Lampenspannung und des Stromverbrauches, ferner 1 Photometer von Weber für Messung von Flächenhelligkeit, ferner 1 Spiegelgalvanometer für hohe Isolationswiderstände, verschiedene Induktoren, Decadenwiderstände und dgl.

Die Erweiterung der elektrischen Anlage und Ausdehnung des Netzes auf derzeit noch mit Gas beleuchtete Räume wird stufenweise vorgenommen.

II. Centralanlage für die elektrische Beleuchtung der Hermes-Villa Ihrer Majestät der Kaiserin von Oesterreich im k. k. Thiergarten nächst Lainz, nebst den Nebengebäuden und Strassenbeleuchtung.

(Hierzu Fig. 2.)

Die im Jahre 1886 ausgeführte elektrische Beleuchtungsanlage der kaiserlichen Villa im Thiergarten zu Lainz erscheint durch mehrere Umstände geeignet, ein besonderes Interesse zu erwecken, da dieselbe, abgesehen von dem allgemeinen Interesse, welches das Objekt in sich selbst birgt, und der Wichtigkeit, welche eine gelungene Ausführung zu jener Zeit für die elektrische Industrie haben musste, auch den Betrieb einer damals für Oesterreich neuen, ziemlich ausgedehnten elektrischen Strassenbeleuchtung enthält; endlich kann noch der für die österreichische Beleuchtungs-Industrie erfreuliche Umstand bemerkt werden, dass sämtliche Einrichtungen aus österreichischen Erzeugnissen hergestellt wurden.

Es muss hierbei hervorgehoben werden, dass der Architekt Herr Baron Hasenauer trotz der mannigfachen Bedenken, welche sich damals gegen das elektrische Licht geltend machten, die Installirung dieser Beleuchtungsart in Anregung brachte und die Genehmigung hierzu erwirkte.

Herr Baron Hasenauer war hierbei von dem Gedanken geleitet, dass keine andere Beleuchtungsart die Anforderungen eines Prachtbaues, wie das Bijou im Walde zu Lainz, besser zu erfüllen vermöchte, als das elektrische Licht.

Es wurde hierbei die vorläufige Verwendung von 300 Glühlampen à 16 N. K. und zwar für das Schloss-, Küchen-, Stall- und Dienstgebäude, die Reitschule und die Hofbeleuchtung, ferner von 220 Lampen à 25 N. K. für die Strasse nach Lainz festgestellt. Diese Anzahl wurde bereits im nächsten Jahre durch die Einrichtung der elektrischen Beleuchtung in sämtlichen Wohnräumen um 620 Glühlampen à 16 N. K. vermehrt, sodass gegenwärtig 920 Glühlampen à 16 N. K. für die Gebäude und 220 Glühlampen à 25 N. K. für die Strassenbeleuchtung in Betrieb sind. Ausserdem

sind elektrische Cigarrenanzünder, Brennapparate und in der Küche eine kleine Kraftübertragung, sowie elektrische Kochapparate in Verwendung.

Es wurde bestimmt, ein eigenes Maschinenhaus für die Dampfmaschinen und Kesselanlage herzustellen, und die Ausführung der gesamten Anlage der Firma B. Egger & Co. in Wien übertragen.

Für die Herstellung des Maschinenhauses war zunächst massgebend, dass es möglichst nahe an die zu beleuchtenden Objekte gelegt werde; es sollte jedoch andererseits möglichst verdeckt und in keiner Weise störend liegen. Diesen Bedingungen wurde in der besten Weise entsprochen. Das Haus enthält ausser dem Kessel und Maschinenraum noch einen Anbau für die Aufstellung der Akkumulatoren und zwei Wohnzimmer für das Personal.

Es wurde eine Zwillingsdampfmaschine von 70 PS aufgestellt. Dieselbe hat Flachschieber-Präzisionssteuerung, System Waniek, die durch einen Porter-Regulator regulirt wird.

Diese Maschine treibt mittels Seilen eine Haupttransmission, von welcher die 4 zur Stromerzeugung dienenden Dynamos mittels Riemen angetrieben werden.

Die Dampfmaschine macht 75 Touren pro Minute.

Der Kessel ist ein Cylinderkessel mit 2 inneren gewellten Feuerröhren; derselbe ist auf eine Spannung von $6\frac{1}{2}$ Atm. Ueberdruck konzessionirt. Von den vier Dynamos sind 2 für die Gebäudebeleuchtung und 2 für die Strassenbeleuchtung bestimmt. Die zur Schlossbeleuchtung gehörigen Maschinen mit einer Normalleistung von je 16000 Watt sind Nebenschlussmaschinen. Ihre Tourenzahl beträgt 700 pro Minute. Sie bedienen ca. 600 Glühlampen à 16 N.K. und zwar gemeinschaftlich mit den Akkumulatoren in der Weise, dass zur Zeit der vollen Beleuchtung die inneren Gemächer durch die Akkumulatoren und die übrige Beleuchtung durch die Maschinen besorgt wird. Indessen kann auch die umgekehrte Kombination oder auch gemeinschaftlicher Betrieb hergestellt werden.

An Akkumulatoren sind zwei Batterien der Electrical Power Storage Company von je 56 Elementen mit einer Kapazität von 1560 A - Stunden aufgestellt.

Die Glühlichtanlage in den Schlossräumen hat Parallelschaltung. Es musste mit Rücksicht auf die ziemlich bedeutende Ausdehnung dieser Anlage ein besonderes Augenmerk auf eine äusserst solide Ausführung der Leitungen gerichtet werden.

War die gelungene Herstellung der Schlossbeleuchtung mehr Frage einer soliden Ausführung, so bot die Ausführung der Strassenbeleuchtung gewisse Schwierigkeiten, umsomehr, als die diesfalls bekannten Systeme nicht gerade als unbedingt nachahmenswerth angesehen werden konnten.

Die zu beleuchtende Strasse führt von der kaiserlichen Villa bis zum Orte Speising in einer Länge von ca. 4600 m und das Maschinenhaus liegt am äussersten Ende derselben, während ein Weg zur Villa abzweigt.

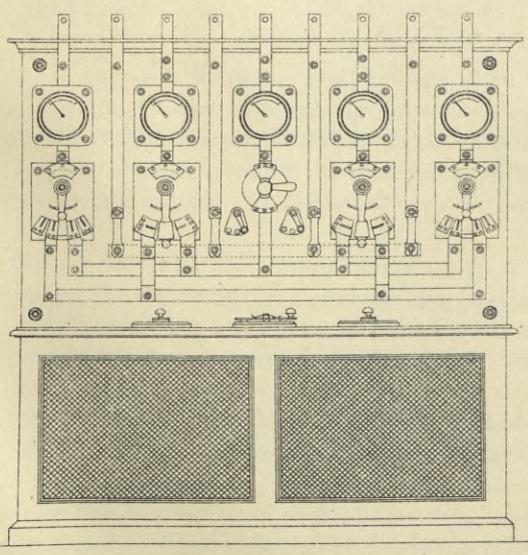
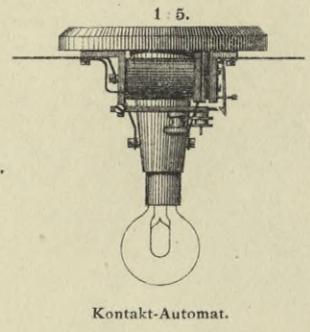
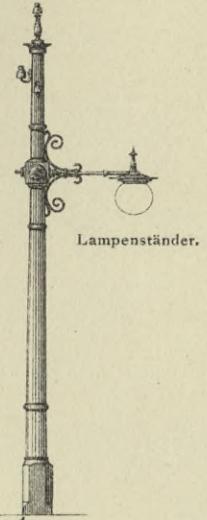
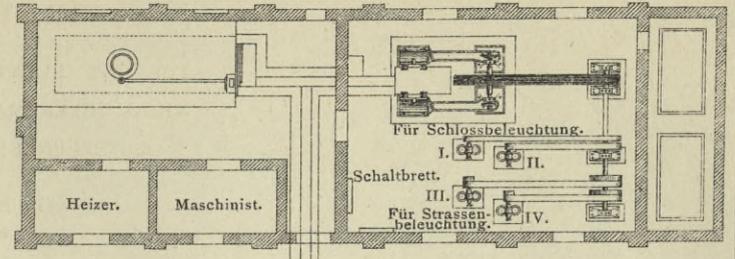
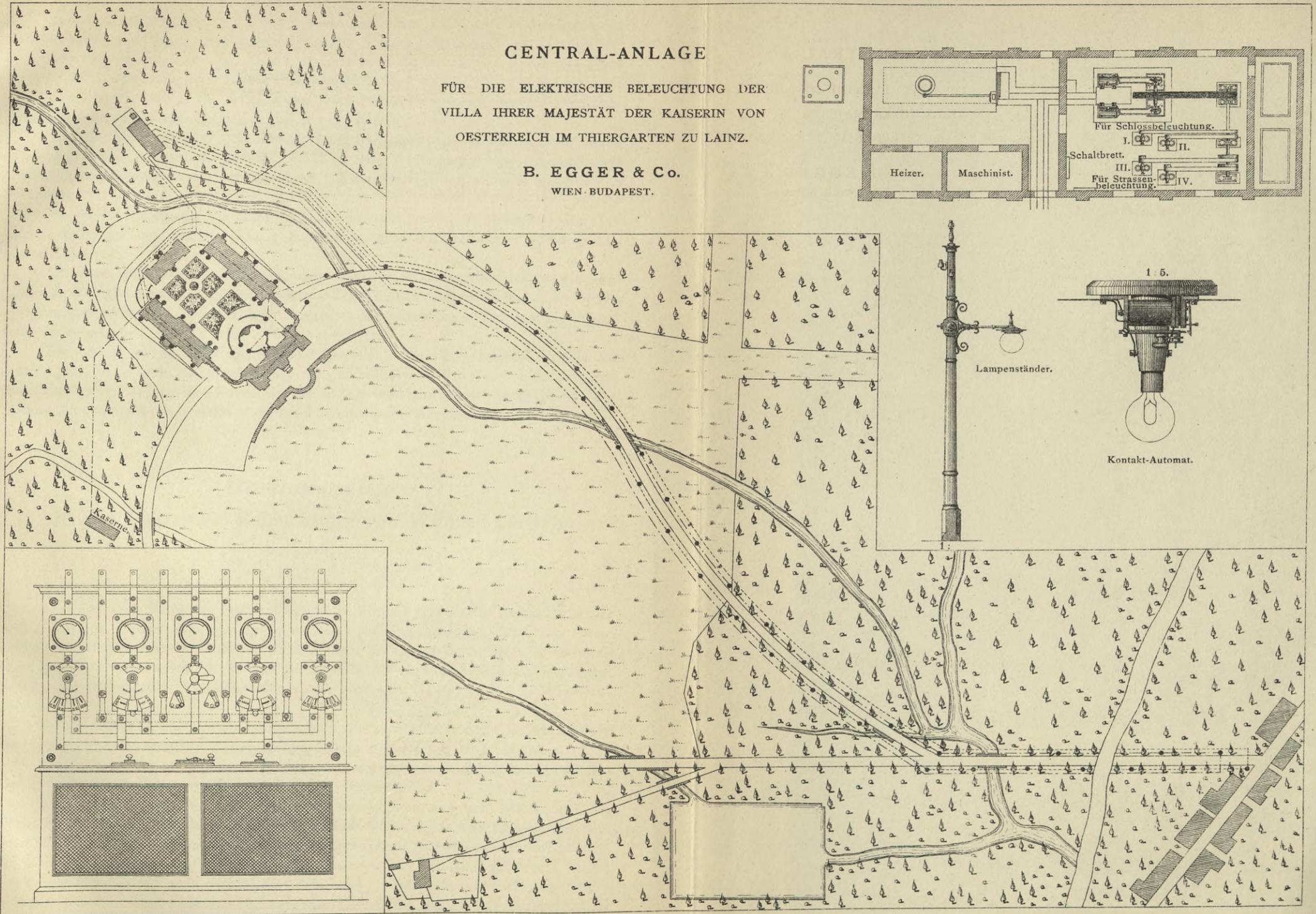
Die Leitungen sollten oberirdisch als Luftleitungen geführt werden und die Leitungsträger zugleich als Lampenständer dienen.

Die Lampen sind hintereinander geschaltet und hierbei die Anordnung so getroffen, dass immer die Lampen auf einer Seite der Strasse, zu einem eigenen Stromkreise vereinigt, von einer der für die Strassenbeleuchtung bestimmten Dynamo bedient werden.

CENTRAL-ANLAGE

FÜR DIE ELEKTRISCHE BELEUCHTUNG DER
VILLA IHRER MAJESTÄT DER KAISERIN VON
OESTERREICH IM THIERGARTEN ZU LAIZ.

B. EGGER & Co.
WIEN · BUDAPEST.



Sollte daher an einer der Dynamos oder an einer Leitung eine Beschädigung eintreten, so ist immer noch die eine Hälfte der Strasse beleuchtet.

Die Glühlampen aus der Fabrik der Firma B. Egger & Co. haben bei $3\frac{1}{2}$ A und ca. 20 V Spannung eine Lichtstärke von 25 N. K.

Die Leitung ist aus $2\frac{1}{2}$ mm starkem Kupferdraht hergestellt, der auf Porzellan-Doppelglocken ausgespannt ist.

Um die hintereinander geschalteten Lampen gegen eine Unterbrechung durch Versagen einer Lampe zu sichern, erschien die Anwendung von automatischen Schaltapparaten nothwendig, um bei einer solchen Gelegenheit einen Kurzschluss zu bewirken.

Es wurde ein eigener Automat hierfür konstruirt, welcher äusserst einfach in der Konstruktion ist und so präzise funktioniert, dass noch keinerlei Störung eingetreten ist.

Es möge hier erwähnt werden, dass eine von Schönbrunn bis in die Villa gehende Telephonleitung sich gleichfalls auf den Lampenständern befindet, ohne dass die Korrespondenz bei gleichzeitigem Betriebe der elektrischen Beleuchtung irgend eine Störung erlitt.

Die Anlage ist nunmehr die vierte Saison im Vollbetrieb; derselbe dauert das ganze Jahr, im Winter allerdings in sehr eingeschränkter Weise nur zur Beleuchtung des Dienstgebäudes und des Hofes. In dieser Zeit wird der Betrieb lediglich von den Akkumulatoren besorgt, welche in entsprechenden Intervallen geladen werden.

III. Centralanlage für die elektrische Beleuchtung von Wildbad Gastein.

(Hierzu Fig. 3.)

Die günstigen Erfolge, welche die Anlage für die elektrische Beleuchtung der kais. Villa im Lainzer Thiergarten ergab, wurden Veranlassung, dass, um einem dringenden Bedürfnisse der Gasteiner Badebesitzer zu entsprechen, die k. k. Generaldirektion der allerhöchsten Privat- und Familien-Fonds eine elektrische Beleuchtungs-Anlage für den ganzen Ort Gastein durch die Firma B. Egger & Co. in Wien ausführen liess.

Die Verwendung von Dampfmaschinen war durch den Charakter des Ortes, sowie auch durch die schwierige und kostspielige Zufuhr von Kohlen ausgeschlossen.

Andererseits bot der bekannte Wasserfall der Gasteiner Ache die günstigste Gelegenheit zur Anlage eines Betriebes mittels Wasserkraft.

Man entschloss sich deshalb um so lieber zur Verwendung von Wasserkraft, als Wehr und Schleuse, welche für den Betrieb einer Wasserhebe-Maschine bereits hergestellt waren, auch für die elektrische Beleuchtungsanlage voll ausreichten, so dass die Kosten der Adaptirung für den erweiterten Zweck nur ganz unbedeutend waren. Trotzdem mussten noch in Folge der örtlichen Verhältnisse ziemlich schwierige Arbeiten für den Turbinenkanal etc. ausgeführt werden, welche Felsensprengungen

nothwendig machten. Letztere mussten infolge der in der nächsten Nähe entspringenden warmen Quellen mit grösster Vorsicht vorgenommen werden. Auch konnte zur Ausführung dieser Arbeiten mit Rücksicht auf die Badesaison und die klimatischen Verhältnisse nur ein sehr geringer Theil des Jahres verwendet werden. Trotz aller dieser Schwierigkeiten wurde aber die Anlage innerhalb eines Jahres fertiggestellt.

Der Bedarf betrug bei Inbetriebsetzung der Anlage im Jahre 1887 ca. 720 Glühlampen à 16 N. K. und einige Bogenlampen. Derselbe entfiel theils auf die Strassenbeleuchtung (58 Stück), theils auf die Beleuchtung des Kurhauses sammt Wandelbahn, sowie der Hôtels und grösserer Privathäuser. Gegenwärtig beträgt derselbe schon 900 Glühlampen à 16 N. K.

Da der Bedarf auch mit Rücksicht auf eine voraussichtliche Vermehrung innerhalb der Grenzen einer ökonomischen und rentablen Anlage gehalten werden musste, so wurde eine Maximal-Leistung von 1200 Glühlampen à 16 N. K. für die Anlage festgesetzt und hierbei in Aussicht genommen, dass später eine Akkumulatoren-Batterie aufgestellt werden soll. Dies wird im Jahre 1892 bereits der Fall sein.

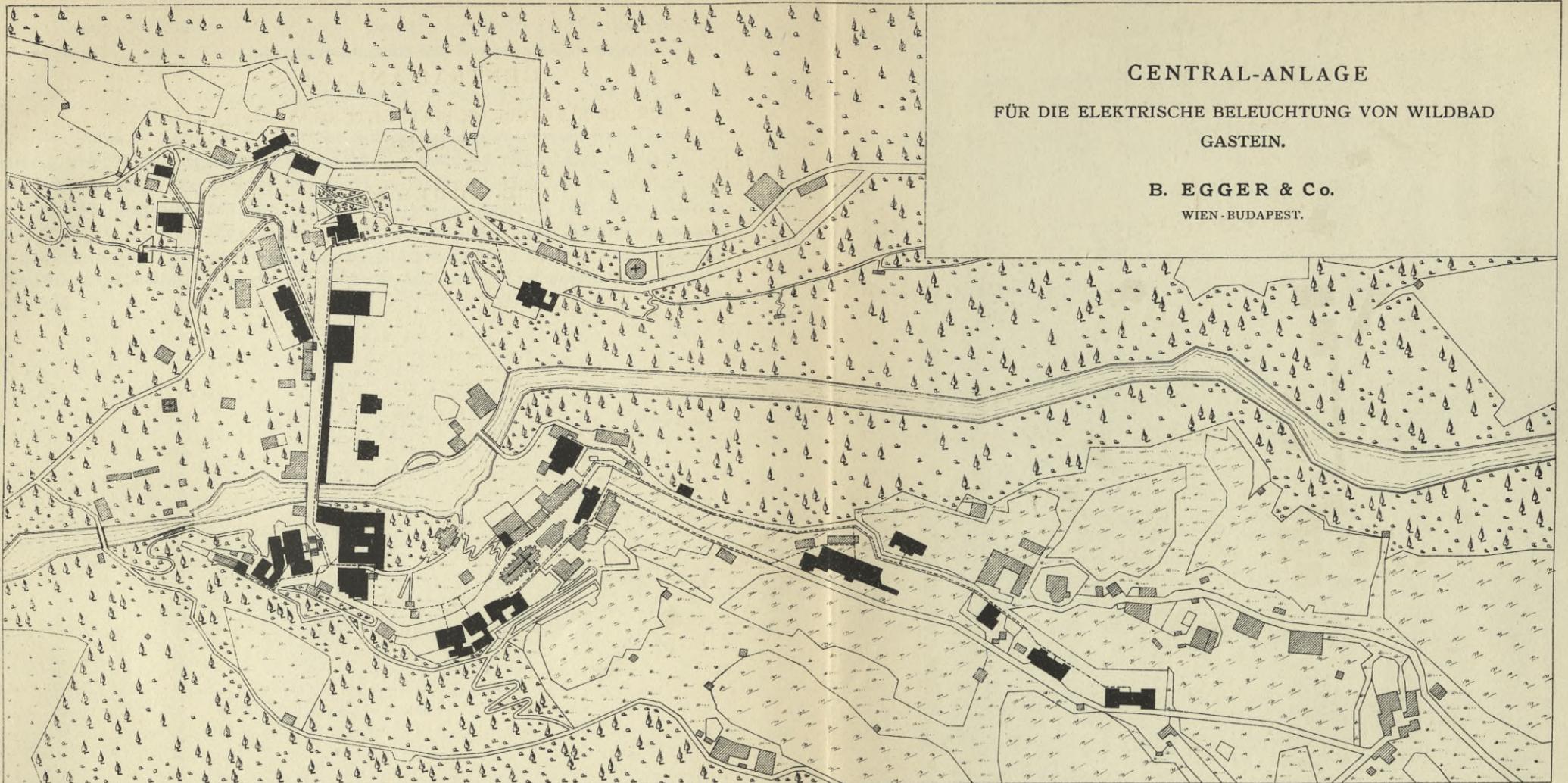
Für die etwa 600 l mit einem Gefälle von 22 m betragende Wassermenge wurde eine Turbine von 130 PS aufgestellt, welche mittels eines Vorgeleges 4 Dynamos von je 30,000 Watt Leistung treibt. Eine dieser Dynamomaschinen dient als Reserve. Von den Dynamos führen Leitungen zu einem Schaltbrett, welches mit den nöthigen Kontrollinstrumenten sowie den zum Parallelschalten der Maschinen erforderlichen Schaltapparaten (alles System Egger) versehen ist. Indessen wurden aus besonderen lokalen Verhältnissen drei getrennte Stromkreise angelegt. Die Hauptvertheilungs-Leitungen gehen vom Maschinenhause unterirdisch als eisenarmirte Bleikabel über den Hauptplatz und durch die Hauptstrassen, um dann in oberirdische auf Säulen geführte Leitungen aus blanken Kupferkabeln überzugehen.

Die zur Verwendung kommende Maximalspannung beträgt 130 V.

Es hätte vielleicht sicherer erscheinen können, an Stelle einer grossen Turbine mehrere kleine aufzustellen. Allein Betriebsstörungen waren nur insofern zu befürchten, als bei Hochwasser eine Verlegung resp. Versandung der Schleuse eintreten könnte. In diesem Falle würde aber auch jede andere motorische Disposition versagen. Ferner findet der Hauptbetrieb nur während der 6 Monate dauernden Badesaison statt, sodass eventuelle Auswechslungen oder Reparatur-Arbeiten an der Turbine ganz gut in einem Zeitraume geschehen können, in welchem eine mehrtägige Betriebs-einstellung keine wesentliche Störung involvirt. Thatsächlich ist auch in den verflossenen 3 Betriebsjahren nur eine ganz geringfügige Störung bei der Turbine in Folge eines Hochwassers vorgekommen, an dem motorischen und elektrischen Theil dagegen gar keine! Uebrigens wurde, wie oben erwähnt, die Aufstellung von Akkumulatoren in Aussicht genommen, um damit gleichzeitig eine Reserve zu schaffen.

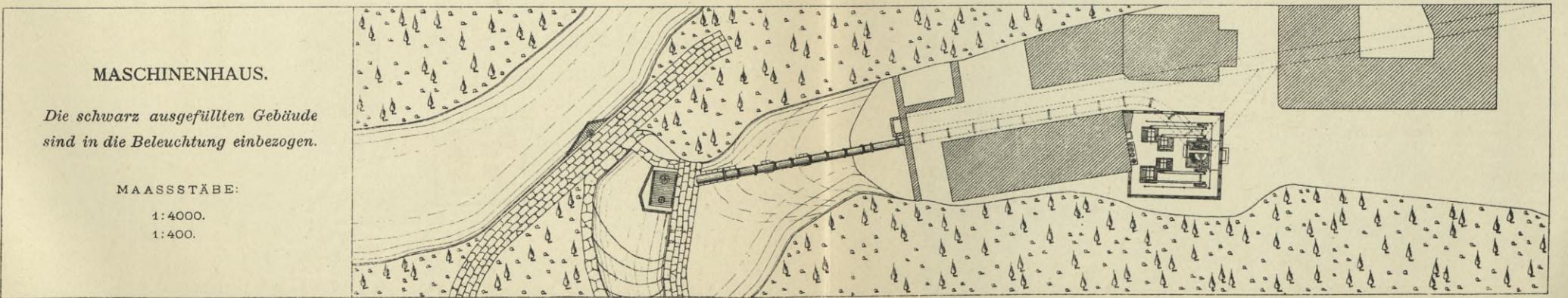
Der Betrieb dauert das ganze Jahr hindurch, ist jedoch im Winter auf circa 120 Glühlampen à 16 N. K. beschränkt. Hierbei läuft die Turbine nur mit der halben Tourenzahl (100 pro Minute), und es werden Lampen mit nur 50 V Spannung verwendet.

Die Anlage kostet 65,000 fl. ö. W. Die Konsumenten zahlen inklusive Lampen-Ersatz während des Sommerbetriebes für die Brennstunde einer 16kerzigen Glühlampe 3 Kreuzer, für die ganze Wintersaison jedoch nur 3 fl. pro Lampe und Monat. Ein über die Amortisation und Verzinsung des Anlagekapitales sich ergebender Ueber-



CENTRAL-ANLAGE
FÜR DIE ELEKTRISCHE BELEUCHTUNG VON WILDBAD
GASTEIN.

B. EGGER & Co.
WIEN - BUDAPEST.



MASCHINENHAUS.

*Die schwarz ausgefüllten Gebäude
sind in die Beleuchtung einbezogen.*

MAASSSTÄBE:

- 1:4000.
- 1:400.

schuss kommt den Konsumenten zu Gute. Derselbe betrug im zweiten Betriebsjahre bereits ca. 20 %, um welche Quote sich demnach der Konsumpreis ermässigt.

Die Firma B. Egger & Co. hat 12 Kraftübertragungsanlagen mit einer Gesamtleistung von 178 PS ausgeführt und bereitet eine elektrische Bahn vor, welche $6\frac{1}{2}$ km Länge haben wird. Die Zahl der Installationen für Beleuchtung und Kraftvertheilung beträgt 1418. Dabei wurden verwendet: 1528 Dynamomaschinen mit einer Leistung von 13 600 000 VA. Installirt wurden 283 000 Glühlampen, 1684 Bogenlampen und 84 Elektromotoren. Für metallurgische und elektrochemische Zwecke wurden 35, für Metallüberzüge 38 Anlagen hergestellt. In diesen Angaben sind temporäre Anlagen nicht enthalten.

ELECTRICITEITS-MAATSCHAPPIJ
SYSTEEM „DE KHOTINSKY“ IN ROTTERDAM
FILIALE GELNHAUSEN.

Ueber die Verwendung der de Khotinsky-Akkumulatoren in Centralstationen.

Der de Khotinsky-Akkumulator ist in seiner jetzigen Gestalt die Frucht jahrelangen Studiums und jahrelanger praktischer Versuche. Die Elektroden sind aus gepressten Bleistreifen nach dem D. R. P. 35 396 hergestellt. Diese Bleistreifen haben eine eigenthümliche Profilirung, wie die Figuren 1—3 erkennen lassen. Figur 1 stellt das Elektrodengerippe für schnelle Entladung in natürlicher Grösse dar. Da die

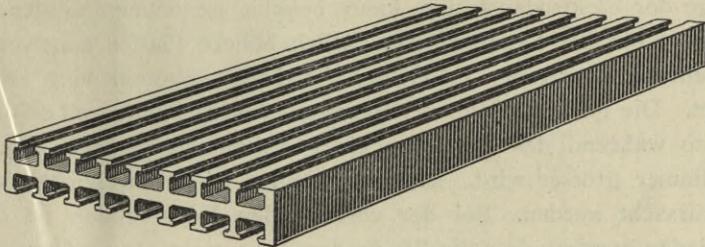


Fig. 1. Elektrode für schnelle Entladung.

negativen Elektroden bei der Ladung zu reinem Blei reducirt werden, so genügen bei diesen wenige Rippen. Das Elektrodengerippe für langsame Entladung ist in Fig. 2 dargestellt. Es unterscheidet sich von dem Gerippe für schnelle Entladung durch einen grösseren Fassungsraum. Die aktive Masse wird in die Zwischen-

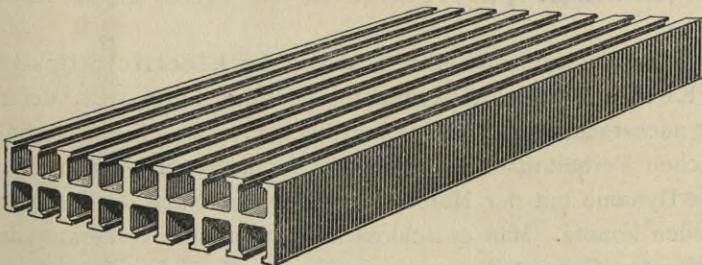


Fig. 2. Elektrode für langsame Entladung.

räume zwischen den einzelnen Rippen eingetragene. Bei der Konstruktion dieses Gerippes war der Grundsatz maassgebend, dass die bei der Ladung erfolgende Ausdehnung der aktiven Masse der positiven Elektrode unbehindert vor sich gehen kann.

Nur so allein ist es möglich, Deformationen der Elektroden, welche in längerer oder kürzerer Zeit unzweifelhaft zur Zerstörung des Akkumulators führen müssen, hintanzuhalten. Andererseits ist durch die übergreifenden Ränder der Elektrodengerippe dem Herausfallen der aktiven Masse in der wirksamsten Weise vorgebeugt.

In Fig. 3 ist eine einseitige Platte dargestellt.

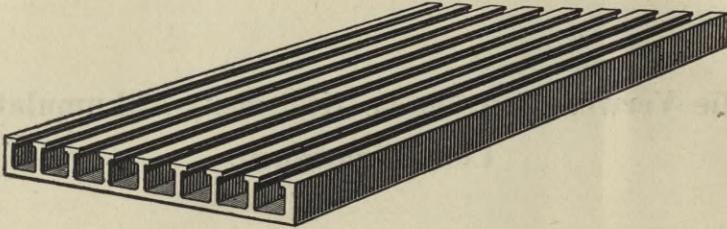


Fig. 3. Einseitige Elektrode.

Die Konstruktion bedingt, dass bei relativ kleinem Volumen doch eine bedeutend grössere Kontaktfläche zwischen der wirksamen Masse und dem Bleigerippe erzielt wird, als bei anderen Elektroden-Konstruktionen der Fall ist.

Dadurch ist weiter bedingt, dass der de Khotinsky-Akkumulator eine sehr bedeutende Kapazität per Kilogramm Elektrode ergibt.

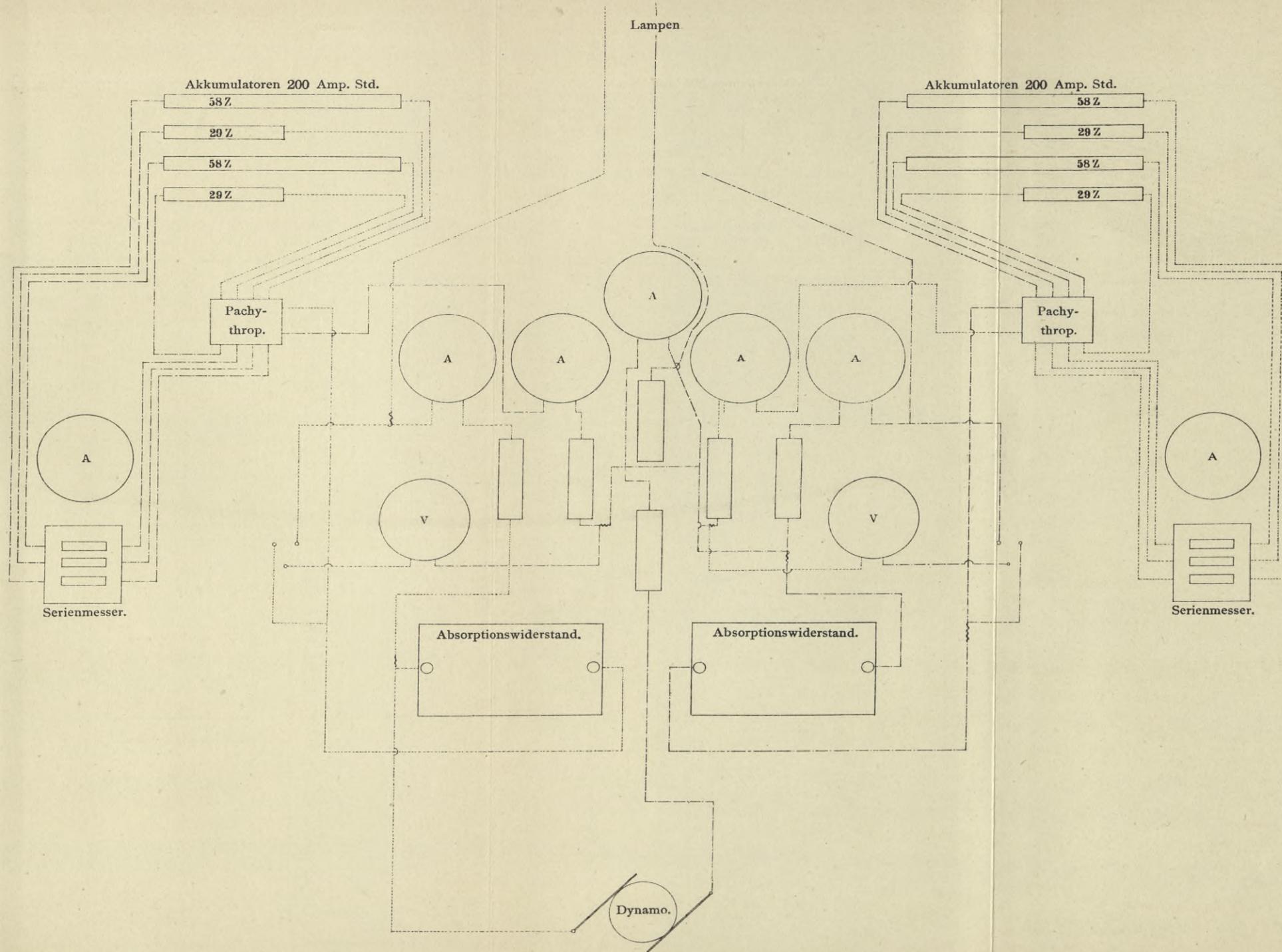
Die Länge der Elektrodenstreifen kann beliebig genommen werden. Die Breite derselben ist aber für alle Typen gleich. Sollen höhere Platten angewendet werden, so werden mehrere Bleistreifen in kleinen Abständen übereinander zwischen Bleileisten gelöthet. Die geringe Höhe der Bleistreifen ist gewählt, weil erfahrungsmässig die Säuredichte während des Betriebes eines Akkumulators nach dem Boden des Gefässes zu immer grösser wird. Dadurch können wiederum leicht Deformationen der Platte verursacht werden. Bei der vorliegenden Konstruktion ist diese Gefahr dadurch vermieden worden, dass die Elektrodenplatte nicht als ein Ganzes hergestellt, sondern aus einzelnen Streifen zusammengesetzt wird. Die de Khotinsky-Akkumulatoren sind u. a. in den nachstehend beschriebenen Centralen zur Anwendung gelangt.

I. Die elektrische Centralstation der Compagnie d'éclairage et de chauffage par le Gas de la ville de Reims.

Für diese Centrale wurde im Jahre 1888 von der Electriciteits-Maatschappij Systeem de Khotinsky eine Akkumulatorenbatterie aufgestellt, deren Anordnung und Schaltung nachstehend beschrieben werden soll.

Die örtlichen Verhältnisse, insbesondere Raummangel, hatten es nicht ermöglicht, dass die Dynamo mit der Motorenanlage in der Nähe des Verbrauchscentrums aufgestellt werden konnte. Man entschloss sich daher, die Generatorenanlage in der ca. 1500 m entfernten Gasanstalt der genannten Gesellschaft aufzustellen.

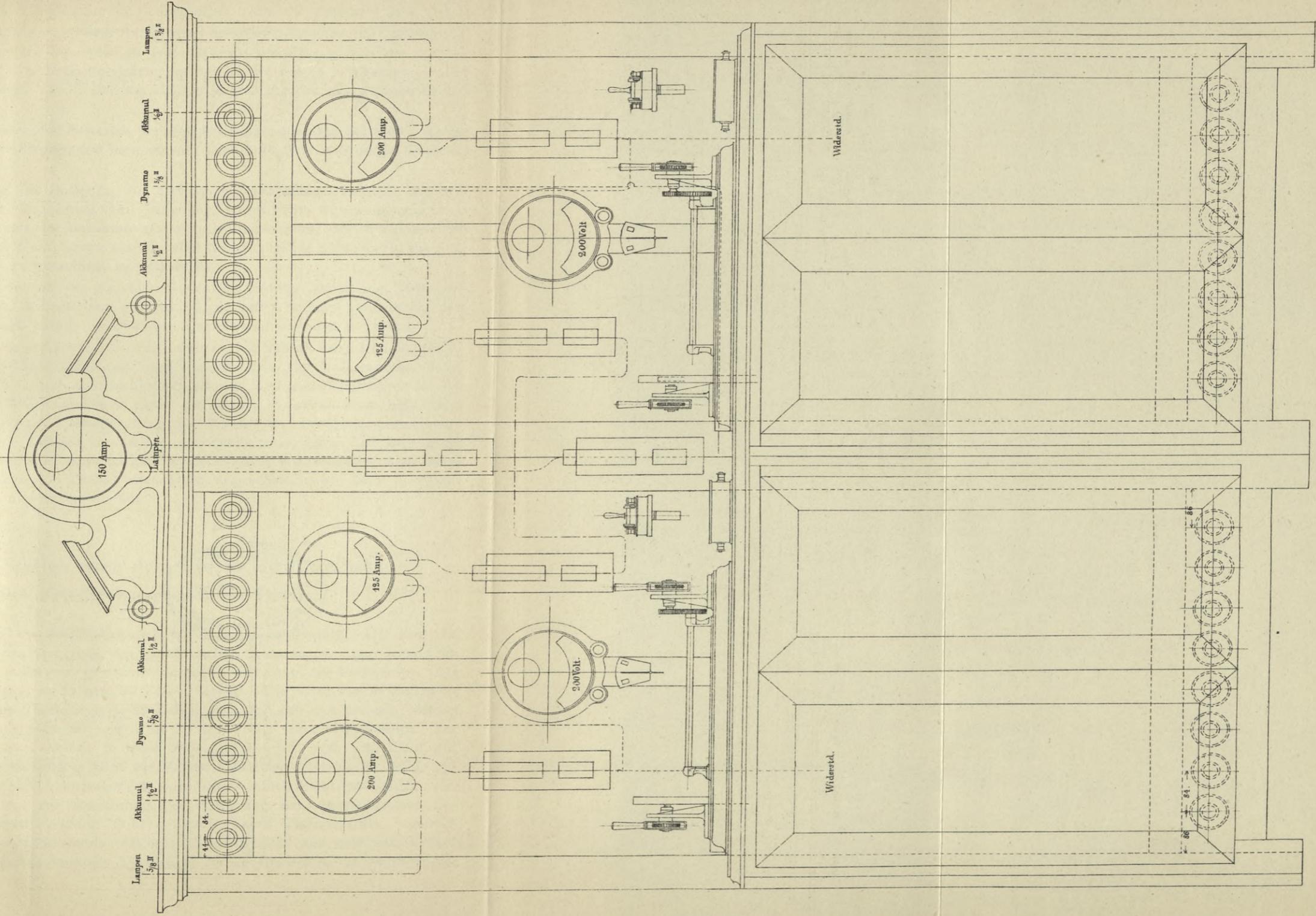
Dieselbe (Fig. 4) besteht aus 2 parallelgeschalteten Dynamomaschinen von 350 V Spannung, die von 2 Gasmotoren betrieben werden. Der Strom dieser Dynamomaschinen wird nach der Vertheilungsstation geleitet, woselbst derselbe 2 hintereinander geschaltete Akkumulatorenbatterien speist. Von den beiden Batterien ab ist das Ver-



ELECTRICITEITS-MAATSCHAPPIJ
SYSTEM DE KHOTINSKY.

CENTRALE REIMS.

ANLAGE IM DREILEITERSYSTEM.



theilungsnetz nach dem Dreileitersystem ausgeführt. Um die grösstmögliche Oekonomie in den Leitungen zu erzielen, wurde die Lampenspannung zu 150 V gewählt.

Die Akkumulatoren, von welchen jede Batterie unabhängig von der andern funktioniert, was durch das Dreileitersystem bedingt ist, werden in je 3 Serien parallel zu je 58 Zellen geladen. Die Entladung erfolgt in je 2 parallel geschalteten Serien zu je 87 Zellen.

Die Kapazität jeder der Batterien beträgt 400 Ampèrestunden bei 150 V. Es ist also jede derselben im Stande, 270 Lampen von 150 V à 16 N. K. 4 Stunden hindurch zu speisen.

Die Umschaltung der Batterien von Ladung auf Entladung geschieht mit den 2 Pachytropen. Zur Regulirung bei Entladung, sowie zum Spannungsausgleich bei Ladung, besitzt jede der Batterien einen Regulirwiderstand, der so eingerichtet ist, dass er sowohl bei einer Lampe als auch bei der maximalen Lampenzahl die entsprechende Spannung zu absorbiren im Stande ist.

Um zu kontrolliren, ob die einzelnen Serien bei Ladung gleich viel Strom erhalten, ist ein Apparat, Serienmesser genannt, eingeschaltet, welcher ermöglicht, den Strom, den die einzelnen parallel geschalteten Batterien aufnehmen, zu messen.

Die Schaltapparate und Messinstrumente sind an den hübsch ausgestatteten Regulirwiderständen (Fig. 5) übersichtlich angebracht, und es ist deren Anordnung eine solche, dass man alle für den Betrieb auf ein Dreileitersystem nöthigen Schaltungen in einfacher und bequemer Weise ausführen kann. Es ist mit denselben ermöglicht, dass bei Parallelbetrieb je nach Beanspruchung der Zweige des Dreileitersystems nach Bedarf die eine Batterie geladen, die andere entladen werden kann. Die Regulirung und Umschaltung ist auf sehr bequeme und schnelle Weise vorzunehmen, denn trotzdem an das Leitungsnetz eine Theaterbeleuchtung angeschlossen ist, kann die Spannung bis auf $\frac{1}{2}$ V genau gehalten werden.

II. Block-Station nach dem System de Khotinsky, Neue Friedrichstrasse 37 in Berlin.

Das Stromschema für die Blockstation ist in Fig. 6 dargestellt. DD sind die Dynamomaschinen, deren Spannung der gewöhnlichen Konsumspannung entspricht. Die Ladung der Akkumulatoren geschieht durch Vermittelung des Pachytrops. Die Batterie ist in drei Serien zu 59 bzw. 58 Zellen zerlegt. Die Serie von 58 Zellen ist dann nochmals in zwei Theile von je 29 Zellen getheilt. Bei der Ladung werden diese zwei Theile hinter einander und dann die drei Serien parallel geschaltet. Zur Kontrolle der Stromstärke, welche in jeder Serie gleich gross sein soll, dient der Serienmesser. Bei der Entladung wird die Batterie zu zwei Serien à 88 Zellen geschaltet. Die Leistung der Akkumulatoren wird durch einen Elektrizitätszähler von Dr. H. Aron kontrollirt. Die Regulirung der Spannung der Akkumulatoren geschieht nicht, wie sonst vielfach üblich, durch einen Zellenschalter, sondern mittels eines Absorptionswiderstandes. Hierdurch wird nicht nur eine sehr exakte Regulirung bewirkt, sondern auch der Uebelstand der Zellenschalter, die Regulirzellen

schnell zu zerstören, vermieden. Ueber dem Absorptionswiderstand sind die sonstigen Schalt- und Mess-Apparate angebracht.

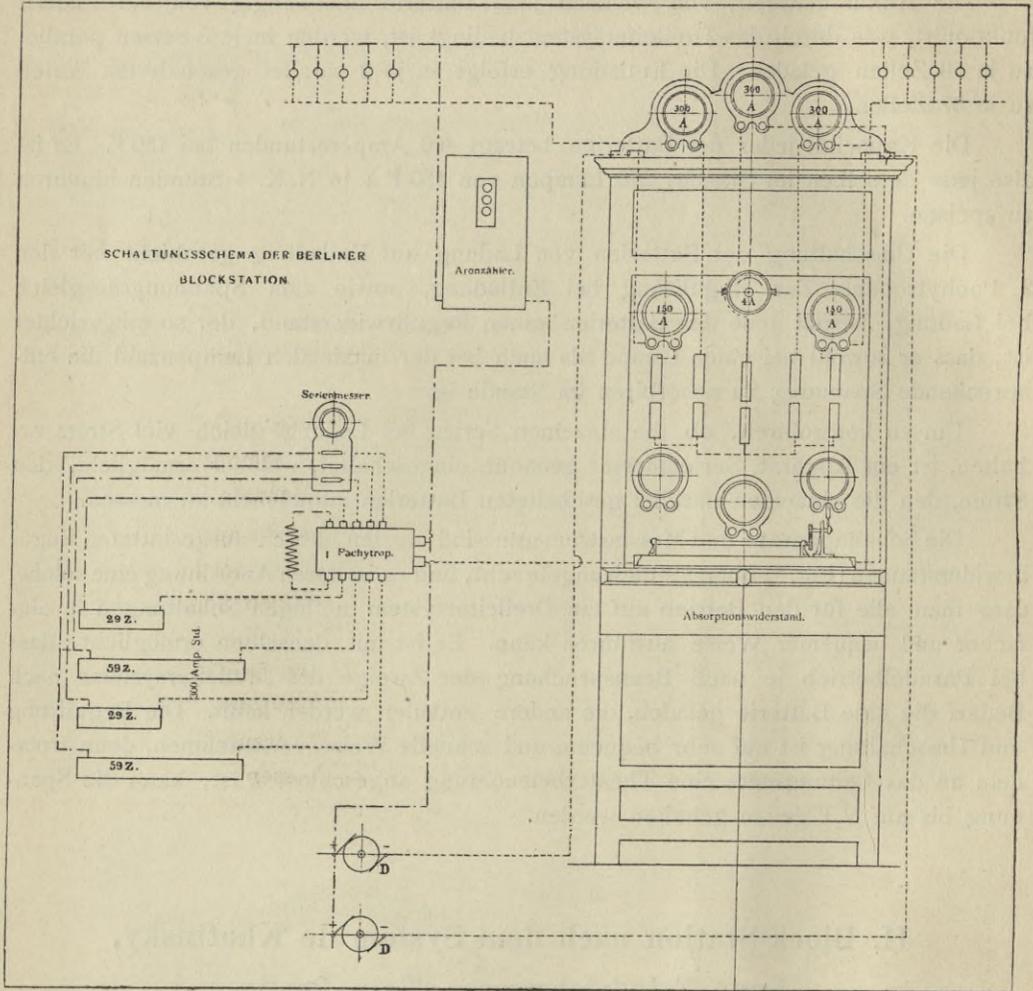


Fig. 6. Schaltungsschema der Berliner Blockstation.

Für die Blockstation sind bis jetzt auf die Dauer von 10 Jahren Verträge abgeschlossen für die Lieferung elektrischer Energie zur Speisung von:

- a) 3 Bogenlampen à 1000 N. K., hintereinander geschaltet, Stromverbrauch 9 Ampère
- 270 Glühlampen à 16 N. K. 150 V, Stromverbrauch 0,36 A . . . = 98 „
- Stromverbrauch 107 Ampère

während 9 Stunden per Tag im Winter.

- b) 3 Bogenlampen à 1000 N. K., hintereinander geschaltet, Stromverbrauch 9 Ampère
- 12 Bogenlampen à 500 N. K., 3 hintereinander geschaltet, 6 A
- Stromverbrauch = 24 „
- Stromverbrauch 33 Ampère

während 6 Stunden per Tag im Winter.

- c) 280 Glühlampen à 16 N.K. 150 V, Stromverbrauch 0,36 A = 101 Ampère während 3 Stunden per Tag im Winter,

Der Strom wird am Schaltbrett abgeliefert und daselbst durch Dr. Aron's Elektricitätszähler gemessen.

Die Leitungen vom Schaltbrett bis zu den Lampen lassen die Konsumenten für ihre Rechnung herstellen. Ebenso bestreiten dieselben die Erneuerung der Glühlampen.

Es werden in nächster Zeit ferner zu speisen sein:

- d) 300 Glühlampen à 16 N.K. 150 V, Stromverbrauch 0,36 A = 108 Ampère während 7 Stunden per Tag im Winter.

Das Beleuchtungs-Bedürfniss d wird durch Stromlieferung aus einer Hauptleitung (Luftleitung) erfüllt.

Für Erfüllung der Bedürfnisse der Beleuchtung a, b, c und in Vorsorge der später zu erfüllenden Bedürfnisse ist die Maschinenstation mit nachstehenden Einrichtungen versehen:

2 Dampfkessel, jeder für 45 PS in einem Raum von	50	qm
2 Compound-Dampfmaschinen, jede für 35 PS eff.	} zusammen in einem Raum von	35,75 "
1 Dynamomaschine 150 V, 130 A, nebst Reserve-Anker		
Fundamente für eine zweite gleich starke Dynamomaschine, später aufzustellen		
Akkumulatoren mit einer garantirten Kapazität von 600 Ampère- Stunden bei 150 V konstanter Spannung in einem Raum von	37,50	„
Kohlenkeller in einem Raum von	12,50	„
	<hr/>	
Beanspruchter Raum	135,75	qm

Die Akkulatoren - Kästen sind so gewählt, dass sie Elektroden für weitere 600 Ampèrestunden garantirter Kapazität aufnehmen können, sodass, wenn das Bedürfniss dafür eintritt, die Erfüllung stattfinden kann, ohne neuen Raum zu beanspruchen.

Die vorstehend beschriebene Einrichtung mit allem Zubehör ist für den Betrag von 60 000 Mk. geliefert worden.

Um den Strom für die Beleuchtungen

- a) 107 A während 9 Stunden
- b) 33 „ „ 6 „
- c) 101 „ „ 3 „

zu liefern, wird ein Dampfkessel, eine Dampfmaschine, eine Dynamomaschine von 130 A 150 V und die Akkulatoren - Batterie von 600 Ampèrestunden Kapazität benutzt.

Die volle Ladung von 600 Ampèrestunden beansprucht ungefähr 8 Stunden, also von Morgens 7 Uhr bis Mittags 3 Uhr.

Während 3 Stunden ist die Beleuchtung a, b und c mit 241 A zu versorgen. Davon liefert die Dynamo 130 A und 111 A = 333 Ampèrestunden werden den Akkulatoren entnommen.

Nach Ablauf der 3 Stunden gemeinschaftlichen Betriebes liefern für weitere 3 Stunden den Strombedarf für a und b von 140 A die Dynamo mit 130 A, die Akkumulatoren mit 10 A = 30 Ampèrestunden. In den Akkumulatoren bleiben nach Entnahme von 363 Ampèrestunden noch 237 Ampèrestunden als Reserve zurück, also ausreichend für über 2 Stunden Beleuchtung von a, für den Fall einer Betriebsstörung oder falls gewünscht wird, den Betrieb früher einzustellen, oder zur Deckung des Lichtbedarfs zu jeder anderen Stunde.

Wird die Reserve in den Akkumulatoren nicht verbraucht, so erfordert die Vervollständigung ihrer Ladung am nächsten Tage nur ungefähr 3 Stunden Arbeitszeit. Den Betrieb für a, b, c besorgen ein Maschinist und ein Heizer.

ELEKTROTECHNISCHE FABRIK
J. EINSTEIN & C^o. IN MÜNCHEN.

Von der Ansicht ausgehend, dass bei elektrischen Centralstationen einerseits die Kosten des Leitungsnetzes nicht allzuhohe werden dürfen, andererseits aber die Bedienung der Anlage eine einfache und zuverlässige sein muss, wendet die Firma J. Einstein & Co. bei allen Centralen das Dreileitersystem an. Wengleich die Kosten des Leitungsnetzes sich noch höher stellen, als z. B. beim Fünfleitersystem, so bietet doch die Einfachheit der Regulirung so wesentliche Vorzüge, dass man die höheren Leitungskosten gegenüber dem obigen Vorzuge ruhig mit in den Kauf nehmen kann.

Das Dreileitersystem wird entweder direkt oder in Verbindung mit Akkumulatoren angewendet, direkt in den Fällen, wo es sich mehr um eine billige Anlage handelt, und ferner in solchen Fällen, in denen der Konsum bloss zu einer bestimmten Zeit stattfindet, also nicht grossen Schwankungen unterliegt, wie z. B. bei Centralen für Strassenbeleuchtung und dgl.

Was das Leitungsnetz und seine Anordnung anbelangt, so wird hierbei im Centrum des Beleuchtungsbezirkes ein Knotenpunkt angenommen, von dem aus sich die Vertheilungsleitungen entweder strahlenförmig ausdehnen oder bei dem der Beleuchtungsbezirk von einer Ringleitung um- und durchzogen ist. In allen diesen Fällen findet im Vertheilungsnetz nur ein ganz geringer Spannungsverlust statt, der von 0 bis zur Maximalbelastung nur 1 bis 1,5 % beträgt.

In den Speiseleitungen jedoch von der Dynamo bis zu den Knotenpunkten wird ein höherer Spannungsverlust, bis zu 15 % zugelassen und von den Knotenpunkten werden Prüflleitungen in's Maschinenhaus zurückgezogen, um hier die Spannung an den Knotenpunkten überwachen zu können. Die Dynamos sind dann entweder Nebenschlussmaschinen oder aber Compound - Maschinen, welche bei jeder Belastung die um den Spannungsverlust in den Speiseleitungen höhere Spannung liefern (über-compoundirte Dynamos), sodass trotz verschiedener Belastung die Spannung an den Knotenpunkten selbstthätig konstant erhalten bleibt.

In Skizze Fig. 1 ist die direkte Vertheilungsmethode nach dem Dreileitersystem dargestellt. *DD* sind die beiden hintereinander geschalteten Dynamos, *HHH* die 3 Hauptleitungsstränge. Vermittelst der Prüfrähte *dd* wird kontrollirt, ob die Spannung an den Knotenpunkten *KK* die normale ist oder nicht.

Nach diesem System sind von der Firma die Centralen in München-Schwabing, sowie in Varèse und Susa in Italien ausgeführt.

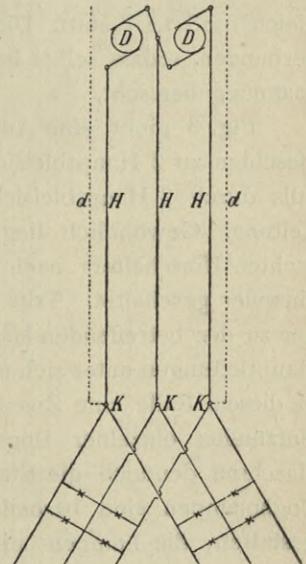


Fig. 1. Dreileitersystem.

Elektrische Centralstation in Schwabing.

Das Vertheilungsnetz der Schwabinger Anlage ist in Fig. 2 dargestellt.

Die Stadt ist in 4 Beleuchtungsbezirke *I*, *II*, *III* und *IV* eingetheilt, zu denen vom Maschinenhause 12 mm starke Speiseleitungen führen. In diesen findet ein Spannungsverlust von $10\% = 12\text{ V}$, in den Vertheilungsringen ein solcher von $1,6\%$

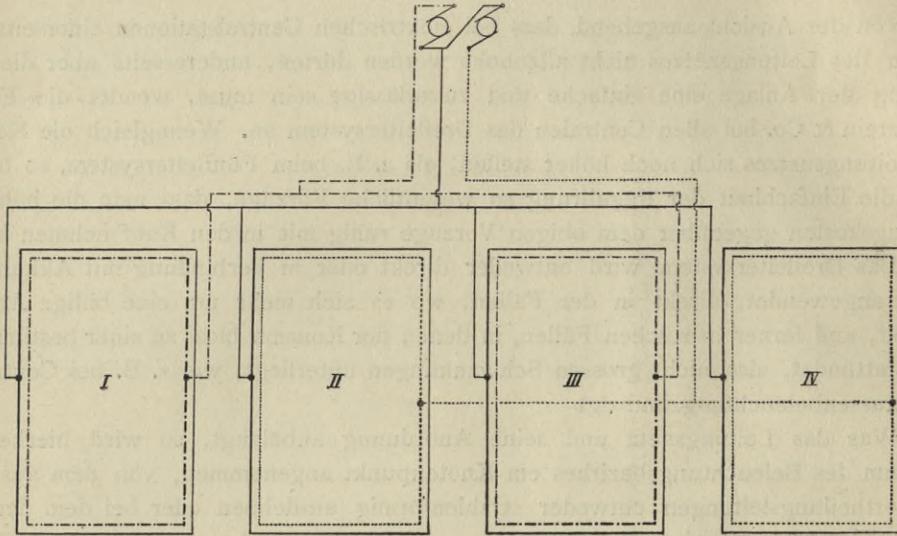


Fig. 2. Vertheilungsnetz.

gleich rund $1,5\text{ V}$ statt. Die einzelnen Ringe sind wiederum durch Ausgleichleitungen verbunden, sodass selbst bei wechselnder Belastung überall nahezu dieselbe Lampenspannung herrscht.

Fig. 3 giebt eine Ansicht des Schaltbrettes. Die Hauptdrähte führen von der Maschine zu 2 Hauptbleisicherungen *BB* und dann in die Leitung; die Drähte ebenfalls durch 2 Hauptbleisicherungen *BB* zu 2 Umschaltern *UU* und von diesen in die Leitung. Gewöhnlich liegt der Hebel des linken Umschalters nach links, der des rechten Umschalters nach rechts. Es sind in diesem Falle beide Maschinen hintereinander geschaltet. Tritt aber bei einer Maschine ein Schadhafwerden ein, so wird der zu der betreffenden Maschine gehörige Hebel umgelegt, und dadurch werden beide Hauptleitungen unter sich und mit der noch betriebsfähigen Maschine verbunden, sodass in diesem Falle eine Zweileiterschaltung vorhanden und man in der Lage ist, durch Entzünden einzelner Bogen- und Glühlampen bis zur maximalen Belastung der Maschine dennoch die Stadt theilweise beleuchten zu können. Für die installirten Bogenlampen sind besondere Leitungen und ferner Ausschalter vorhanden, welche gestatten, die Lampen mit jeder Dynamo zu betreiben. Ausserdem sind Vorschaltwiderstände angeordnet, welche durch andere Umschalter ausgeschaltet werden, wenn in der Nacht die Spannung und damit die Leuchtkraft der Glühlampen ermässigt wird.

Um das gute Funktioniren der Bogenlampen vom Maschinenhause aus kontrolliren zu können, ist für jede Leitung ein kleiner Stromzeiger nach F. Kohlrausch von Hartmann & Braun angebracht.

In der Mitte des Schaltbrettes oben befindet sich ein Erdschlussprüfer E , um jeden Augenblick im Maschinenhause die Isolation der Leitung kontrollieren zu können. Zu beiden Seiten desselben sind zwei Spannungszeiger SS angebracht, welche durch

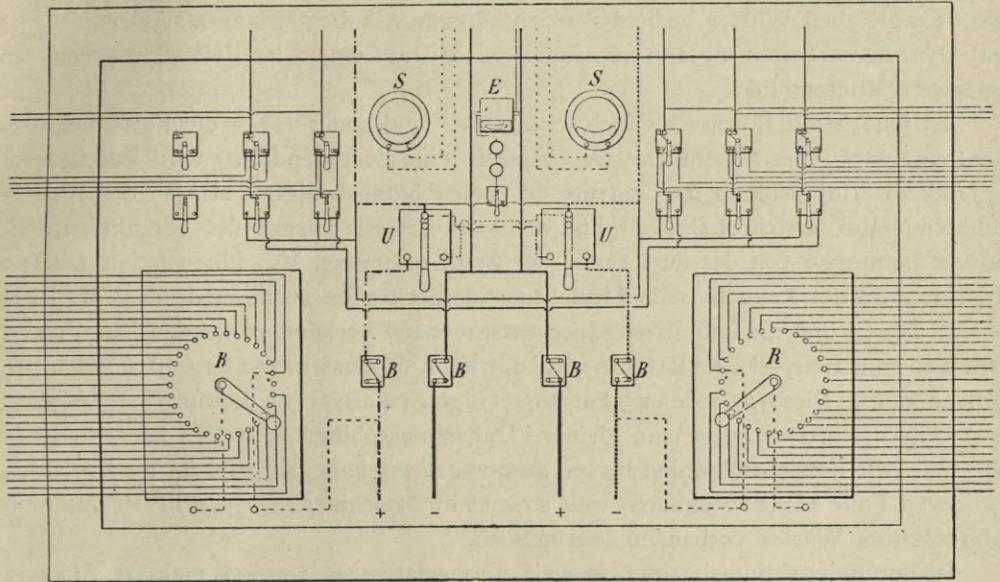


Fig. 3. Schaltbrett.

Eisendrähte mit den Knotenpunkten in Verbindung stehen und die Knotenpunkt-Spannung zu überwachen gestatten. Seitlich vom Schaltbrett sind die Regulirwiderstände RR für die beiden Dynamos angeordnet.

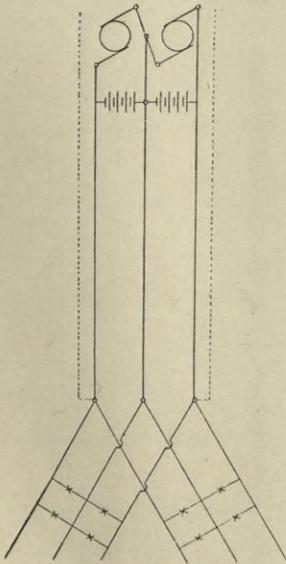


Fig. 4. Dreileitersystem mit Akkumulator in der Centrale.

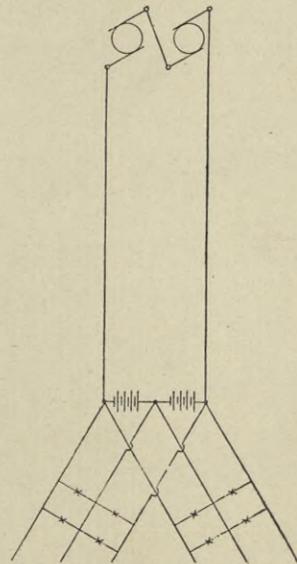


Fig. 5. Dreileitersystem mit Akkumulator in einer Unterstation.

Die Stromvertheilung nach dem Dreileitersystem in Verbindung mit Akkumulatoren geschieht nach Skizze Fig. 4 oder 5.

Kann die elektrische Centrale ohne allzuhohe Kosten innerhalb der zu beleuchtenden Stadt angelegt werden, und zwar in nicht allzu weiter Entfernung vom Beleuchtungsbezirk, so wird Maschinen- und Akkumulatoren-Station vereinigt (Fig. 4). Die Wartung und Bedienung ist in diesem Falle eine geringe, weil die Akkumulatoren von dem gleichen Wärter bedient werden können wie die Dynamos. Akkumulatoren und Dynamos arbeiten alsdann zusammen wieder auf einen im Beleuchtungscentrum gelegenen Knotenpunkt.

Ist jedoch der Stromverbrauch ein grosser und andererseits die Entfernung des Knotenpunktes vom Maschinenhaus ebenfalls eine bedeutende, so wird zweckmässig die Akkumulatorenstation im Centrum des Beleuchtungsbezirkes, also an den Knotenpunkten selbst errichtet (Fig. 5) und dann die Batterie vermittelt verhältnissmässig dünner Leitungen von der ausserhalb der Stadt gelegenen Maschinenstation geladen, wenn man in der Lage ist, die Einrichtung derart treffen zu können, dass die Ladezeit verlängert und die Ladestromstärke entsprechend vermindert werden kann, sodass man also zum Beispiel eine Batterie statt mit 100 A 5 Stunden, mit 50 A 10 Stunden lang speisen kann. Diese Anordnung hat ausser der Ersparniss an Leitungsmaterial noch den weitem Vortheil, dass man kleinere Dynamomaschinen aufstellen kann und dass Dynamos wie Betriebsmaschine besser ausgenutzt werden. Dagegen ist die Bedienung in diesem Falle nicht so einfach, weil sowohl im Maschinenhaus wie in der Akkumulatorenstation Wärter vorhanden sein müssen.

Ist der Beleuchtungsbezirk ein weit verzweigter, so werden mehrere Akkumulatoren-Unterstationen angelegt, welche in ein allen Stationen gemeinsames Vertheilungsnetz arbeiten.

FABRIK FÜR ELEKTROTECHNIK UND
MASCHINENBAU A.-G. IN BAMBERG.

I. Elektrische Lichtcentrale für Bad Kösen.

Eingerichtet Mitte 1889.

Die Stadtgemeinde Bad Kösen ist Besitzerin einer 20—40pferdigen Wasserkraft, welcher Umstand die Veranlassung war zur Errichtung der elektrischen Centrale. Die Stadt wird durchflossen von der Saale; ungefähr an der Einmündung der »kleinen Saale« liegt die Centrale, also nicht im Centrum der Stadt.

Zur Ausnützung der vorhandenen ziemlich konstanten Wasserkraft wurde ein neues eisernes Wasserrad aufgestellt. Ein Vorgelege, auf welchem zwei Reibungskupplungen montirt sind, dient zum Antriebe zweier Dynamomaschinen Mod. L. VIIa, welche jede bei 150—160 *V* Betriebsspannung 24 000 Voltampère zu leisten im Stande sind. Die Tourenzahl ist 200 per Min. Die eine Maschine hat Compoundwicklung und ist zur Strassenbeleuchtung bestimmt. Die zweite Maschine, eine Nebenschlussmaschine, dient zur Ladung eines Akkumulators, sie versieht Abends, mit dem Akkumulator parallel geschaltet, die Privatbeleuchtung. Der Akkumulator besteht aus 83 Elementen der Type IX der Akkumulatoren-Fabrik, Aktiengesellschaft in Hagen, besitzt eine Kapazität von 270 Ampèrestunden und vermag bei 150 *V* Betriebsspannung 135 Glühlampen 5 Stunden lang zu speisen.

Mit Rücksicht auf die Ausdehnung der Stadt musste, um die Aufwendung für Kupfer möglichst herabzudrücken, die Betriebsspannung mit 150—160 *V* angenommen werden. Für die Glühlampen-Konsumenten war das anfänglich nicht angenehm wegen der etwas höheren Lampenpreise, inzwischen sind jedoch die Preise für 150 voltige Lampen noch weiter gesunken, und es bewährt sich die für die Centrale gewählte Spannung zur vollen Zufriedenheit.

Bei gutem Wasserstande ist die Leistung der Anlage in Gemeinschaft mit dem Akkumulator ca. 33 000 Watt, entsprechend einem Aequivalent von 600 Glühlampen à 16 N.K.; es sind etwa 400 Glühlampen und 20 Bogenlampen à 6 *A* angeschlossen, welche jedoch niemals gleichzeitig brennen; 12 zur Platzbeleuchtung dienende Bogenlampen werden nur bei besonderen Anlässen angezündet. Der Betrieb wird aber in der Weise geführt, dass der Akkumulator nur dann in Anspruch genommen wird, wenn der Wasserstand es verlangt; der Akkumulator wird dann am Tage geladen und Abends mit entladen.

Der von den Maschinen erzeugte Strom wird zunächst auf eine Schalttafel geleitet und zwar auf zwei getrennte Schienen, auf denen je 4 Hauptausschalter montiert sind. 4 Hebel dienen der Strassenbeleuchtung, die übrigen 4 der Privatbeleuchtung.

Auf der Schalttafel ist ein Umschalter vorgesehen, der es ermöglicht, vorkommenden Falles beide Stromkreise auf eine Maschine bzw. auf den Akkumulator zu schalten.

Das Haus für das Wasserrad liegt unmittelbar neben dem Maschinenraum; die Regulierung der Schütze kann vermitteltst Handrades vom Maschinistenstand aus an den Dynamos besorgt werden.

Zur Unterbringung des Akkumulators wurde über dem Maschinenhaus durch Aufsetzen einer Etage ein Raum geschaffen. Der Akkumulator ist zur Regulierung der Spannung mit einem Handzellenschalter versehen und die Schalttafel mit den erforderlichen Apparaten ausgestattet, sodass die Bedienung als eine äusserst einfache bezeichnet werden kann. Das Laden des Akkumulators und der Nachtdienst wird von 2 Maschinisten besorgt.

Die Leitung ist als Freileitung ausgeführt; die Isolatoren sind zumeist an hölzernen Stangen befestigt.

Der Uebergang über die Saale war ursprünglich an der uralten Saalbrücke bewerkstelligt; nachdem im vorigen Jahre diese Brücke in Folge Hochwassers eingestürzt ist, musste der Uebergang neu hergestellt werden.

Die Ausführung dieser Arbeit war jedoch mit grossen Schwierigkeiten verknüpft und musste ausserdem bei grosser Kälte bewerkstelligt werden.

Es waren 20 Kupferdrähte von im Mittel 6 mm Durchmesser bei 200 m Spannweite zu überführen. An jeder Uferseite sind eiserne, 12 m hohe Pfosten aufgestellt, bestehend aus je 4 I-Eisen, welche untereinander durch Gitterwerk verbunden sind. Die Kupferdrähte sind natürlich nicht direkt gespannt, sondern an zwei 10 mm starken Stahldrahtseilen mehrfach aufgehängt.

Die Herstellungskosten der elektrischen Anlage (ohne Wasserrad) betragen incl. Akkumulator 30 000 M.

Die Betriebskosten stellen sich gleich hoch bei halber und ganzer Belastung der Anlage; Elektrizitätszähler zur Kontrolle der Stromabgabe sind nicht aufgestellt; man hat vielmehr mit jedem Konsumenten eine Vereinbarung getroffen. Nimmt man eine durchschnittliche Belastung von 400 Glühlampen à 600 Stunden pro Jahr an, so wären das 240 000 Lampenbrennstunden.

Die Betriebskosten betragen:

An Maschinenöl und Putzwolle	340 M.
„ Reparatur und Verschleiss	750 „
„ Löhnen etc.	1460 „
„ Schuldentilgung	2629 „

Sa. 5179 M.

Es kostet demnach eine Lampenbrennstunde: 2,15 Pf.

Die Strassenbeleuchtung versehen 110 Glühlampen und 12 Bogenlampen.

Die Kosten des Glühlampenersatzes und die Ausgaben für Kohlenstifte betragen M. 550.

FABRIK FÜR ELEKTROTECHNIK
UND MASCHINENBAU
BAMBERG.

BAD KÖSEN.

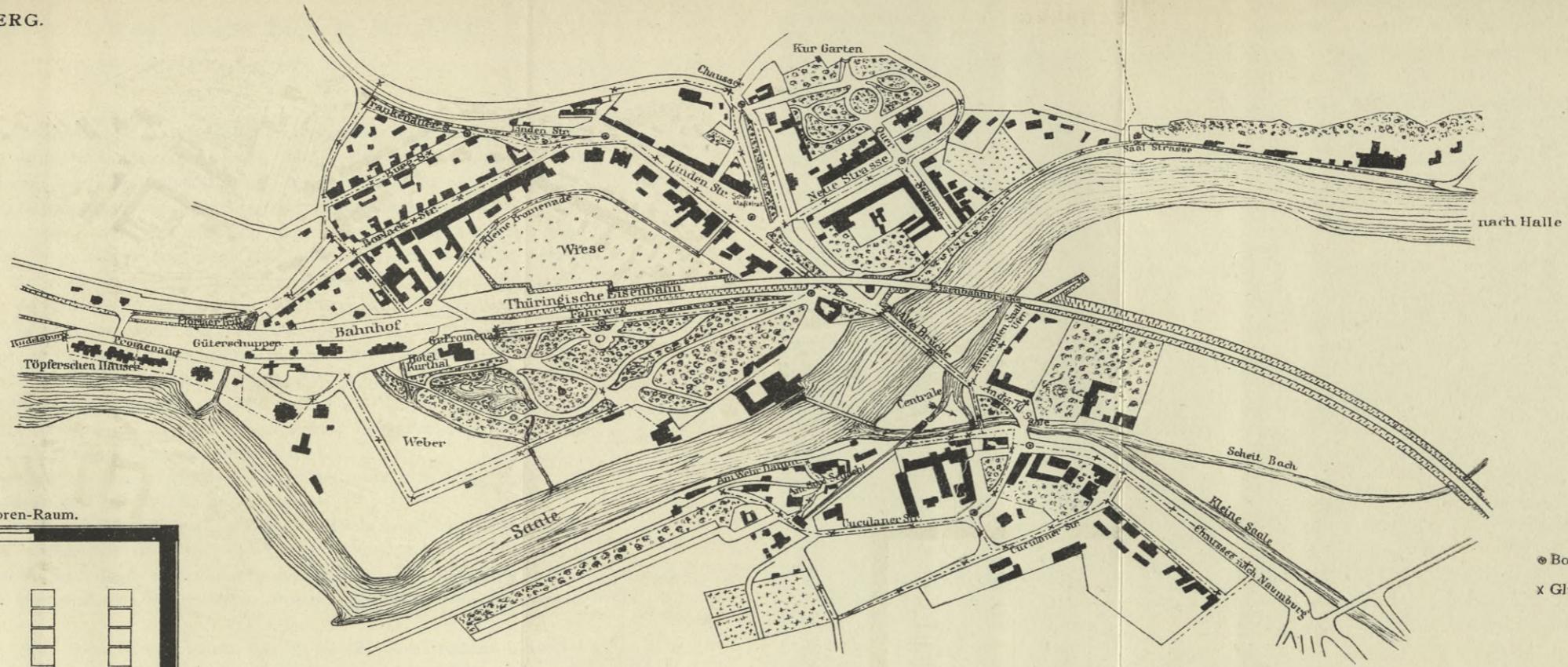


Fig. 1.

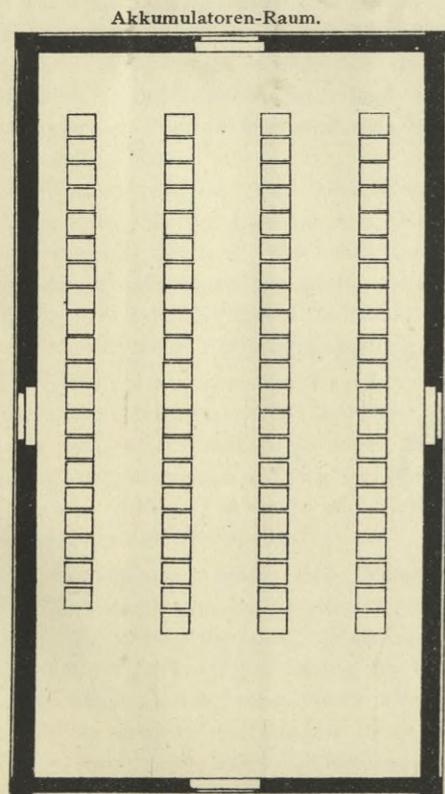


Fig. 2.

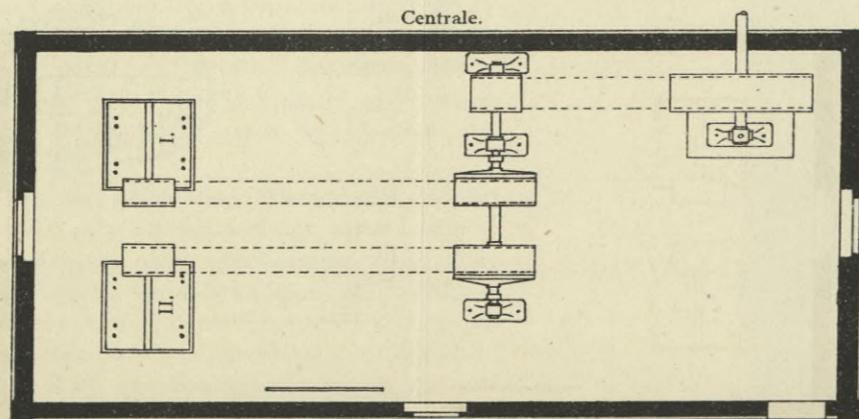


Fig. 3.

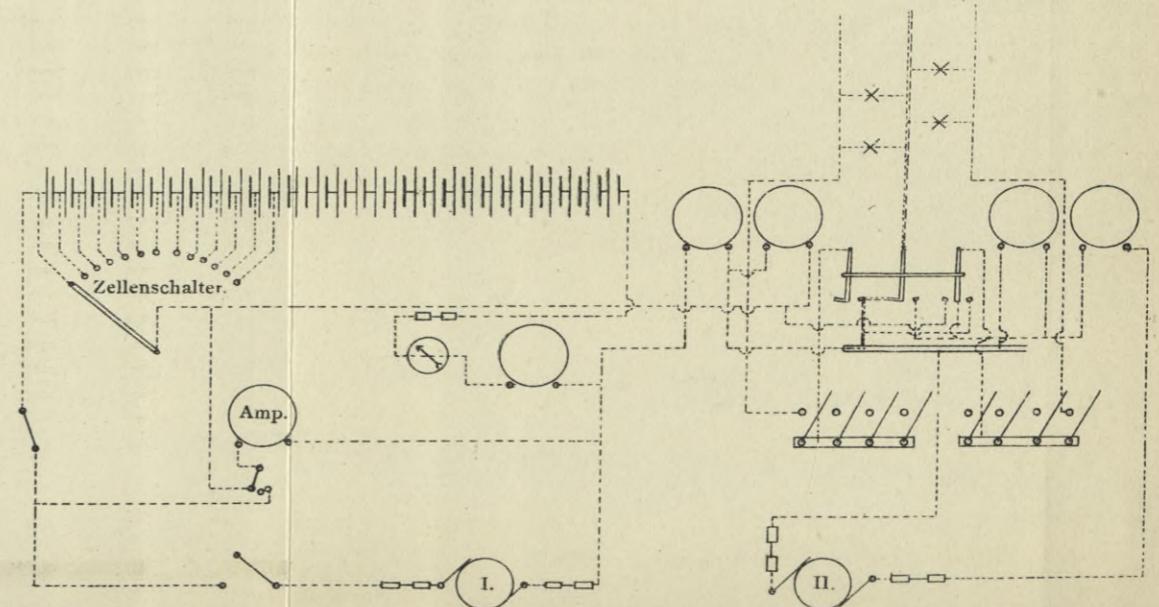


Fig. 4.



II. Städtische Beleuchtungsanlage in Bamberg.

Eingerichtet Ende 1889.

Ein städtisches Elektrizitätswerk im eigentlichen Sinne ist noch nicht errichtet worden, jedoch sind die jetzt vorhandenen Anlagen derart eingerichtet, dass ein allmählicher Ausbau derselben unter Berücksichtigung der vorhandenen zum Theil bedeutenden Wasserkräfte, die inmitten der Stadt liegen, stattfinden kann.

Bamberg wird durchflossen von der Regnitz, dem sogenannten Altwasser und dem künstlich angelegten Regnitzkanal mit dem Schleusenkanal; die Altstadt durchfließen letztere; durch mehrfach angelegte Wehre sind hier die so geschaffenen bedeutenden Wasserkräfte verschiedenen industriellen Zwecken nutzbar gemacht. Eine ganze Reihe von Mühlen befinden sich auf der von der Neu-Regnitz und dem Schleusenkanal gebildeten Insel; an dem anderen Ufer der Neu-Regnitz am Stauwehr, unmittelbar vor dem Rathhaus befindet sich das städtische Wasserwerk; in diesem ist untergebracht die „Centrale“, siehe Fig. 6.

Auf der Insel liegt ausserdem in dem sogenannten Reservepumpwerk eine Unterstation, vorderhand als Reserve dienend, siehe Fig. 7.

Zwischen diesen beiden Stationen befindet sich noch eine der Stadt gehörige Mühle mit einer Wasserkraft von 80—90 PS, siehe Fig. 6.

Eingangs wurde bereits bemerkt, dass ein städtisches Elektrizitätswerk im eigentlichen Sinne noch nicht vorhanden ist. Anfänglich war nämlich nur beabsichtigt, die Strassen zu beleuchten; da jedoch während der Ausführung die Möglichkeit der Stromabgabe an Private wünschenswerth erschien, wurde die Anlage mit Rücksicht darauf durchgeführt.

Im Wasserwerk ist jetzt eine Wasserkraft von 20—25 PS vorhanden; dieselbe wird demnächst durch Umbau des Wasserrades (gebaut im Jahre 1820) auf etwa 50 PS gebracht werden; hier sind zwei Dynamos à 6000—7500 Watt in Betrieb, während die Fundamente für zwei weitere Dynamos à 6000—7500 Watt vorgesehen sind resp. für zwei Dynamos à 15 000 Watt. Der Antrieb erfolgt durch ein Vorlege, auf dem zwei Reibungskupplungen montirt sind.

Der Strom dieser Maschinen wird der Hauptschalttafel, Fig. 8, zugeführt. Im Reservepumpwerk sind 2 Dynamos à 12—15 000 Watt aufgestellt, welche durch einen Deutzer Gasmotor von 40 PS mittels je zwei Seilen angetrieben werden; der Strom dieser Maschinen wird ebéfalls auf die im Wasserwerk befindliche Haupttafel geleitet; es stehen daher vorläufig Abends zur Verfügung 36 000 Watt; nach dem Umbau des Wasserrades jedoch 75 000 Watt.

In unmittelbarer Nähe des Wasserwerks ist noch eine Wasserkraft (in der Leibel'schen Mühle) von ca. 80—90 PS vorhanden; es wird beabsichtigt, auch hier eine oder zwei Dynamos für 60 000 Watt aufzustellen, so dass die Centrale dann über ca. 135 000 Watt zu verfügen hätte; um die Anlage zu vervollständigen, wird schliesslich beabsichtigt, in der Leibel-Mühle eine grössere Akkumulatorenbatterie aufzustellen, so dass die so ausgebaute Centrale in der Lage sein wird, ungerechnet den Gasmotor, der als Reserve dient, 3000 Glühlampen à 16 N. K. gleichzeitig mit Strom zu versorgen.

Im Plan sind dargestellt: im Massstabe 1:180 die beiden jetzt im Betriebe befindlichen Stationen und ein Theil der Stadt im Maassstab 1:11 900 und das Schaltungs-schema.

Die Leitungsanlage ist nach dem Dreileitersystem ausgeführt und über den Dächern der Häuser auf eisernen Ständern montirt. Die Führung der Drähte hat sich bis dato gut bewährt, jedoch sollen die noch anzulegenden Hauptleitungen für den Privatkonsum als Kabel unterirdisch verlegt werden. Mit der Ausführung dieser Kabelanlage wird noch erwartet, bis die Verwendung der Leibel'schen Mühle für elektrische Zwecke endgültig genehmigt sein wird, was demnächst zu erwarten steht.

Jede Dynamo arbeitet mit 110—115 V; es sind dementsprechend je zwei Bogenlampen hintereinander geschaltet, im Ganzen vorläufig 12 Bogenlampenpaare à 10 A.

Beleuchtet wird jetzt der Hauptstrassenzug ab Rathhaus: Obere Brückenstrasse, Langestrasse, Sophien- und Luitpoldstrasse bis Bahnhof; ferner Königsstrasse, Hauptwachstrasse, Maxplatz, grüner Markt.

30 Bogenlampen sollen in den anstossenden Hauptstrassenzügen demnächst noch montirt werden. Mit Glühlicht sind jetzt theilweise (zusammen 80 Stück) beleuchtet: Sternwarte (800 m); Krankenhaus (1200 m), Rathhaus (100 m), Reservestation (150 m) und das Wasserwerk selbst; in jedem der bezeichneten Gebäude ist ein Handregulator zur Regulirung der Spannung angebracht.

Der Betrieb wird nun wie folgt gehandhabt:

- Station 1a. Wasserwerk versieht die Strassenbeleuchtung von 24 bzw. 50 Bogenlampen, Differentiallampen nach System Essberger.
- „ 1b. Reservepumpwerk: Reservestrassenbeleuchtung sowie zur Theaterbeleuchtung (500 Glühlampen), während 60 Abenden im Winter.
- „ 2. Leibel'sche Mühle mit Akkumulator und Privatkonsum (2500 Glühlampen).

Die Hauptleitungen aller drei sind auf das Centralschaltbrett im Wasserwerk geführt, sodass ein Mann die Regulirung besorgen kann.

Ausserdem sind nöthig ein Mann für die Maschinen im Wasserwerk oder im Reservepumpwerk und bei dem späteren vollen Betrieb zwei Mann für Station Leibel-Mühle.

Die Dynamos I und II sind in Serie geschaltet und geben ihren Strom über die Umschalter U_1 und U_2 in die Hauptleitung; bei Störung des Wasserradbetriebes durch Eisgang etc. wird die Hauptleitung durch die Maschinen III und IV, welche vom Gasmotor getrieben werden, gespeist. Die letzteren beiden Maschinen liefern ausserdem den Strom für das Theater über Umschalter U_3 und U_4 .

Mit dem Halbleiter und mit der Dynamo I ist parallel geschaltet ein kleiner Akkumulator, 60 Elemente Type II, R im Rathhaus.

Die für die Erweiterungsanlage projektierte Dynamo V und der Akkumulator LI und LII werden, letztere als Dreileiter geschaltet, ihren Strom ebenfalls in die Hauptleitungen H_1 , H_2 , H_3 abgeben.

Auf der Schalttafel sind 20 Hauptschalter montirt zur Stromabgabe in die Stadt. An jeder Dynamo ist ein Voltmeter angebracht, das die Spannung an der Centralschalttafel anzeigt.

Die Regulirung des Wasserrades erfolgt von Hand durch Ziehen der Schütze, das Handrad ist neben dem Schaltbrett montirt.

ELEKTRISCHE BELEUCHTUNGSANLAGE
DER STADT BAMBERG.

FABRIK FÜR
ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU
BAMBERG.

Elektrische Centrale
im
Wasserwerk Bamberg.

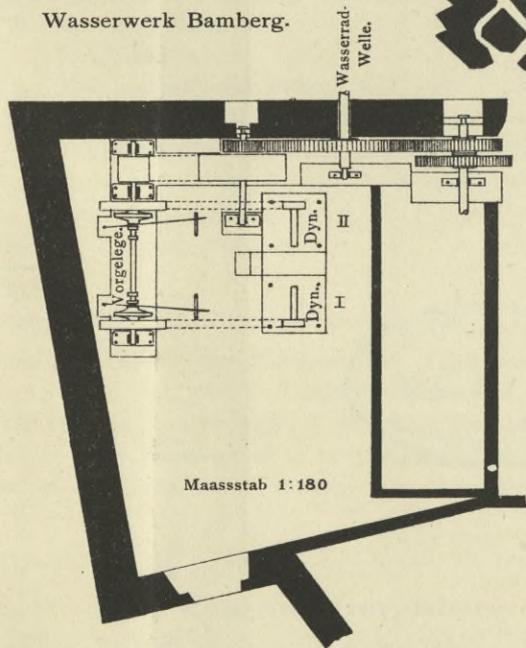


Fig. 5.



Maassstab 1:11900.

Fig. 6.

- NB. ● Bogenlampe 10 Ampères.
I. Centrale.
II. Reserve.
III. Rathhaus.
IV. Mühle.
V. Krankenhaus.
VI. Sternwarte.

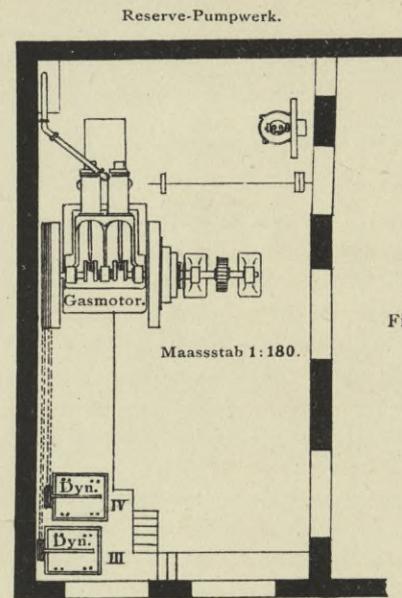


Fig. 7.

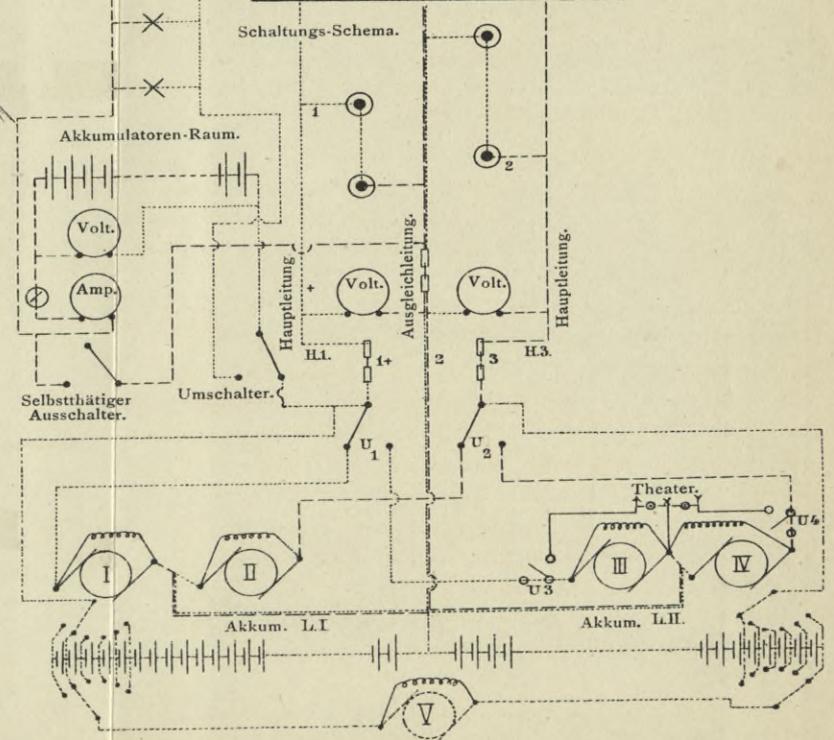


Fig. 8.



Die Herstellungsarbeiten der jetzt bestehenden elektrischen Einrichtung, 4 Dynamos sowie 24 grosse Bogenlampen incl. Leitungsmaterial und Akkumulator im Rathhause, Aufhängevorrichtung und Montage, belaufen sich auf 24 000 M., Gebäude und Motoren waren bereits vorhanden und disponibel; es waren daher nur kleinere bauliche Veränderungen sowie Herstellung der Fundamente nöthig, welche 6000 M. gekostet haben.

Für die Bedienung der Anlage, welche jetzt im Betriebe ist — 80 Glühlampen und 24 grosse Bogenlampen — wurde nur ein Maschinist neu angestellt.

Betriebskosten.

Im Betriebe sind vorläufig für:

Glühlampen 30 $A \times 110 V = 3300$ Watt. Die mittlere Jahresbrenndauer ist 1200 Stunden (12 Glühlichter beleuchten die Rathhausuhr die ganze Nacht). Das sind Kilowattstunden	3 960
Die 24 Bogenlampen verbrauchen $\frac{24}{2} \times 10 \times 110 V =$ Watt 13 200; die mittlere Jahresbrenndauer dieser Lampen ist 1800 Stunden, das ergibt Kilowattstunden	23 760
	27 720
	Kilowattstunden in Summa

Die Ausgaben setzen sich wie folgt zusammen:

1 531,66 M. Monteurgehalt,
1 500,— „ Kohlenstifte,
120,— „ Maschinenöl und Putzwolle,
350,— „ Unterhalt der Maschinen, Leitungen und Lampen,
1 340,— „ Tagelöhne für Bedienung der Maschinen und Lampen,
50,— „ Beiträge zur Ortskrankenkasse und Versicherung der Arbeiter,
487,34 „ für sonstige Ausgaben,
920,— „ Schuldentilgung,

Summa 6 300,— M.

Demnach kosten 1000 Voltampèrestunden 22,7 Pf.

Rechnet man 2000 M. ab für Kohlenstifte, Glühlampen und Bedienung der Bogenlampen, dann stellen sich 1000 Voltampèrestunden auf 15,5 Pf., oder es kostet der Strom für eine Glühlampe von 16 N.K. 0,725 Pf., wobei allerdings die Kosten eines Gebäudes und Motors (Anschaffung) nicht berücksichtigt sind, da diese bereits vorhanden waren und in der Hauptsache anderen Zwecken dienen.

III. Centrale Gevelsberg.

Eingerichtet Ende 1890.

Gevelsberg, eine Stadt von ca. 10 000 Einwohnern in dem Thal der Ennepe zwischen Elberfeld und Hagen gelegen, eignet sich nicht gerade sehr zur Anlage einer Centralstation irgend welcher Art, da es einer Längenausdehnung von über

6 $\frac{1}{2}$ km nur eine ganz geringe Breitendimension entgegengesetzt, welche letztere sich bei $\frac{2}{3}$ der ganzen Stadt auf nur eine einzige Strasse, die Hagererstrasse, beschränkt. Dieser Situation entsprechend war natürlich die Aufwendung an Kupfer beim Bau der durch die Fabrik für Elektrotechnik und Maschinenbau Bamberg im vorigen Herbst ausgeführten elektrischen Lichtcentrale eine ziemlich beträchtliche, zumal die Leitungsverluste im Interesse einer möglichst leichten Regulirfähigkeit der Stromzuführungsleiter, sowie einer möglichst grossen Ersparniss an Betriebsmaterial auf ein möglichst geringes Maass — Verlust in den Speiseleitungen 10 V, Verlust in den Verteilungsleitungen 2 V — reduziert wurden.

Das Maschinenhaus wurde zur Aufnahme einer Dampfmaschinen- und Stromerzeugungsanlage für ein Aequivalent von 4000 Glühlampen von 16 N. K. von vornherein projektirt und ausgeführt, während die maschinelle Einrichtung für ein Aequivalent von vorläufig 1120 gleichzeitig brennenden Lampen à 16 N. K. bemessen wurde.

Dieser Leistung entsprechend kamen 2 Kuhn'sche Dampfmaschinen mit Kondensation von einer Leistungsfähigkeit von je 60 PS normal zur Aufstellung. Die Generatorenanlage besteht aus 3 Nebenschluss-Dynamos, deren eine 40 000 Watt, die beiden anderen je 20 000 Watt normal liefern und welche ihrerseits in Parallelschaltung mit 2 Akkumulatorenbatterien Tudor'schen Systems von je 66 Elementen und 700 Ampèrestunden Kapazität bei 140 A Entladestromstärke funktionieren. Eine Dynamo kann ohne Weiteres mit 30 000 Watt belastet werden, sodass man, falls an einer der kleineren Maschinen ein Defekt eintreten sollte, sich leicht helfen kann.

Die Anordnung ist so getroffen, dass die beiden Akkumulatoren hintereinandergeschaltet sind, während die 3 Dynamomaschinen in Parallelschaltung unter sich und mit den beiden Batterien verbunden sind. Der Lade- und Entlade-Spannung der beiden Batterien entsprechend variirt die Klemmenspannung der Dynamomaschinen von 320 bis auf 240 V.

Was die Gesamtleistung dieser Anlage anbelangt, so ergibt sich folgendes:

1120 Glühlampen à 16 N. K. entsprechen einer Stromstärke von 560 A bei 120 V Spannung an den Klemmen des Schaltbrettes im Maschinenhaus. Erforderlich sind also für den Betrieb dieser Lampenzahl 67 200 Watt incl. des Leitungsverlustes.

Die beiden Batterien ergeben eine Gesamtleistung von $140 A \times 240 V = 33 600$ Watt (bei 700 Ampèrestunden Kapazität).

Die Leistung der 3 Dynamos beträgt normal 80 000 Watt; man hat also bei diesem Normalbetrieb eine Reserve von über 100 % bezüglich der Dynamomaschinen. Die Maximalleistung der Anlage entspricht mithin jetzt einem Aequivalent von 2000 Glühlampen. Ganz ebenso verhält es sich mit der Dampfmaschinenanlage, da zum Betrieb der Dynamos für eine Leistung der letzteren von 33 600 Watt eine einzige der aufgestellten Dampfmaschinen genügt, die andere also bei diesem Normalbetrieb in Ruhe bleibt.

Die Leitungsanlage, projektirt für eine Lampenspannung von 108 V bei voller und gleichmässiger Belastung des Netzes, ist in ähnlicher Weise wie das Dreileitersystem ausgeführt, indem 2 Leiter von den Entladezellenschaltern der Batterien ausgehen, während ein dritter Leiter von der Verbindungsstelle der beiden Akkumulatoren abzweigt; zwischen je einen der ersteren und den mittleren Leiter werden die Lampen eingeschaltet.

FABRIK FÜR
ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU
BAMBERG.

CENTRALE GEVELSBERG.

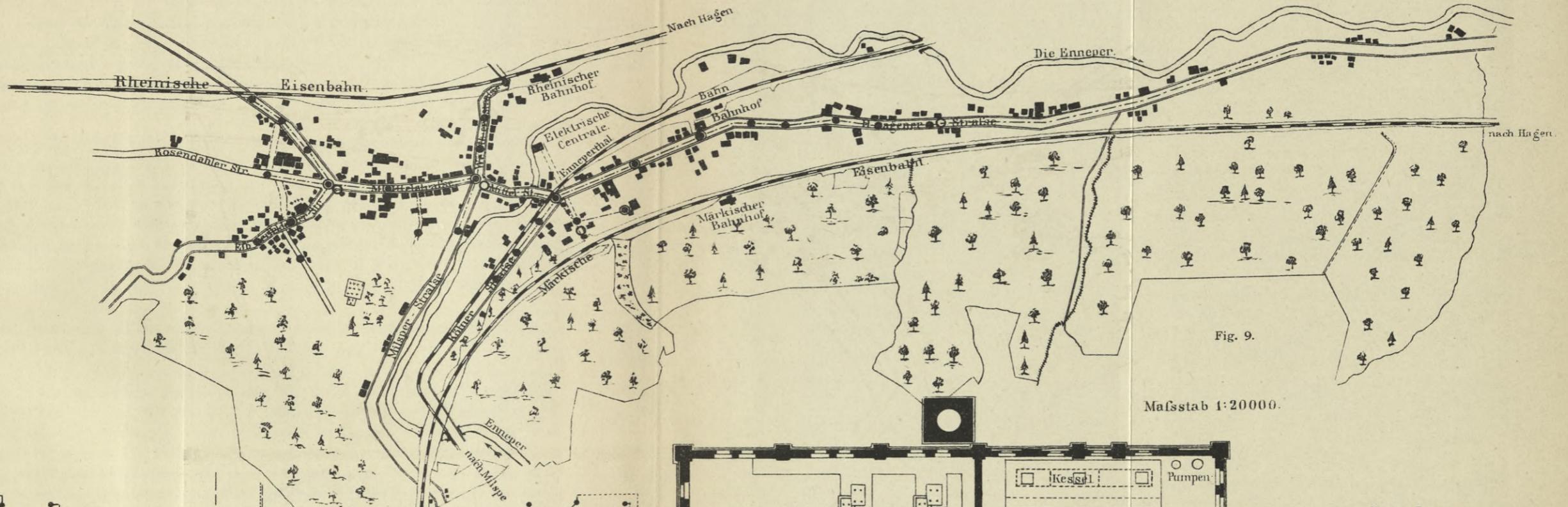


Fig. 9.

Mafsstab 1:20000.

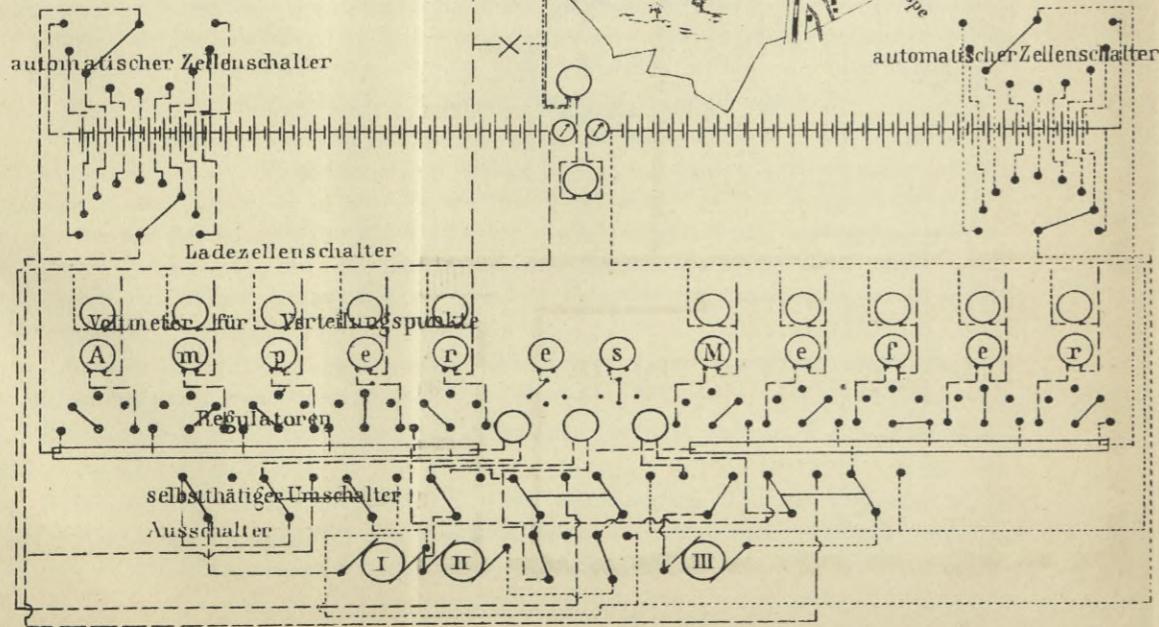


Fig. 10.

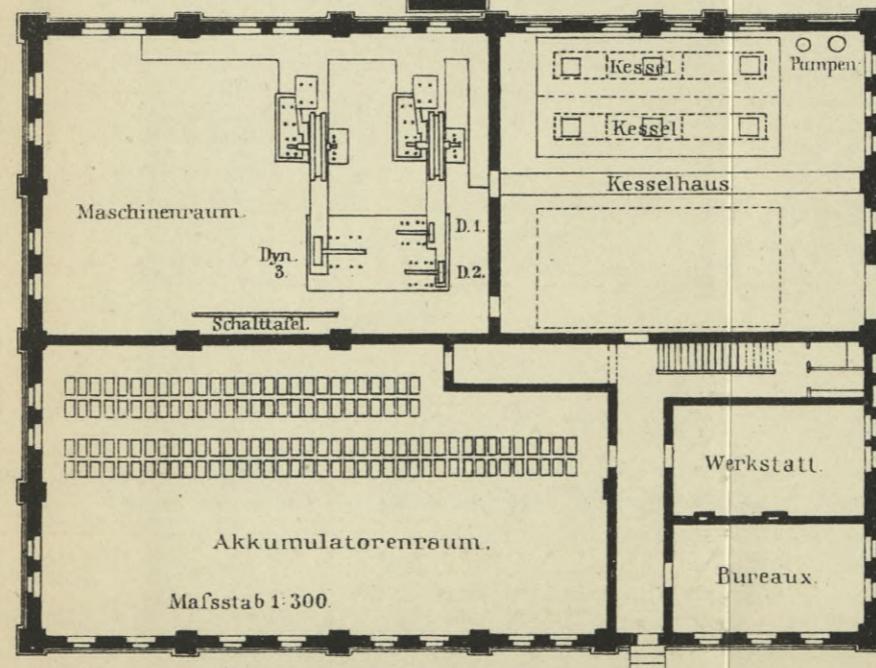


Fig. 11.

- Bogenlampen.
- Glühlampe.
- Knotenpunkt.

Der Strom wird mittels 4 derartiger Speiseleitungen nach 4 Hauptvertheilungspunkten in der Stadt geführt und sind diese Stromzuführungsleiter für einen Verlust von 10 V zwischen je einem Aussen- und dem Innen-Leiter bei voller Belastung des Netzes dimensionirt. Von diesen Hauptknotenpunkten zweigen sich die Vertheilungsleitungen ab, welche für einen Maximalverlust von 2 V berechnet sind.

Sämmtliche Leitungen sind oberirdisch geführt auf Holzmasten, welche mit Sublimat imprägnirt sind zum Schutze gegen Fäulniss.

Zur Strassenbeleuchtung wurden Serien-Glühlampen von 50 N.K. verwandt, und zwar je 8 Lampen in 4 Stromkreisen, welche sich direkt vom Schaltbrett abzweigen.

Mittels Umschalter ist es ermöglicht, die Strassenlicht-Stromkreise je nach der Belastung der einzelnen Knotenpunkte auf die letzteren zu vertheilen, eine Einrichtung, welche sich zur weiteren Regulirung der Belastungen der Knotenpunkte dort sehr gut bewährt hat. Nicht so bewährt hat sich die Anwendung so weniger Glühlampen in einem Stromkreis, weil sich der Einfluss einer defekt gewordenen Lampe bei dieser geringen Anzahl sehr bemerkbar macht; es besteht daher die Absicht, die 4 Glühlampenkreise in eine Reihe zu schalten, zu welchem Zweck ein Gleichstromtransformator aufgestellt werden soll, um die Spannung von 110 V auf 440 zu transformiren.

Zur Platzbeleuchtung dienen ausser diesen Serien-Glühlampen auch noch 8 Differentialbogenlampen von je 10 A (System Essberger).

Was die Regulirungsvorrichtungen anbelangt, so hat jede Maschine ihren Spannungsregulator erhalten, welche unten in der Mitte des Schaltbrettes angebracht sind. Der Ladestrom für die Batterien wird mittels zweier Handzellenschalter geregelt, während der Entladestrom durch 2 automatisch wirkende Zellenschalter regulirt wird. Die letzteren sind in der Mitte des Brettes oben angebracht, während sich zu beiden Seiten die Kontakt-Voltmeter mit den automatischen Bewegungs-Relais der Zellenschalter befinden. 3 automatische Ausschalter, direkt mit Haupt-Umschaltern verbunden, verhindern eine Umkehr des Batteriestromes in die Maschinen. Die Klemmenspannung sowie die Stromstärke jeder Maschine werden durch 3 Voltmeter und 3 Ampèremeter, in der Mitte des Schaltbrettes befindlich, angezeigt.

Von den Hauptknotenpunkten führen Spannungsleitungen auf das Schaltbrett, mittelst welcher durch Voltmeter die jeweilige Spannung an den Vertheilungspunkten konstatirt wird. Ferner ist in jede Speiseleitung ein Ampèremeter eingeschaltet. Die Regulirung der Belastungen der Knotenpunkte erfolgt mittels Handregulatoren, welche mit festem Widerstand auf der Rückseite des Brettes so angebracht sind, dass man hinter der Wand hindurchgehen und die Schaltbrettverbindungen leicht kontrolliren kann.

Interesse bietet, wie schon gesagt, die Anlage ganz besonders wegen seiner aussergewöhnlichen Ausdehnung.

Die maximale Entfernung zweier Glühlampen beträgt nahezu 7 km; verwandt wurden ca. 28 000 kg Kupfer.

Installirt sind momentan erst ca. 1500 Glühlampen und 16 Bogenlampen; während jetzt bereits ca. 2000 Glühlampen maximal mit Strom versorgt werden könnten bei normaler Beanspruchung der Maschinen.

In Fig. 9 ist der Stadtplan, in Fig. 10 die Schalttafel und in Fig. 11 der Grundriss des Centralstationsgebäudes, in Fig. 12 eine Ansicht der Schalttafel dargestellt.

Am Tage dient die Anlage zum Betriebe von Elektromotoren, deren bereits eine ganze Reihe in Betrieb genommen wurden.

Die Taxe pro 16 N.K. Glühlampenbrennstunde beträgt 4 Pfennig mit Rabatt bei entsprechender Benützung. Für Motoren wird ein ganz bedeutender Rabatt gewährt.

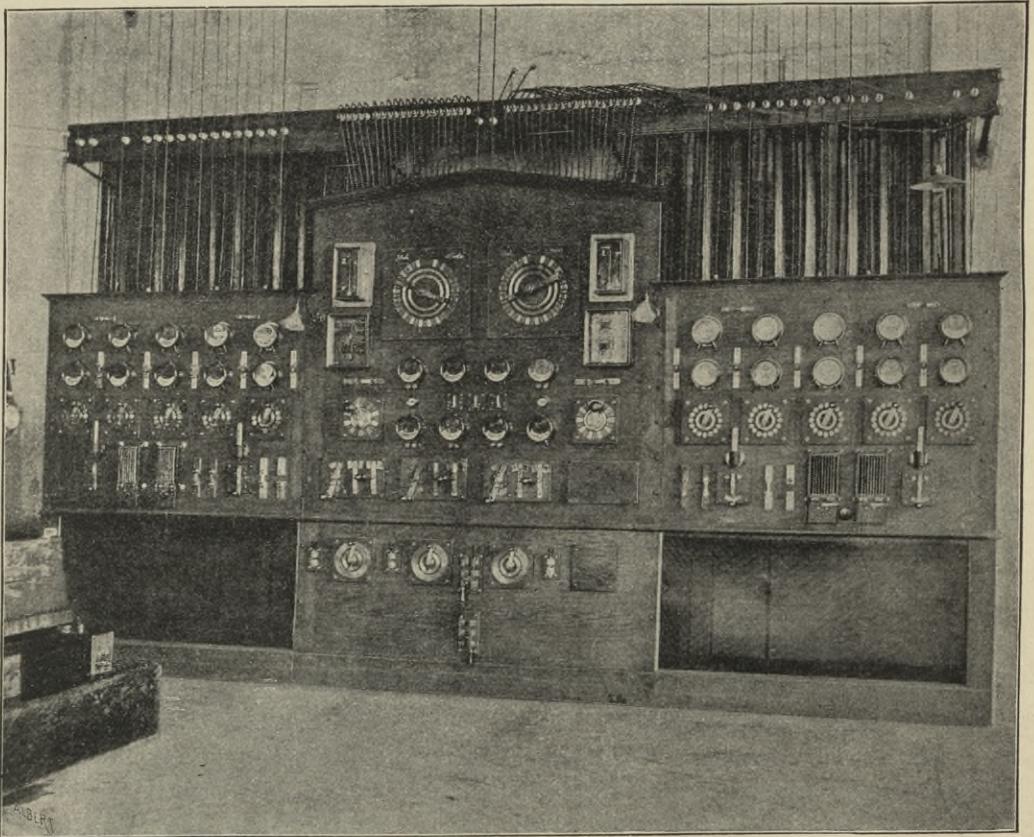


Fig. 12. Ansicht der Schalttafel.

Der Betrieb wird nun in der Weise gehalten, dass der Akkumulator im Winter von Mittags $\frac{1}{2}$ Uhr an geladen wird — im Sommer wird entsprechend später mit der Ladung begonnen; ja an vielen Tagen wird der Akkumulator gar nicht geladen. Der Dienst des Personals dauert auch im Winter nicht länger als 10 Stunden; um 11 Uhr werden die Maschinen abgestellt. Der Betrieb ist daher ein sehr ökonomischer, da derselbe nur 10 Stunden währt und, was von Bedeutung ist, eine nur einfache Besetzung durch Personal gestattet. Das Personal besteht jetzt aus einem technischen Betriebsleiter, einem Monteur, einem Maschinisten und einem Heizer.

Die Herstellungskosten betragen:

Maschinenhaus incl. Fundamente, Bassins, Kesseleinmauerung und Schornstein	Mk.	45 000.—
Dampfmaschinen incl. Montagen	„	18 000.—
Dampfkessel „ „	„	13 000.—
Pumpen, Rohrleitungen und Kanalabdeckungen etc.	„	7 000.—
Dynamomaschinen	„	14,000.—
Schalttafel incl. Verbindungen	„	7 000.—
Akkumulator incl. Montage	„	28 000.—
Haupt-, Zu- und Vertheilungs-Leitungen	„	45 000.—
Strassenbeleuchtung	„	7 000.—
Telegraphenstangen und Isolatoren	„	6 000.—
Montage	„	8 000.—
		Mk. 198 000.—

Hierzu kommen noch:

die Anschaffungskosten für Elektrizitätszähler und Elektromotoren, welche auf Kosten der Stadt beschafft wurden und gegen eine Gebühr den Abonnenten überlassen werden.

Centrale für den Staatsbahnhof in Bamberg.

Eingerichtet Mitte 1891.

Auf nachstehender Tafel ist im Maasstab 1:5700 bzw. 1:2300 der Bahnhof Bamberg aufgezeichnet (Fig. 14), desgl. das Postgebäude am Bahnhofplatz, und das Maschinenhaus im Maasstab 1:343 (Fig. 13); ferner ist die Schaltung schematisch in Fig. 15 dargestellt.

Der Bahnhof wird beleuchtet von

18 Bogenlampen à 16 A; Differentiallampen System Essberger,
6 „ à 12 „ „ „ „
30 „ à 6 „ „ „ „
20 „ à 5 „ Nebenschlusslampen, System Wehr.

Sämmtliche Innenräume sowie die Post sind mit Glühlicht beleuchtet, im Ganzen wurden 800 Stück Glühlampen installiert.

Die Betriebsspannung beträgt 125 V, die Stromstärke 700 A.

Die für den Betrieb erforderlichen Dynamos und die Motorenanlagen sind in einem eigens zu dem Zweck erbauten Maschinenhause untergebracht, bestehend aus einem Maschinensaal, einem Kesselhause, einem Akkumulatorenraum in zwei Etagen, einem Magazin und einer Reparaturwerkstätte.

Für den normalen Betrieb haben zwei Dampfkessel Patent Heine von je 86 qm Heizfläche und 10 Atm. Betriebsspannung Aufstellung gefunden, während ein gleich grosser dritter Kessel in Reserve steht. Im Kesselhause ist ferner ein Vorwärmer aufgestellt und ein Dehne'scher Filter zur Reinigung des Kesselspeisewassers.

Im Maschinensaale sind aufgestellt für den normalen Betrieb zwei 60—70pferd. Compound-Dampfmaschinen und eine gleich grosse dritte als Reserve, aus der Fabrik der Maschinenbau-Aktiengesellschaft Nürnberg.

Diese Maschinen machen per Minute 140 Touren und treiben mittels Riemen drei Dynamomaschinen Modell S. an, welche bei 425 Touren 125 V und 360 A leisten. Die Dynamos sind mit Nebenschlusswicklung versehen. Für die Tagsbeleuchtung und als Nothbeleuchtung ist ferner aufgestellt eine Akkumulatorenbatterie, bestehend aus 66 Elementen der Type XX. aus der Akkumulatoren-Fabrik, Aktiengesellschaft in Hagen. Die Kapazität dieser Batterie ist bei 221 A Entladestromstärke 735 Ampèrestunden.

Die normale Gesamtleistung zweier Dynamos beträgt 90 000 Watt; incl. Akkumulator 116 962 Watt. Die Maximalleistung der Station beträgt rot. 160 000 Watt; dies entspricht 2700 Glühlampen.

Der von den Dynamos erzeugte Strom wird durch in Kanälen liegende Kabel der aus Marmor hergestellten Schalttafel zugeführt. Für die Akkumulatorenbatterie, welche in einem zweistöckigen Raum Aufstellung gefunden hat, ist eine Schalttafel separat aufgestellt, da die Batterie erst nachträglich in Bestellung gegeben wurde. Der Akkumulator ist parallel zur Hauptleitung geschaltet. Der Maschinenstrom jeder Maschine I, II, III kann mittels Umschalter *U* 1, 2, 3 auf den Ladezellenschalter der Batterie geschaltet werden oder direkt auf die Hauptleitung parallel zum äusseren Stromkreis.

Auf der Tafel sind zwei Hauptvertheilungsschienen angebracht; von diesen zweigen ab 6 grosse Schalter mit Feederregulatoren zur Regulirung der Spannung in der Bahnpost, der Güterhalle, Lokomotivremisen, Werkstätte, den Wartesälen und dem Betriebsgebäude; über jedem Regulator (Fig. 15) ist ein Voltmeter (*V* 1—6) angebracht, welches die Spannung in den einzelnen Gebäuden abzulesen gestattet. Da der Akkumulator erst später in Auftrag gegeben wurde, konnte eine Regulirung mittelst Unterzellenschalter nicht mehr eingerichtet werden. Der Strom jeder Maschine passirt einen Stromrichtungsanzeiger und ein Ampèremeter (*A* 1—3).

Sämmtliche übrigen Vertheilungsleitungen besitzen Stromrichtungsanzeiger, an denen der Stromkonsum auch ungefähr kontrollirt werden kann.

Die Bogenlampen für Aussenbeleuchtung haben auf der Haupttafel eigene Schalthebel und variable Vorschaltwiderstände.

Für die zur Perronbeleuchtung dienenden 16 Bogenlampen ist im Portierraum eine besondere Schalttafel angebracht mit 8 ebenfalls regulirbaren Vorschaltwiderständen. Im Uebersichtsplan sind die zur Geleisbeleuchtung dienenden Bogenlampen markirt und mit angeschriebenen Zahlen die Ampèrestärke angegeben.

Die 16 A-Lampen sind auf 18 m hohe Gittermasten, die 12 A-Lampen auf 12 m hohe Gittermasten montirt. Die Lampen zur Beleuchtung des Bahnhofplatzes hingegen sind auf umlegbaren gusseisernen 12 m hohen Kandelabern aufgehängt.

Da die Anlage erst vor Kurzem in Betrieb genommen wurde, können Betriebsergebnisse nicht angegeben werden.

Zur Bedienung sind angestellt:

- 1 Monteur,
- 2 Maschinisten,
- 2 Heizer und 2 Tagelöhner (zur Bedienung der Bogenlampen).



Der Betrieb findet in der Weise statt, dass im Laufe des Nachtbetriebes der Akkumulator nach Bedarf mitgeladen wird; so lange die Maschinen im Betriebe, giebt der Akkumulator überhaupt keinen Strom ab; derselbe wird vielmehr als Reserve stets gefüllt gehalten und nur Tags über zur Versorgung von etwa 100 Glühlampen herangezogen.

Die Herstellungskosten betragen:

Maschinenhaus, Fundamente, Kanäle, Bassins, Schornstein	37 000 M.
Dampfmaschinen, Kessel, Pumpen und Reinigung	53 000 „
Rohrleitungen	10 000 „
Riemen	1 000 „
Dynamomaschinen	12 000 „
Complete Schalttafel incl. aller Verbindungen und sämtlicher Apparate, Doppelzellenschalter	10 000 „
Akkumulatoren	18 000 „
Gesamte Glüh- und Bogen-Lichtinstallation incl. Kandelaber, Lichtmaste, Leitungsständer, Beleuchtungskörper und Montage	60 000 „

Sa. 201 000 M.

C. & E. FEIN IN STUTTGART.

Projekt zur Errichtung eines Electricitätswerkes für die Stadt Stuttgart.

(Mit 3 Plänen.)

Der Neckar besitzt in seinem Laufe von Esslingen bis Heilbronn eine grössere Anzahl von Gefällen, welche einestheils schon zum Betriebe von Fabriken und

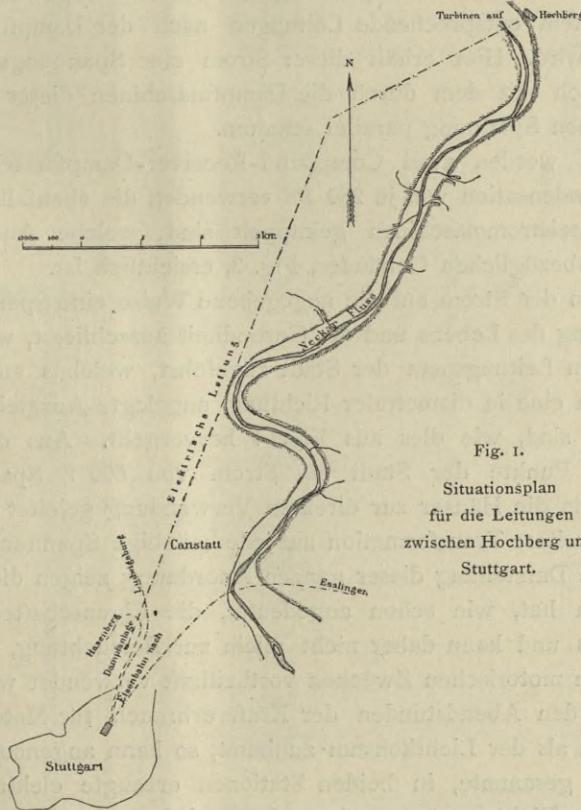


Fig. 1.
Situationsplan
für die Leitungen
zwischen Hochberg und
Stuttgart.

Mühlen verwerthet, anderntheils aber noch gar nicht oder doch nur theilweise ausgenützt sind.

Nach den Erhebungen der Firma C. & E. Fein lassen sich einige der letzteren vortheilhaft zur Uebertragung elektrischer Energie nach Stuttgart zum Zweck der Licht- und Kraft-Vertheilung innerhalb dieser Stadt verwerthen.

In dem Projekte, das von dieser Firma hierzu ausgearbeitet worden ist und im Nachfolgenden unter Beigabe von Plänen und schematischen Zeichnungen näher erläutert wird, wurde die Uebertragung einer Wasserkraft von 1000 PS, die sich in der Nähe des ca. 13 km von Stuttgart entfernten Ortes Hochberg am Neckar erstellen lässt, zur Grundlage genommen.

Zur Ergänzung und Reserve dieser Wasserkraft soll unmittelbar vor der Stadt Stuttgart in der Nähe des Güterbahnhofes eine Dampfmaschinenanlage von 500 PS angelegt werden, welche mit der genannten Wasserkraft zusammen arbeitet und bei einer etwaigen Betriebsstörung der letzteren die Versorgung der Stadt mit elektrischem Strom in der Weise zu übernehmen hat, dass die Beleuchtung für die Nacht vollständig aufrecht erhalten bleibt und nur der Elektromotorenbetrieb den Tag über eingeschränkt werden müsste.

In Hochberg, dessen Lage aus dem Situationsplan, Fig. 1, zu ersehen ist, gelangen 4 Turbinen von je 250 PS zur Aufstellung, die mit selbsterregenden Wechselstrommaschinen direkt gekuppelt sind, wie dies die Dispositionszeichnung dieser Station, Fig. 2, zeigt. Diese Maschinen erzeugen einen Strom von 200 V, welcher durch Transformatoren auf eine Spannung von 5000 V umgewandelt und durch 3 dem Drehstromsystem entsprechende Leitungen nach der Dampfmaschinenanlage in Stuttgart geführt wird. Hier erhält dieser Strom eine Spannungstransformation auf 600 V und lässt sich mit dem durch die Dampfmaschinen dieser Station erzeugten Strom von derselben Spannung parallel schalten.

Als Motoren werden zwei Compound-Receiver-Dampfmaschinen mit Ventilsteuerung und Kondensation von je 250 PS verwendet, die ebenfalls direkt mit selbsterregenden Wechselstrommaschinen gekuppelt sind, welche Anordnung aus dem Grundriss des diesbezüglichen Gebäudes, Fig. 3, ersichtlich ist.

Nachdem nun der Strom auf die angegebene Weise eine Spannung erhalten hat, die jede Gefährdung des Lebens und der Gesundheit ausschliesst, wird er durch unterirdische Kabel dem Leitungsnetz der Stadt zugeführt, welches aus 3 Kreisleitungen besteht, die durch eine in diametraler Richtung angelegte Ausgleichleitung untereinander verbunden sind, wie dies aus Fig. 4 hervorgeht. Aus diesem Netze kann daher an jedem Punkte der Stadt ein Strom von 600 V Spannung entnommen und ohne Gefahr in die Häuser zur direkten Verwendung geleitet und im Bedürfnisfalle durch eine weitere Transformation auf jede beliebige Spannung gebracht werden. Eine schematische Darstellung dieser ganzen Anordnung zeigen die Figuren 5 und 6.

Dieser Strom hat, wie schon angedeutet, die Eigenschaften des Dreh- oder Phasen-Stromes und kann daher nicht allein zur Beleuchtung, sondern ganz vorzugsweise auch zu motorischen Zwecken vortheilhaft verwendet werden.

Da sich in den Abendstunden der Kraftverbrauch für Motoren in demselben Maasse verringert, als der Lichtkonsum zunimmt, so kann angenommen werden, dass den Tag über die gesammte, in beiden Stationen erzeugte elektrische Energie zum grössten Theil an Elektromotoren abgegeben wird, während nach Ausserbetriebsetzung der letzteren zur Nachtzeit die Turbinenanlage die Beleuchtung allein übernimmt und die Dampfmaschinen nur bei etwa eingetretenen Störungen des Wasserwerkes zu arbeiten haben. Aus diesem Grunde ist daher vorläufig nur auf eine beschränkte Anzahl von Lampen gerechnet, jedoch auf eine bedeutende Erweiterung der Dampfmaschinenanlage Rücksicht genommen worden.

C. & E. FEIN. — STUTT GART.

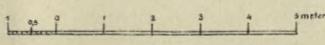
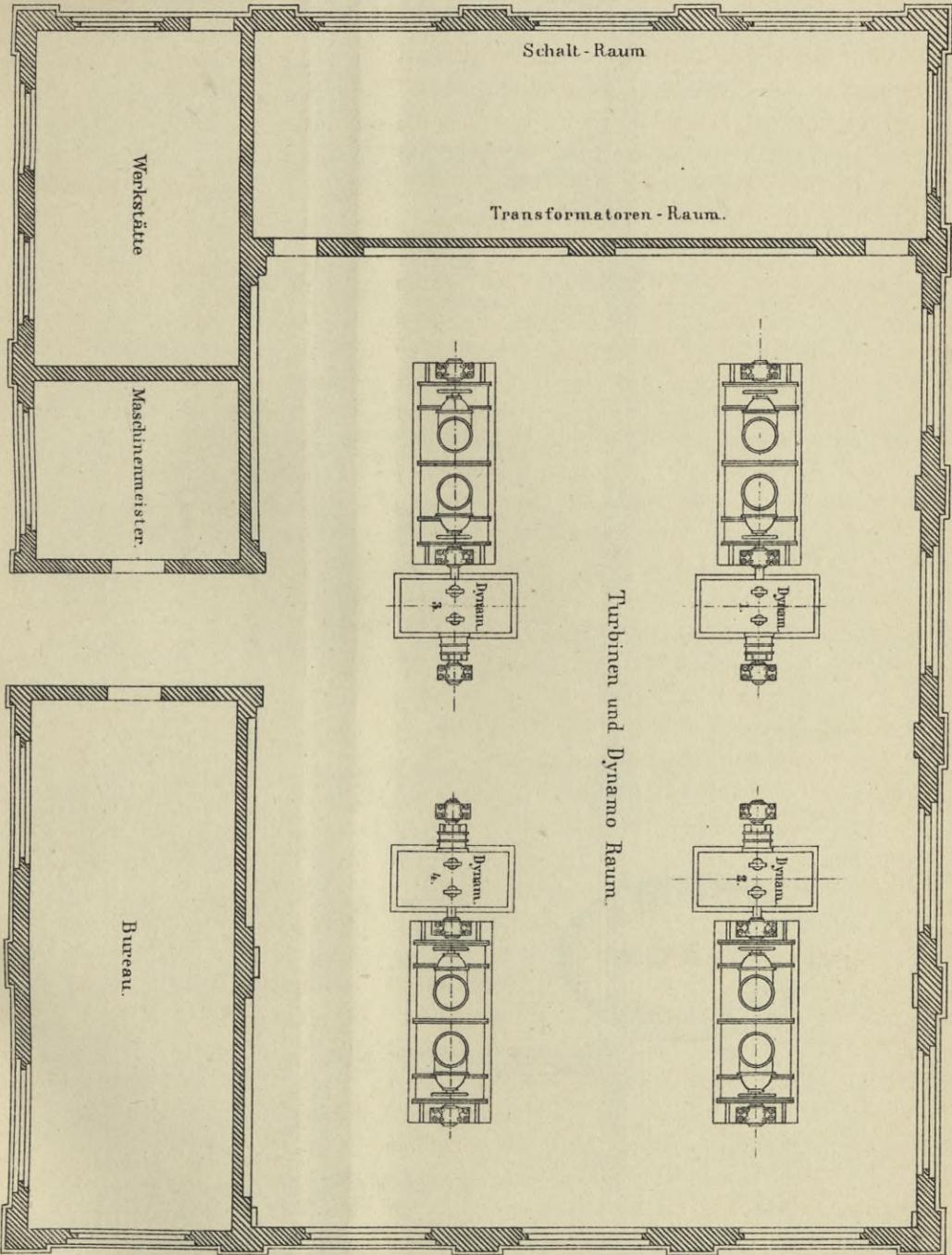
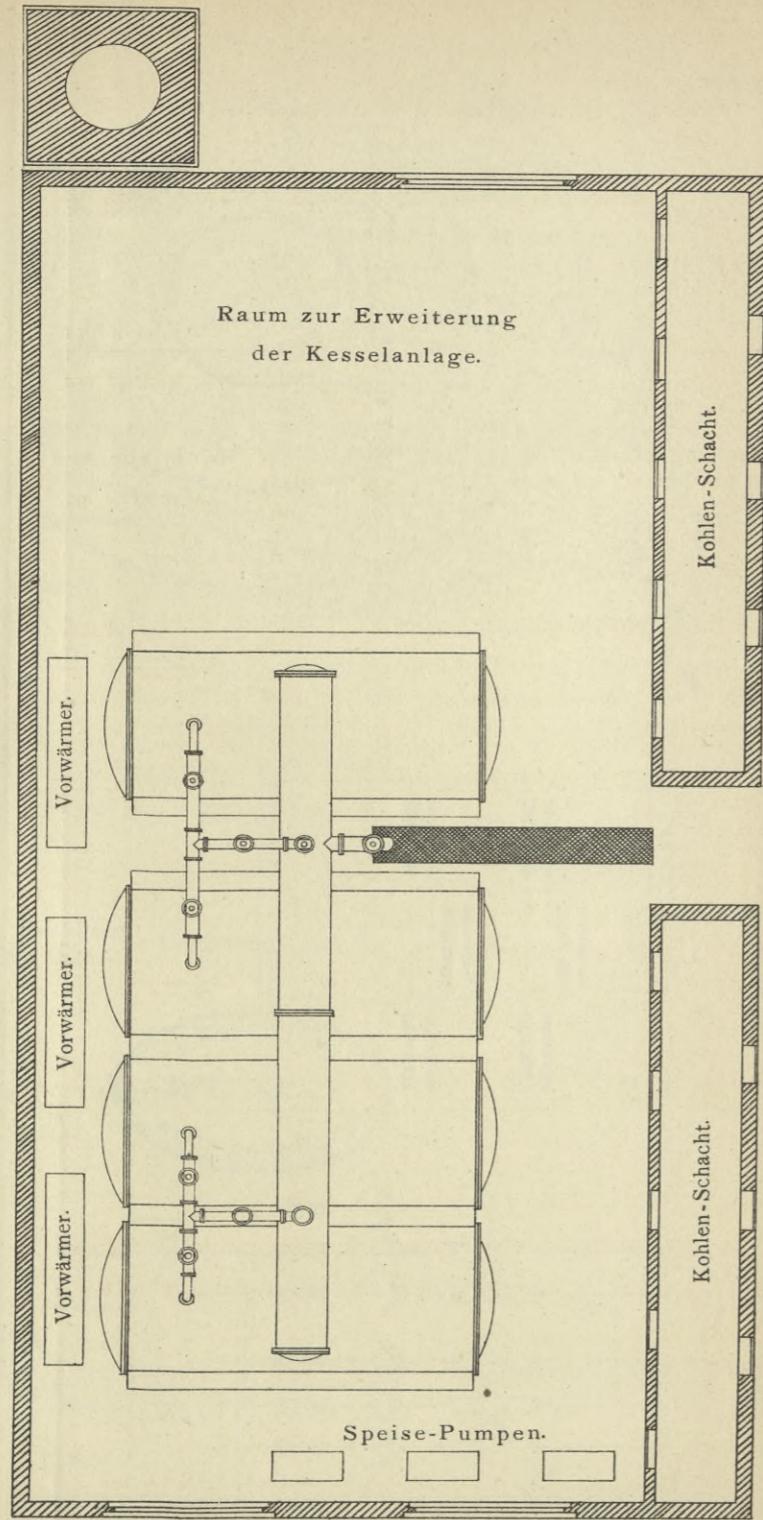




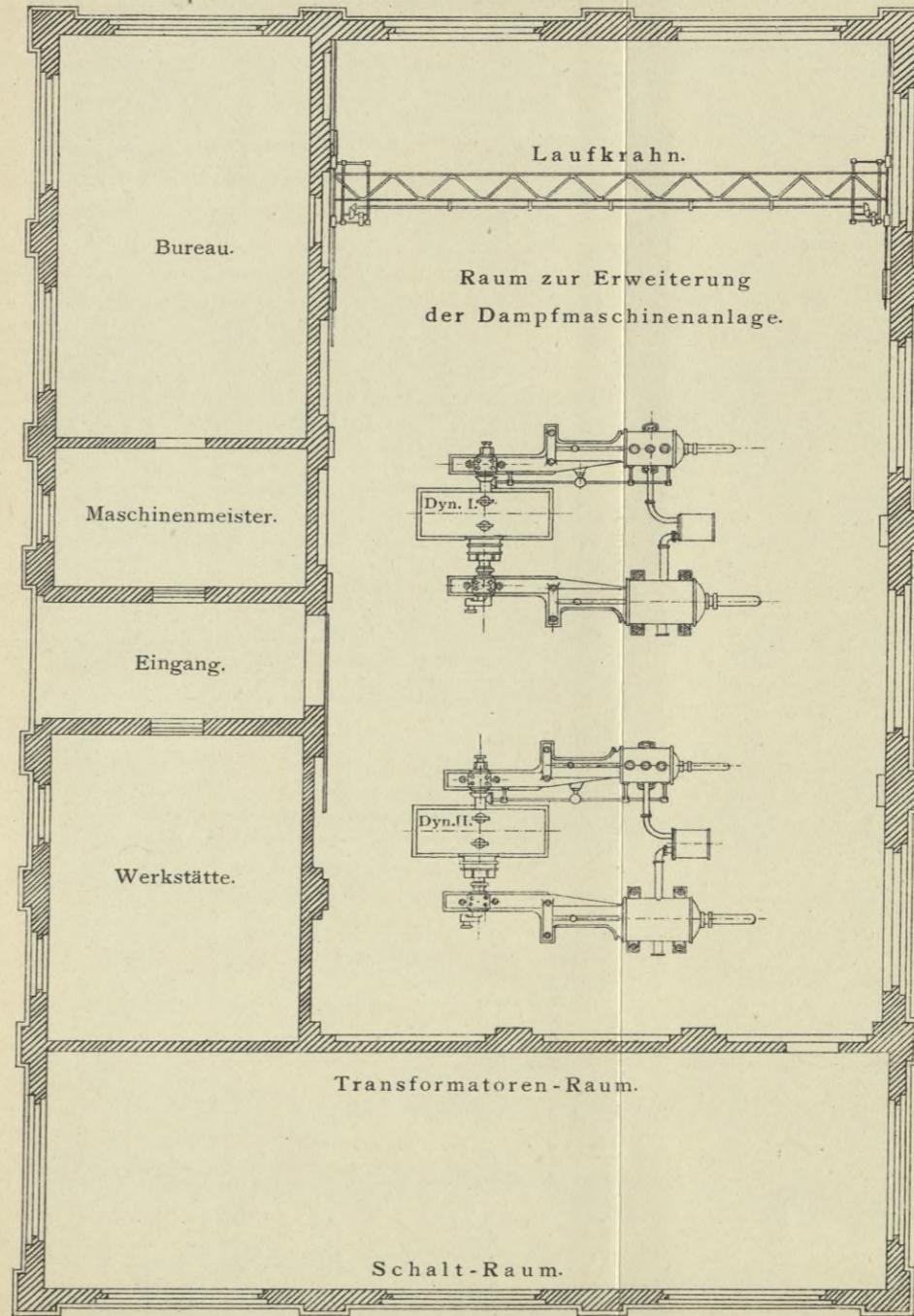
FIG. 3.

CENTRALSTATION STUTTGART.

C. & E. FEIN. — STUTTGART.



Bahn-Geleise.



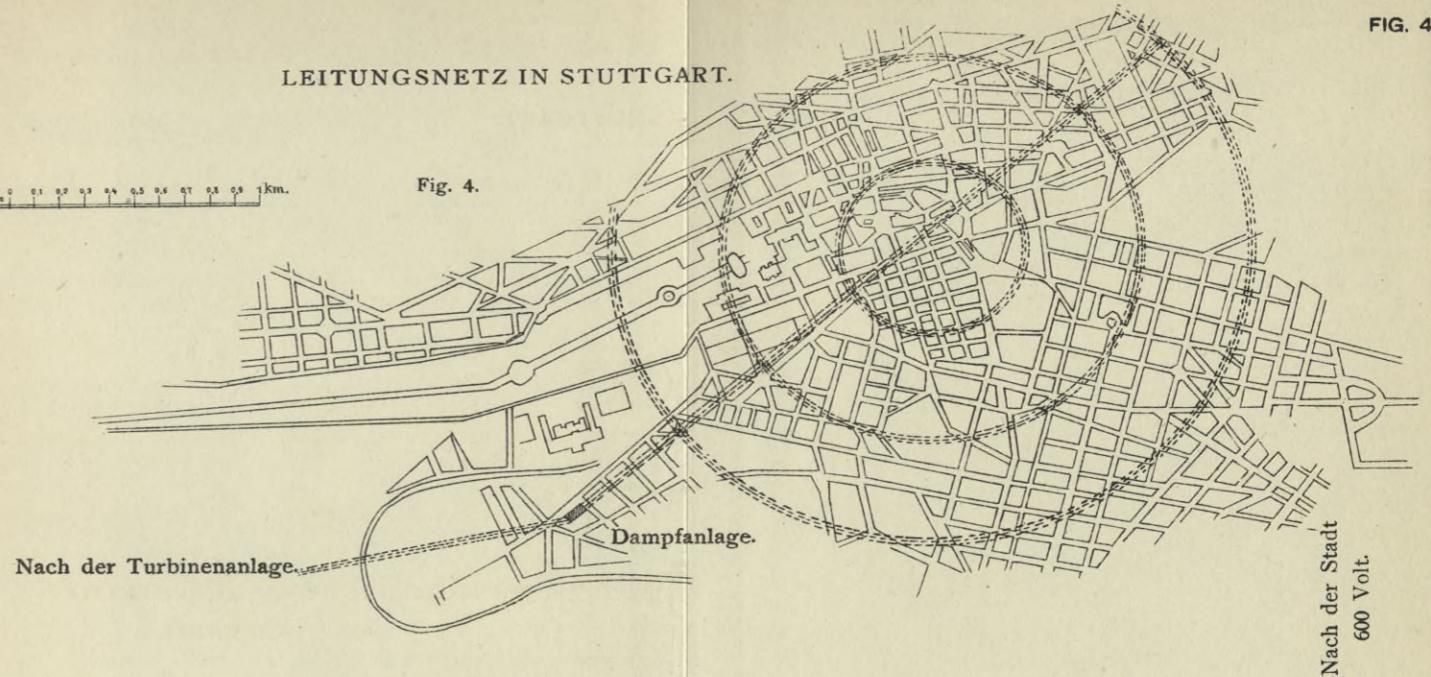
meter



LEITUNGSNETZ IN STUTT GART.

100m 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1km.

Fig. 4.



STROMSCHEMA DER STATION IN HOCHBERG.

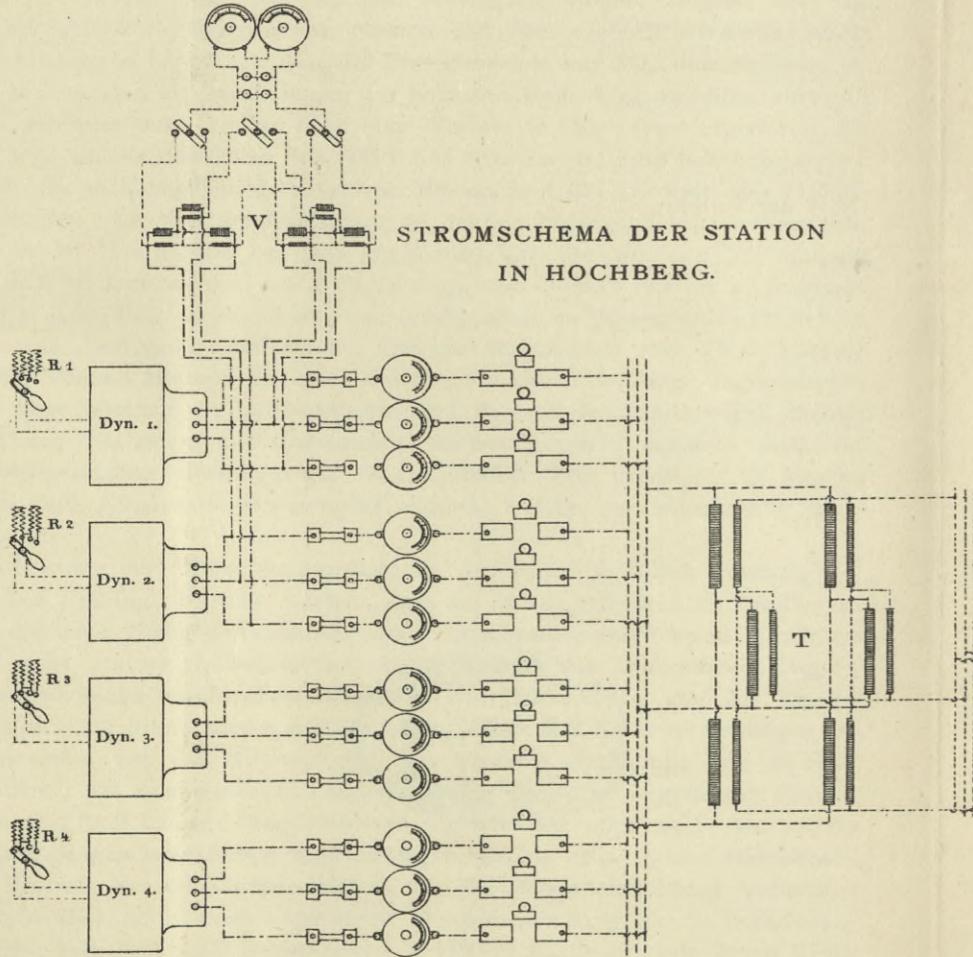


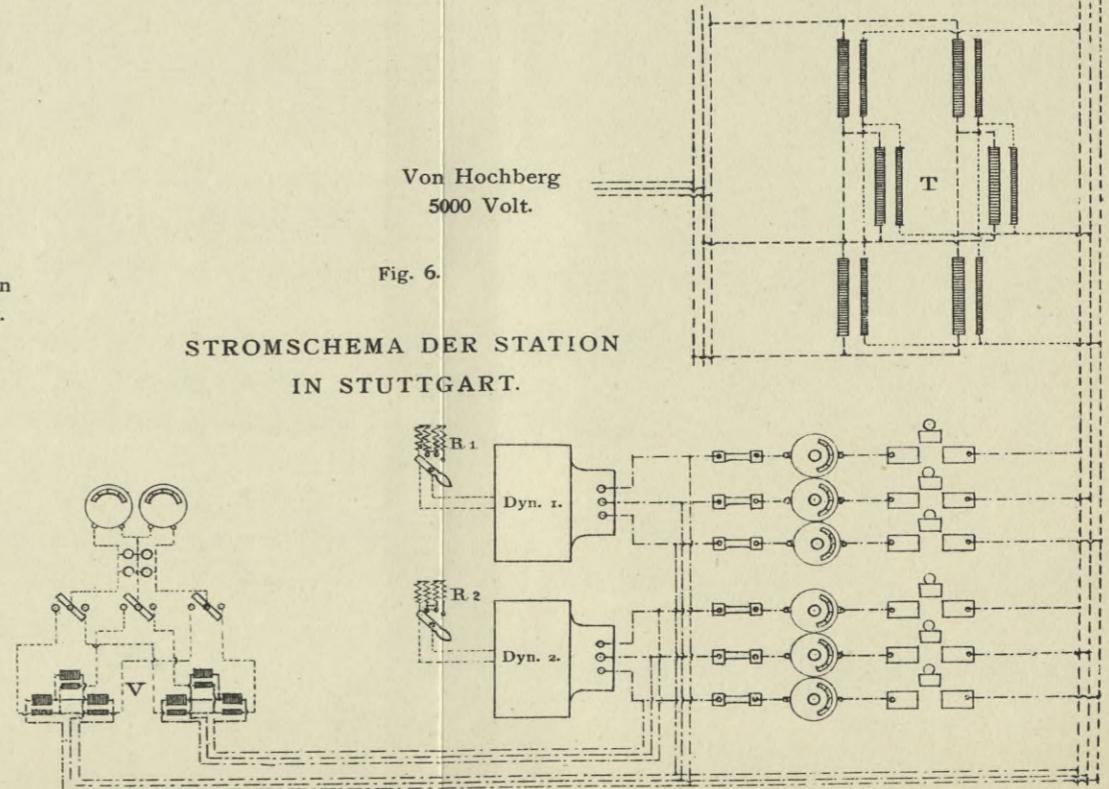
Fig. 5.

Strom von 5000 Volt.

Von Hochberg 5000 Volt.

Fig. 6.

STROMSCHEMA DER STATION IN STUTT GART.



Nach der Stadt 600 Volt.

Die Dynamomaschinen erzeugen bei 90% Wirkungsgrad für jede aufgewandte effect. Pferdestärke rund 660 Watt, sodass die Kraft von 1000 Pferden der Turbinenanlage 660 Kilo-Watt und die 500 PS der Dampfmaschinenanlage 330 Kilowatt liefern.

Von den 660 Kilowatt gehen in der Leitung von Hochberg bis zur Maschinenstation Stuttgart 7% verloren. Die zweimalige Umwandlung des Stromes durch die Transformatoren, nämlich in Hochberg von 200 auf 5000 V und in der Station Stuttgart von 5000 auf 600 V, erhöhen diesen Verlust um weitere 6%, sodass von den ursprünglich erzeugten 660 Kilowatt noch 574,2 Kilowatt verbleiben und somit zur Weiterleitung nach der Stadt inclusive der von der Dampfmaschinenanlage erzeugten 330 Kilowatt im Ganzen 904,2 Kilowatt zur Verfügung stehen. Ferner sind die Kabelleitungen, welche die letztgenannte Station mit dem eigentlichen Leitungsnetz der Stadt verbinden, so berechnet, dass der Energieverlust nur 2%, und derjenige im Netz selbst bis zu den Hausanschlüssen im höchsten Falle 4%, im Mittel aber nur 2% beträgt. Rechnet man hierzu noch den Verlust in den Transformatoren der Gebäude zu 3%, welche den Strom von 600 V auf 110 oder auf eine beliebige andere Spannung bringen, so können an den Hausanschlüssen noch 841 Kilowatt oder 1145 PS entnommen werden. Da aber der Wirkungsgrad bei den kleinen Elektromotoren, wie sie wohl in der Hauptsache bei den gegebenen Verhältnissen zur Verwendung kommen werden, im Durchschnitt nur 80% beträgt, und deshalb für die zu leistende Pferdekraft 0,88 Kilo-Watt in Rechnung zu ziehen sind, so lassen sich mit der in den Häusern zur Verfügung stehenden Energie im Ganzen 955 PS e. nutzbar machen. Doch können Motoren in einer solchen Anzahl und Grösse angeschlossen werden, dass diese Leistung um $\frac{1}{3}$ überstiegen wird, da nach den Erfahrungen, die mit Kleinmotoren und besonders mit Gasmotoren seither gemacht wurden, auch bei grösster Inanspruchnahme derselben nur $\frac{2}{3}$ zu gleicher Zeit arbeiten. Es können also in diesem Falle Elektromotoren installiert werden, welche zusammen 1273 PS zu leisten vermögen.

Die Ausdehnung der Beleuchtungsanlage ist, wie schon erwähnt, vorläufig nur in einem solchen Umfang projektirt worden, dass der hierzu erforderliche Kraftbedarf 500 PS, bzw. die nach Abzug des Leitungs- und Transformirungs-Verlustes erhaltenen 308 Kilowatt nicht übersteigt, sodass bei einem Eintritt von Hochwasser, Eisgang oder sonstigen Störungen in der Turbinenanlage die Beleuchtung von der Dampfmaschinenanlage allein übernommen werden kann. Diese 308 Kilowatt vermögen bei einem Energieverlust von 0,05 Kilowatt für eine einzelne Glühlampe von 16 N. K. 6160 Lampen dieser Art zu speisen, doch können analog dem oben angeführten Grunde auch $\frac{1}{3}$ mehr, also 8210 Lampen angeschlossen werden. Da aber nach den seither gemachten Erfahrungen städtischer Beleuchtungscentralen etwa $\frac{3}{4}$ der elektrischen Energie zum Betriebe der Glühlampen und $\frac{1}{4}$ für die Bogenbeleuchtung verwendet wird, so ergibt dies nach einer ungefähren Zusammenstellung für die Berechnung 6160 Glühlampen à 16 N. K., 100 Bogenlampen à 1500 N. K., deren jede einen Kraftbedarf von 10 Glühlampen erfordert, und 210 Bogenlampen von 600 N. K., wovon jede zum Betrieb die elektrische Energie von 5 Glühlampen beansprucht.

Im Nachfolgenden sind nun die Anlage- und Betriebskosten, sowie die jährliche Leistung des projektirten Elektrizitätswerkes in Kilowattstunden zusammengestellt und die einzelnen Kosten für die verschiedenen Verwendungsweisen des elektrischen Stromes pro. Stunde berechnet.

Position	Gegenstand	Mark
I. Ausgaben für das Elektrizitätswerk.		
A. Anlagekosten.		
1.	Wasserbauten	750 000
2.	Turbinenhaus, Shed-Bau mit eisernem Dachgerüste, 590 qm über- bauer Grundfläche sammt allen Fundamenten etc.	70 000
3.	Vier Turbinen von je 250 PS. bei 3,5 m Gefälle sammt Montage- kosten	60 000
4.	Dampfmaschinen- und Kessel-Haus mit 990 qm Baufläche sammt Kamin	90 000
5.	Zwei Compound-Receiver-Dampfmaschinen von je 250 PS. mit Ventilsteuerung und Kondensation inclusive Montage	70 000
6.	Drei Röhrendampfkessel von je 180 qm Heizfläche sammt Ein- mauerung und Montage	45 000
7.	Ein dito zur Reserve	15 000
8.	Elektrische Maschinen, Transformatoren sammt sämtlichen Neben- apparaten	220 000
9.	Oberirdische Leitungen von Hochberg bis zur Station Stuttgart sammt Gestänge, Isolirmaterial etc. und Montage	105 000
10.	Unterirdische Kabelleitungen von der Station Stuttgart bis zum An- schluss an das Leitungsnetz der Stadt inclusive Verlegung und theilweiser Kanalisierung	130 000
11.	Leitungsnetz innerhalb der Stadt bis zu den Hausanschlüssen sammt Verlegung und theilweiser Kanalisierung	442 000
12.	Für die Vorarbeiten, Leitung und Beaufsichtigung des Baues und Unvorhergesehenes	53 000
	zusammen	2 050 000
B. Betriebskosten.		
a) Amortisation und Verzinsung der Anlage.		
1.	2 % Abschreibungen an den Wasserbauten (750 000), dem Turbinen- gebäude (70 000), sowie an dem Dampfmaschinen- und Kessel- Haus (90 000)	18 200
	Transport	18 200

Position	Gegenstand	Mark
	Transport	18 000
2.	8 % Abschreibungen an der Turbinenanlage (60 000)	4 800
3.	10 % Abschreibungen an der Dampfmaschinen- und Kesselanlage (130 000), sowie den elektrischen Maschinen, Transformatoren und Nebenapparaten (220 000)	35 000
4.	5 % Abschreibung an der Leitung von Hochberg nach Station Stuttgart (150 000)	5 250
5.	3 % Abschreibung an dem Kabelnetze (572 000)	17 160
6.	5 % Abschreibung an den allgemeinen Unkosten (53 000)	2 650
7.	Zinsen der gesamten Anlagekosten von 2 050 000 zu 4 %	58 000
	zusammen	165 060
b) Bedienung der Anlage.		
1.	1 Betriebsleiter	5 000
2.	1 Maschinenmeister	3 000
3.	1 Elektriker zur Beaufsichtigung der Anlage	2 500
4.	2 Maschinisten à 1500	3 000
5.	2 Schlosser und Maschinenbauer à 1300	2 600
6.	2 Heizer à 1200	2 400
7.	2 Turbinenwärter à 1200	2 400
8.	2 Hilfsarbeiter à 900	1 800
	zusammen	22 700
c) Kohlenverbrauch, Schmier- und Reinigungs-Materialien sammt Reparaturkosten.		
1.	900 000 kg Kohlen für 1800 Betriebsstunden der 500pferdigen Dampfmaschinen per 100 kg à 2,40 M.	21 600
2.	Schmier- und Reinigungs-Materialien für Dampf- und Turbinenanlage	3 000
3.	Reparaturkosten der Gesamtanlage circa	29 400
	zusammen	54 000

Position	Gegenstand	Mark
d) Allgemeine Unkosten und Gewinnabgabe.		
1.	Ausgaben für die Verwaltung und Ueberwachung der Anlage durch die Stadt	6 500
2.	Ausgaben für das kaufmännische Bureau, Versicherung, Steuern etc.	9 200
3.	Abgabe aus dem Ueberschuss des Betriebs zu Gunsten der Stadtkasse	100 000
	zusammen	115 700
Zusammenstellung:		
a)	Verzinsung und Amortisation der Anlage	165 060
b)	Bedienung der Anlage	22 700
c)	Kohlenverbrauch, Schmier- und Reinigungs-Materialien sammt Reparaturkosten	54 000
d)	Allgemeine Unkosten und Gewinnabgabe	115 700
	zusammen	357 460
II. Leistung des Elektrizitätswerkes pro Jahr.		
Die beiden im Betrieb sich ergänzenden Maschinenstationen liefern pro Jahr folgende elektrische Energie für motorische und Beleuchtungszwecke:		Kilo-Watt-Stunden
1.	1273 PS für Elektromotoren verbrauchen bei einem durchschnittlich 6stündigen Betrieb und 300 Arbeitstagen pro Jahr	2 016 432
2.	6160 Glühlampen à 16 N. K. erfordern bei 700 Brennstunden pro Jahr	215 600
3.	100 Bogenlampen à 1500 N. K. verlangen bei 2500 Brennstunden pro Jahr	125 000
4.	210 Bogenlampen à 600 N. K. erfordern bei 2500 Brennstunden pro Jahr	131 250
	zusammen	2 488 282

Diese jährliche Leistung des Elektrizitätswerkes von 2 488 300 Kilowattstunden kosten nach der unter I aufgeführten Zusammenstellung rund 357 500 Mk., woraus sich 1 Kilowattstunde auf 14,4 Pf. berechnet.

Der Preis einer Pferdestärke für Motorenbetrieb stellt sich demnach pro Stunde auf $0,88 \times 14,4 = 12,67$ Pf.

Uebernimmt die Unternehmung noch die Kosten für den Hausanschluss, den Transformator und den Elektrizitätsmesser, welche je nach der Grösse des Motors 80 bis 200 M. pro *PS* betragen, und wird hierfür eine 14 proc. Amortisation und Verzinsung berechnet, so kommen unter den oben angegebenen Betriebsverhältnissen die Gesamtkosten einer Pferdekraft auf 13,5—14,5 Pf. pro Stunde zu stehen.

Eine sechzehnkerzige Glühlampe kostet bei einem Verbrauch von 0,05 Kilowatt $14,4 \times 0,05 = 0,72$ Pf. Unter der Annahme, dass der Hausanschluss, Transformatoren und Elektrizitätszähler mitgeliefert wird, deren Kosten sich je nach dem Umfang der Anlage auf 20 bis 30 M. pro Lampe berechnen, stellt sich deren Amortisation und Verzinsung bei 14 % und einer für die Privatbeleuchtung vorgesehenen 500 stündigen Brennzeit auf 0,56 bis 0,84 Pf. pro Lampe und Stunde, wozu noch 0,3 Pf. für die Abnutzung der Lampe selbst zu berechnen sind, sodass also eine sechzehnkerzige Glühlampe pro Stunde im Durchschnitt auf $0,72 + 0,7 + 0,3 = 1,72$ Pf. zu stehen kommt.

Eine Bogenlampe von 1500 N. K. kostet pro Brennstunde $14,4 \times 0,5 = 7,2$ Pf., wozu noch die Kosten der Kohlenstäbe à 5,5 Pf. kommen, und wenn auch hier wieder die Kosten der Amortisation und Verzinsung für den Hausanschluss, Transformator und Elektrizitätszähler in Anrechnung kommen, die sich auf 1,65 Pf. belaufen, so stellen sich die Gesamtkosten dieser Lampe pro Stunde auf $7,2 + 5,5 + 1,65 = 14,35$ Pf., während die Brennstunde einer Bogenlampe von 600 N. K. bei derselben Brennzeit dementsprechend 9,5 Pf. kostet.

GANZ & C^o. IN BUDAPEST.

Von dem Momente ab, wo die Verwendung der elektrischen Beleuchtung eine allgemeinere wurde, stellte sich das Bedürfniss heraus, zur Versorgung von Gebieten mit grösserer räumlicher Ausdehnung ein System zu besitzen, welches gestattet, die Elektrizität auf grössere Entfernungen aus einer Centrale fortzuleiten, ohne übermässig grossen Verlust in den Leitungen und ohne dass die Herstellungskosten dieser Leitungen eine solche Höhe erreichen, durch welche die Anwendung der Elektrizität praktisch unmöglich wird.

Man musste ferner nach Mitteln suchen, welche es ermöglichen, das elektrische Licht auch solchen Konsumenten zugänglich zu machen, welche nicht in der Nähe von elektrischen Centralstationen wohnen und über keine Antriebskraft für die stromerzeugenden Lichtmaschinen verfügen und sich eine solche anzuschaffen nicht in der Lage sind. Nun liegen wohl diese Mittel, wenn es sich bloss um die physische Möglichkeit der Lichtlieferung handelt, auf der Hand; denn der elektrische Strom lässt sich bekanntlich auf praktisch fast unbegrenzte Entfernungen fortleiten. Allein ein überaus gewichtiges Hinderniss liegt in den enormen, unter Umständen ganz unerschwinglichen Kosten des Leitungsmaterials, wenn man über gewisse Distanzen hinausgehen will.

Nach den physikalischen Gesetzen der Elektrizitätsvertheilung sind nämlich für den Querschnitt des Elektrizitätsleiters zwei Faktoren maassgebend, die Stromintensität, oder jene Elektrizitätsmenge, welche pro Sekunde durch die Leitung fliesst, und die Entfernung, auf welche der Strom fortgeleitet werden soll. Bei parallel geschalteten Lampen wächst die Stromintensität in geradem Verhältnisse mit der Anzahl der Lampen und es werden also bei Glühlichtanlagen mit Parallelschaltung um so dickere Leitungsstränge erforderlich sein, je mehr Lampen zu speisen sind und je grösser die Distanz zwischen der stromerzeugenden Maschine und der entferntesten Lampe ist.

Nach dem Gesagten ist das Problem der elektrischen Centralbeleuchtung eigentlich vorwiegend eine Leitungskostenfrage und wir müssen daher, um dieselbe zu lösen, nach Mitteln suchen, welche gestatten, diese Kosten möglichst zu reduciren, ohne das wichtige Erforderniss einer Centralanlage preiszugeben, jede Lampe unabhängig von den übrigen dem Netze angeschlossenen ein- und ausschalten zu können und den elektrischen Strom auch für andere als Beleuchtungszwecke verwendbar zu machen.

Die Hintereinanderschaltung wäre das am besten geeignete Mittel, um die Leitungsquerschnitte, und mit diesen die Leitungskosten, nach Belieben zu reduciren, und thatsächlich ist diese Schaltung auch das älteste Verfahren, welches für grössere Beleuchtungsanlagen in Aussicht genommen wurde. Dasselbe ist unstrittig das wohlfeilste und bei Bogenlampen bis zu gewissen Grenzen auch ganz gut

zu verwerthen. Bei Glühlichtanlagen jedoch begegnet dieses System fast unüberwindlichen Schwierigkeiten. Bis heute dürfte, soweit dies bekannt ist, keine höhere Stromspannung, als 5000 V auf die Dauer und mit befriedigendem Resultate in Verwendung gewesen sein. Wenn wir nun 100-voltige Glühlampen benützen, könnten wir mit der genannten enormen Spannung nur 50 Lampen speisen. Ueberdies darf auch noch ein anderer Umstand nicht übersehen werden, dass nämlich bei diesem System, wenn eine einzige Lampe erlischt, sämtliche Lampen gefährdet sind, welchem Uebelstande erst durch entsprechende automatische Vorrichtungen vorgebeugt werden müsste. In Anbetracht dieser und vieler anderer Umstände kann füglich die Hintereinanderschaltung von Glühlampen in grösserem Maassstabe als unpraktisch betrachtet werden.

Später hatte man das Problem einer ökonomischen Fortleitung des elektrischen Stromes, insbesondere für Strassenbeleuchtung, durch die sogenannte Gruppenschaltung zu lösen versucht, wonach mehrere Gruppen parallel geschalteter Glühlampen in die Hauptleitung hintereinander geschaltet sind, wie z. B. in Temesvár. Allein bei diesem Systeme sind die geschilderten Nachteile der Hintereinanderschaltung nur abgeschwächt, keinesfalls aber beseitigt, und überdies lässt sich dieses System, wegen der hiermit verbundenen hohen Spannungen, für Hausbeleuchtung nicht ohne Gefahr benützen.

Schliesslich ist man zur Ueberzeugung gelangt, dass für eine allgemeine Centralbeleuchtung die Parallelschaltung das einzig entsprechende System sei, und dass man von der Benützung hochgespannter Ströme an den Verwendungsstellen, wegen der hiermit verbundenen Gefahren, bei Glühlichtbeleuchtung unbedingt absehen müsse. Weil jedoch grössere Centralstationen bei Benützung niedriger Stromspannungen wegen der unerschwinglichen Leistungskosten unausführbar wären, hat man versucht, eine solche Stromvertheilung zu kombiniren, welche die Vortheile der Parallelschaltung mit jenen, die sich aus der Hintereinanderschaltung ergeben, vereint. Man hat dieses Problem in der verschiedenartigsten Weise zu lösen versucht, ohne jedoch ein allseits befriedigendes Resultat zu erreichen.

Das rationellste und am besten geeignete System für eine wirklich vortheilhafte elektrische Stromvertheilung auf grössere Entfernungen ist jenes, welches auf der Verwendung von Induktionsspulen, Transformatoren, in Verbindung mit elektrischen Wechselströmen basirt.

Bevor wir zu den verschiedenen Systemen übergehen, welche auf dieser Kombination beruhen, wollen wir vorerst das Wesen und die Haupteigenschaften der Transformatoren kurz besprechen.

Die Transformatoren sind Induktionsapparate, welche nicht durch die Bewegung von Magneten oder von stromdurchflossenen Drahtspiralen, sondern nur durch periodische Veränderungen des magnetischen Zustandes von ruhenden Eisenmassen elektrische Ströme erzeugen. Für die oben erwähnten Zwecke werden die Sekundärinduktoren in dem Sinne verwendbar, dass mit Hilfe derselben Ströme von hoher Spannung und geringer Intensität in solche von niedriger Spannung, aber grosser Intensität umgewandelt werden, weshalb die Elektriker diese Apparate auch Transformatoren genannt haben.

In umgekehrtem Sinne wurde die Transformation elektrischer Ströme, mit Hilfe der sogenannten Ruhmkorff-Apparate, schon vor Jahren angewendet; für allgemeine

Beleuchtungszwecke jedoch, wo die Verwendung hoher Stromspannungen nicht thunlich ist, hat die Transformation in dem oben angedeuteten Sinne einzig praktischen Werth und es haben sich deshalb schon seit längerer Zeit bedeutende Elektriker die Lösung dieses Problems zur Aufgabe gemacht.

Die Bestrebungen zur Lösung dieses Problems reichen ziemlich weit zurück, ohne dass es zu einem praktischen Resultate gekommen wäre.

Erst im Jahre 1882 gelang es den Herren Gaulard & Gibbs, eine Anordnung zu finden, die sich der praktischen Verwendbarkeit näherte. In diesem Jahre entnahmen die Herren Gaulard & Gibbs ein Patent, welches alle wesentlichen Elemente aus den Patenten ihrer Vorgänger in sich vereinte.

Im April 1883 traten sie bereits mit einer Versuchsanlage nach dem System, und zwar im Londoner Royal Aquarium, vor die Oeffentlichkeit.

Der von ihnen verwendete Induktionsapparat, welchen sie Sekundärgenerator nannten, bestand aus 4 Kolonnen, deren inducirte Drähte mit Hilfe eines Umschalters je nach Bedarf parallel, hintereinander oder in Gruppen geschaltet wurden.

Die Regulirung der Stromintensität wurde durch das Senken und Heben eines Eisenkernes innerhalb der Induktionsspulen versucht.

Im Jahre 1884 finden wir das System Gaulard & Gibbs auch auf der Ausstellung in Turin vertreten, wo dieselben ebenfalls eine Versuchsinstallation mit ihren hintereinandergeschalteten Sekundärgeneratoren errichteten und einige Male in Betrieb hatten.

Die Versuche der Herren Gaulard & Gibbs auf der Turiner Ausstellung machten ausserordentliches Aufsehen und zogen die Aufmerksamkeit der weitesten Fachkreise auf sich.

Bald jedoch war man zur Erkenntniss der wesentlichen Nachtheile gelangt, welche dem Gaulard'schen System, wie überhaupt jedem System der Hintereinanderschaltung, anhaften.

Es war nämlich den Herren Gaulard & Gibbs, ebenso wie allen ihren Vorgängern, nicht gelungen, ihr System in der Weise auszubilden, dass es den fundamentalen Bedingungen einer rationell durchgeführten elektrischen Centralstation Rechnung trage, welche Bedingungen darin bestehen, dass erstens die Zu- oder Abnahme des Kraftverbrauches stets dem veränderlichen Konsumbedarf proportional sei, und zweitens, dass die Funktion der Lampen und Apparate durch Veränderungen, welche in irgend einem Stromkreise eintreten, in keiner Weise beeinflusst werde.

Den hier skizzirten Grundbedingungen ist in ausgiebigster Weise Rechnung getragen durch das Stromvertheilungssystem, welches die Elektriker von Ganz & Co. in Budapest, die Herren Zipernovsky, Déri und Bláthy, ausgearbeitet haben und welches ebenfalls auf der Verwendung von Transformatoren beruht. Diese letzteren weichen sowohl der äusseren Form, als der inneren Konstruktion nach von den Gaulard'schen wesentlich ab. Die Vorzüge derselben sind: grössere Leistungsfähigkeit und höherer Wirkungsgrad, bei Erreichung möglichst grosser Einfachheit und Dauerhaftigkeit.

Die Erfahrungen, welche auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtungstechnik bei dem bisher gebräuchlichen System der direkten Stromvertheilung gewonnen wurden, haben als unbestreitbar dargethan, dass ausgedehntere Glühlichtanlagen nur

dann rationell durchgeführt sind und zweckentsprechend funktionieren können, wenn alle Lampen parallel geschaltet sind und mit gleicher und konstanter Stromspannung gespeist werden.

Wenn zwei oder mehr Transformatoren in einen Stromkreis geschaltet und von einer einzigen Stromquelle aus gespeist werden sollen, so ist es für eine zweckentsprechende Beleuchtung unerlässliches Erforderniss, dass jeder Apparat in seinem Wirkungskreise von den übrigen vollkommen unabhängig sei, mit anderen Worten: Veränderungen in dem Stromkreise des einen Apparates dürfen in keiner Weise auf die anderen reagieren. Dem Gaulard & Gibbs'schen System liegt nun die Anordnung zu Grunde, dass die Wechselströme aus der stromerzeugenden Maschine die primären Spiralen sämtlicher Induktionsspulen hintereinander passiren und dann zur Maschine zurückfliessen, wobei das Bestreben herrscht, in diesem Stromkreise eine konstante Stromstärke zu erhalten. Die sekundäre Spirale eines jeden Transformators behandelt das Gaulard'sche System als besondere Stromquelle und es entstehen demnach ebenso viele sekundäre Stromkreise, als Apparate vorhanden sind. Wenn nun in diesen Stromkreisen parallel geschaltete Glühlampen funktionieren sollen, so müssen stets sämtliche Lampen in Funktion erhalten bleiben, weil ein Auslöschten oder eine Neueinschaltung von Lampen auf die übrigen störend, ja gefährdend einwirken würde. Will man jedoch das Aus- oder Einschalten von Lampen in einem sekundären Kreise durch Stromregulirung ermöglichen, indem man den primären Strom entsprechend schwächt oder verstärkt, so würden selbstverständlich die Wirkungen dieser Regulirung sich auch in den übrigen Apparaten, resp. in den übrigen Stromkreisen fühlbar machen, so dass Veränderungen in irgend einem Beleuchtungsobjekte die Lichtstärke sämtlicher Lampen in der ganzen Centralanlage beeinflussen würden.

Aus dem Gesagten geht klar hervor, dass die hier skizzirte Schaltungsweise sich für allgemeine Beleuchtungszwecke, insbesondere aber für eine allgemeine Stadtbeleuchtung, durchaus nicht eignet; denn es ist selbstverständlich, dass keinem Lichtkonsumenten zugemuthet werden kann, die regelmässige Funktion seines Bedarfes jeden Augenblick davon abhängig zu wissen, ob irgend ein anderer Konsument Lampen auslöscht oder einschaltet.

Durch die Schaltungsweise des Zipernovsky-Déri'schen Stromvertheilungssystems ist die vollkommene Unabhängigkeit und Selbständigkeit jeder einzelnen Lampe von allen übrigen ermöglicht. Nachdem die zu diesem Systeme gehörenden Transformatoren ihrer Wirkungsweise nach besonders für konstante Spannungsdifferenz geeignet sind, haben die genannten Elektriker die konstante Spannungsdifferenz ihrem Stromvertheilungssysteme zu Grunde gelegt und für die Schaltung der Transformatoren verschiedene Methoden aufgestellt, welche sich in folgenden allgemeinen Regeln zusammenfassen lassen.

Die primären Spiralen derjenigen Transformatoren, welche einen einzigen sekundären Stromkreis bilden, können in beliebiger Weise verbunden werden: parallel, einzeln oder auch gruppenweise hintereinander. Die beiden Enden der primären Spiralen einer solchen Gruppe jedoch, welche einen gemeinschaftlichen Sekundärkreis bildet, müssen derart in jene Leitung eingeschaltet werden, welche von der stromerzeugenden Maschine ausgeht und konstante Stromspannung behält, dass die einzelnen Gruppen im primären Netze mit einander parallel verbunden sind.

An den primären Klemmen einer solchen Gruppe, welche gewissermassen eine Vertheilungsstation zweiter Ordnung darstellt, herrscht also eine unveränderte Spannung, während die Stromstärke in der Zweigleitung ebenso variiert, wie die Lampenanzahl in der Speiseleitung. Die aufgewendete Arbeit bleibt also ziemlich proportional derjenigen Strommenge, welche durch die Lampen etc. konsumirt wird.

Dieses System wurde Anfangs 1885 zum ersten Male in Wien im österreichischen Gewerbemuseum durch eine Probe-Installation vorgeführt und gewann sofort die Anerkennung der Fachwelt.

Seine erste praktische Anwendung fand dieses System auf der Budapester Landesausstellung vom Jahre 1885, wo der Firma Ganz & Co. Gelegenheit geboten war, mit einer wirklichen Vertheilung des elektrischen Lichtes auf grosse Entfernungen mittels parallel geschalteter Transformatoren vor die Oeffentlichkeit zu treten. Es waren dort in 10 Pavillons und Restaurants — welche von der Centralstation durchschnittlich 1300 m entfernt lagen — 1200 Glühlampen untergebracht. Diese Musteranlage funktionirte während der ganzen Dauer der Ausstellung (vom 1. Mai bis 30. October 1885) und ergab sehr günstige Resultate.

Dasselbe System funktionirte im selben Jahre auf der Antwerpener Weltausstellung, sowie in London (auf der Inventions-Exhibition), überall mit bestem Erfolge.

Nachdem die Grundlagen des neuen Systems in durchaus befriedigender Weise festgestellt waren, ging die Firma an die Ausgestaltung desselben und die Erfüllung derjenigen Bedingungen, welche das neue System zur Verwendung in grossem Maassstabe, resp. zur Versorgung grösserer Gebiete mit Elektrizität geeignet machen sollten.

Es gelang ihr, die Parallelschaltung von Wechselstrommaschinen, deren Möglichkeit selbst von hervorragenden Elektrikern in Zweifel gezogen wurde, durchzuführen.

Hiermit war die Möglichkeit geschaffen, die elektrischen Centralstationen so einzurichten, dass dieselben jederzeit in die Lage versetzt wurden, ohne Kraftverschwendung diejenige Strommenge zu erzeugen, welche durch den jeweiligen Konsum in dem Beleuchtungsrayon erfordert wurde.

Es wurden ferner Strommesser konstruirt, deren Funktion eine vollständig verlässliche ist, und von welchen heute bereits eine grosse Anzahl in den von der Firma Ganz & Co. errichteten Centralstationen funktioniren.

Die Herstellung eines geeigneten Wechselstrommotors lieferte die Möglichkeit, Centralstationen mit Verwendung von Wechselstrom-Transformatoren auch zur Abgabe von motorischer Kraft zu befähigen.

Thatsächlich bestehen heute schon zahlreiche Centralstationen mit Wechselstrom-Transformatoren, die neben Abgabe von Strom für Beleuchtung auch elektrische Motoren mit Wechselstrom betreiben.

Wir nennen von diesen Anlagen die folgenden Stationen:

Die Anlage in Fiume, wo ein neu erbauter Elevator als Antriebskraft ausschliesslich Wechselstrommotoren mit einer Kapazität von 120 PS benützt (vgl. S. 132).

Die im Bau begriffene Centrale in Intra, wo neben der Beleuchtung einiger Ortschaften aus einer Centrale auch Wechselstrommotoren mit einer Kapazität von ca. 200 PS betrieben werden.

Die Centrale in Alzano Maggiore in Oberitalien; die Centrale Innsbruck; die Station in den Werkstätten der Firma Schneider & Co. in Creusot; die Centralstation in Grenoble und Wiener-Neustadt.

Auf der Frankfurter Ausstellung sind die Wechselstrommotoren von Ganz & Co. in grosser Anzahl in Verwendung und es ist so Gelegenheit geboten, deren Thätigkeit zu beobachten.

Dass die an das oben beschriebene System geknüpften Erwartungen gerechtfertigt waren, zeigt die verhältnissmässig grosse und rasche Verbreitung desselben in allen Welttheilen.

Die Firma und deren Lizenzträger in den verschiedenen Ländern haben bis heute nahezu 100 Centralstationen, darunter solche von sehr grossem Umfange ausgeführt, welche alle mit sehr befriedigendem Erfolge funktionieren.

Ausser den bereits von anderen Seiten gelieferten Beschreibungen von Centralanlagen nach diesem System, geben wir nachstehend die Beschreibung von zwei Werken, von denen jedes ganz besondere Beachtung in Anspruch nimmt.

Es sind dies die Centralstationen in Tivoli bei Rom und jene in dem bekannten Kurort Karlsbad.

Die Anlage Tivoli dient dazu, den Strom auf eine Entfernung von ca. 30 km behufs Speisung des Leitungsnetzes der bereits längere Zeit in Rom bestehenden elektrischen Centralstation, die dem vorliegenden Bedarfe an elektrischer Energie nicht mehr genügt, zu liefern.

Die Anlage in Karlsbad ist bemerkenswerth durch den Umstand, dass aus dem Leitungsnetz derselben, welches sich über die ganze Stadt erstreckt und in der Stadt selbst unterirdisch geführt ist, sowohl Bogenlampen und Glühlampen für die Strassenbeleuchtung, als auch Bogenlampen und Glühlampen für die Privatbeleuchtung gespeist werden, und ist demnach in diesem Orte jener Zustand hergestellt, welcher bei Gasanstalten beinahe ausschliesslich herrscht.

I. Die Centralstation Tivoli bei Rom.

Als Antriebskraft dient dort eine Wasserkraft von ca. 3,75 cbm pro Sekunde bei einem Gefälle von 48 m.

Die Wasserkraft wird den grossartigen Anlagen der „Società per le forze idrauliche ad Usi industriali ed agricoli“ entnommen und liefert eine motorische Kraft von ca. 2000 PS.

Das Maschinenhaus und der als Betriebskraft dienende Wasserfall sind aus der Figur 1 ersichtlich.

Als Antriebsmotoren in dieser Centralstation dienen 6 Turbinen von je 300 PS Leistungsfähigkeit, welche direkt mit Wechselstrommaschinen für eine Leistungsfähigkeit von je 230 000 Watt gekuppelt sind.

Turbinen und Wechselstrommaschinen machen 170 Touren per Minute.

Im Maschinenhaus sind ferner aufgestellt 3 Gleichstrommaschinen, welche als Erregermaschinen für die Wechselstrommaschinen dienen. Die Gleichstrommaschinen sind gleichfalls direkt mit separaten Turbinen gekuppelt. Turbinen und Gleichstrommaschinen besitzen eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 375 Touren per Minute.

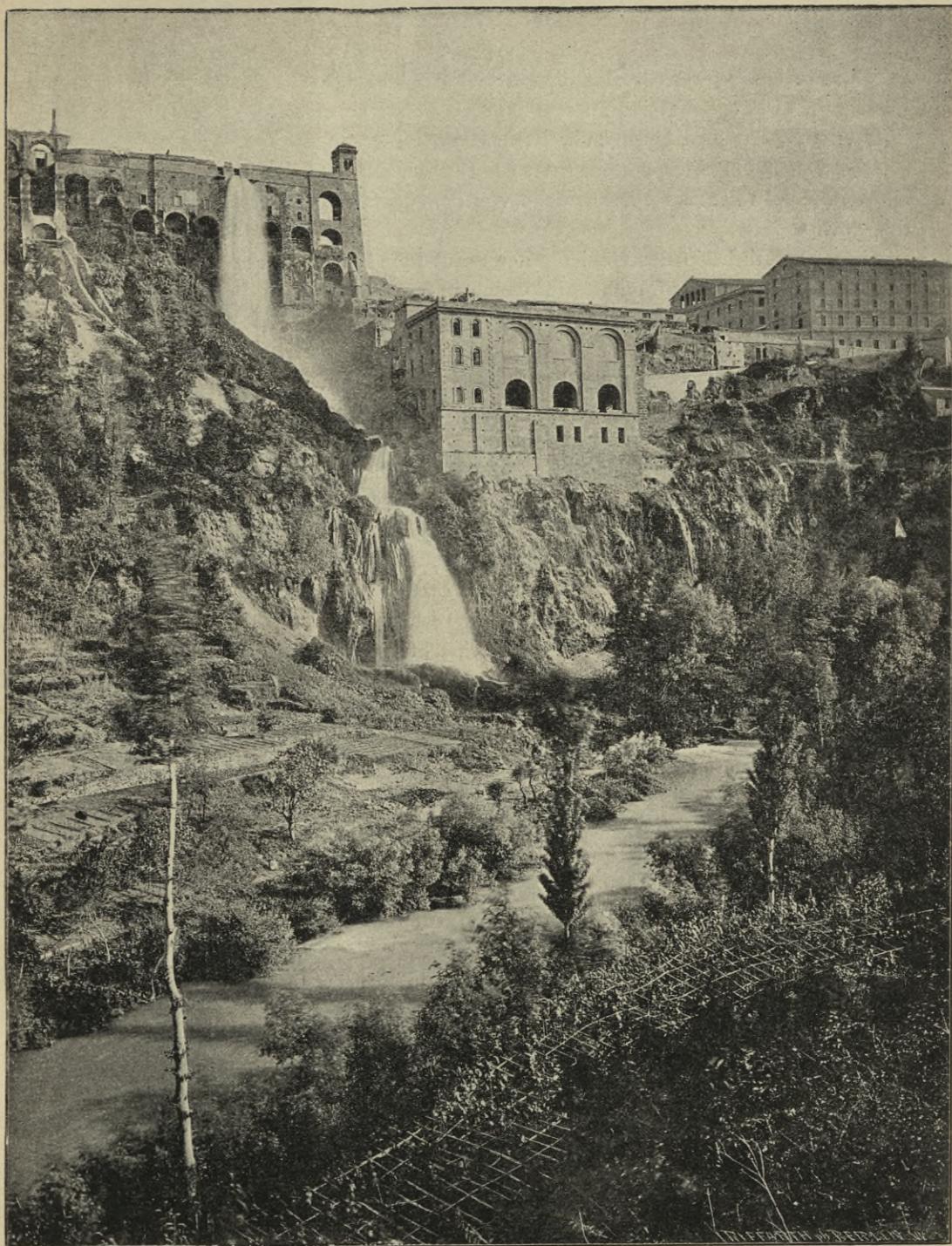


Fig. 1. Centralstation Tivoli.

Ein Grundriss der Maschinenanlage der elektrischen Centralstation in Tivoli ist in Fig. 2*) dargestellt.

Bei voller Belastung werden die Dynamomaschinen einen Strom von 5100 V Spannung erzeugen.

Zur Fortleitung des Stromes dienen vier blanke Kupferdrahtseile von je 100 qmm Querschnitt. Diese Seile sind an sehr starken Flüssigkeitsisolatoren befestigt, welche von eisernen I-Trägern getragen werden.

Der Querschnitt der Leitung ist so bemessen, dass auf der Entfernung zwischen Tivoli und Rom, also auf einer Strecke von ca. 30 km, nur ein Spannungsverlust von 20% eintritt.

An der Peripherie des Gebietes der Stadt Rom in der Nähe der Porta Pia ist ein Vertheilungsturm aufgeführt, in welchem Transformatoren nebst den erforderlichen Nebenapparaten aufgestellt sind, welche die Aufgabe haben, den Strom von 5000 V Spannung auf 2000 V, also auf jene Spannung zu reduciren, welche in dem Leitungsnetz herrscht, das aus der in Rom errichteten elektrischen Centrale gespeist wird.

Der Strom von 2000 V, welcher durch das primäre römische Leitungsnetz geführt wird, wird in den innerhalb des Stadtgebietes an den betreffenden Konsumstellen befindlichen Transformatorenstationen zum zweiten Male auf eine Spannung von 100 V transformirt und so den bezüglichen Verwendungsstellen zugeführt.

Ein Theil des in Tivoli erzeugten elektrischen Stromes soll zur Versorgung der Strassenbeleuchtung in einem Stadttheile Roms verwendet werden, wobei die Anwendung von Bogenlicht in Aussicht genommen worden ist.

Die Bogenlampen für die Strassenbeleuchtung werden, abweichend von den übrigen Installationen, in Serie geschaltet und zwar ist in Aussicht genommen, Gruppen mit je 40 hintereinandergeschalteten Bogenlampen aufzustellen, so dass die Nothwendigkeit entfällt, für diese Bogenlampen eine zweimalige Transformirung des elektrischen Stromes vorzunehmen.

Nach Inbetriebsetzung der Anlage in Tivoli, deren elektrische Einrichtung bereits ganz fertig ist, werden die von der Firma Ganz & Co. für Rom errichteten elektrischen Centralstationen eine Kapazität von ca. 5000 PS repräsentiren und dürfte demnach mit Ausnahme von Berlin zur Zeit keine Stadt auf dem Kontinente eine grössere Kraft für elektrische Beleuchtung in Verwendung haben.

II. Die Centralstation in Karlsbad.

Diese Anlage dient sowohl für die Versorgung der Strassenbeleuchtung, als auch für die Lieferung von elektrischem Strom für die Beleuchtung bei Privaten.

Die Anlage in Karlsbad ist seit Kurzem in Betrieb und versorgt neben 76 Strassen-Bogenlampen weitere 40 Bogenlampen bei Privaten und ausserdem ca. 3000 Glühlampen, die in 76 Privatinstallationen vertheilt sind.

Bei dem Charakter Karlsbads als eines sehr besuchten Kurortes war natürlich darauf Bedacht zu nehmen, dass die mit den Unannehmlichkeiten eines gross angelegten Maschinenbetriebes verbundene Centralanlage nicht innerhalb des Kurrayons resp. des bebauten Theiles der Stadt, sondern ausserhalb der Stadt errichtet werde.

*) Siehe die am Schluss des Textes eingefügte Tafel.

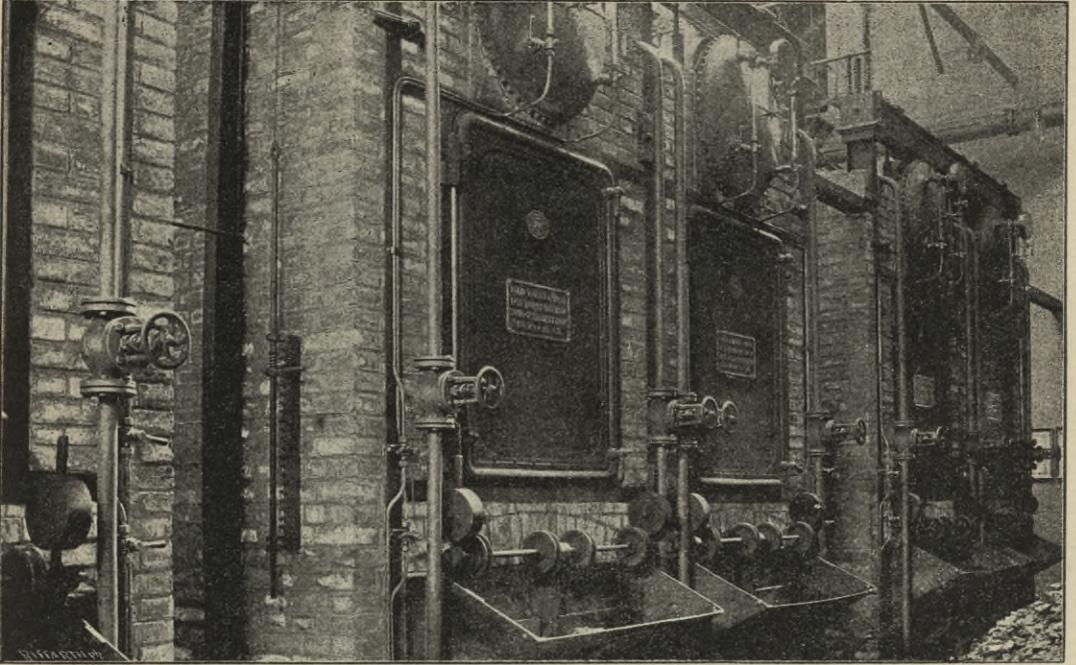


Fig. 3. Kesselhaus.

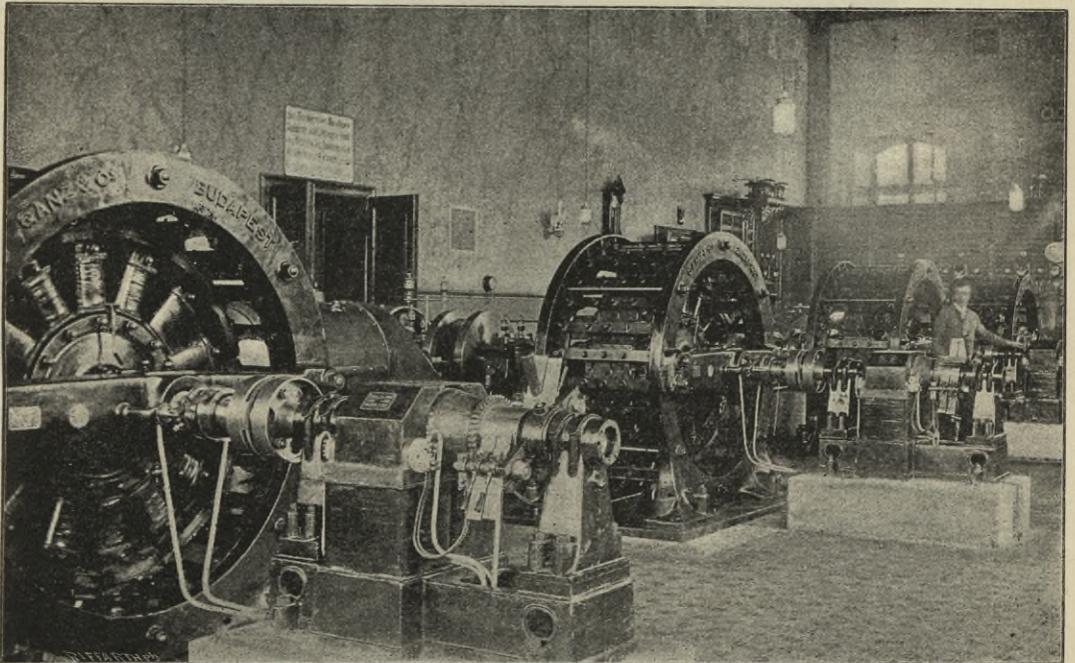


Fig. 4. Maschinensaal.

Von dieser Erwägung geleitet, wurde der Beschluss gefasst, die elektrische Centralstation auf dem Grundstück des städtischen Wasserwerkes zu errichten, weil dadurch der Vortheil geboten wurde, dass die beiden Anstalten der Gemeinde, die mit einem Maschinenbetrieb verbunden sind, nämlich die Anlage für Gewinnung von Wasser und jene für die Gewinnung von Licht, an einem Orte vereinigt sind.



Fig. 7. Auslegkandelaber.

Das Wasserwerk liegt ausserhalb des Gemeindegebietes von Karlsbad in ⁷Donitz, über 3 km von der Stadt Karlsbad entfernt.

Als motorische Anlage dienen 5 Babcock & Wilcox-Kessel mit je 123 qm Heizfläche. (Fig. 3).

Als Motoren dienen 4 Dampfmaschinen mit einer Leistungsfähigkeit von je 125 PS bei 360 Touren per Minute.

Jede dieser Maschinen ist mit einer Wechselstrommaschine für eine Leistungsfähigkeit von je 80 000 Watt (2000 V und 40 A) direkt gekuppelt. (Fig. 4).

Mit jeder Wechselstrommaschine ist die zugehörige Erregermaschine gleichfalls direkt gekuppelt, sodass jedes Maschinenaggregat, nämlich Dampfmaschine, Wechselstrommaschine und Erregermaschine einen Körper bildet.

Die Maschinen arbeiten in Parallelschaltung.

Die Schalttafel der Karlsbader Anlage ist in Fig. 5 dargestellt und ist in analoger



Fig. 8. Bogen.

Weise durchgeführt, wie die Schaltungen der Centralstationen dieser Firma im Allgemeinen, Fig. 6 (siehe die am Schluss des Textes eingefügten Tafeln).

Aus dem Maschinenhause gehen 2 Leitungsstränge aus 8 mm starkem Kupferdraht auf Telegraphenstangen längs einer Waldsisière bis zur Stadtgrenze resp. bis zum bebauten Theile der Stadt.

An einer dort aufgestellten Uebergangssäule wird die Luftleitung zur Erde geführt und mit dem im Inneren der Stadt verlegten unterirdischen Leitungsnetze verbunden.

Die in der Stadt verlegten Leitungen sind konzentrische Bleikabel mit Eisenband-Armirung.

In den Figuren 7 und 8 sind Bogenlampenträger dargestellt, und zwar in Fig. 7 eine Säule mit Ausleger und in Fig. 8 ein Bogen, welcher die Aufhängung der Lampe in der Mitte der Strasse gestattet.

An verschiedenen Punkten der Stadt, theils in speziell hierfür errichteten Räumlichkeiten, theils innerhalb der Häuser, welche Installationen besitzen, sind die Transformatorstationen errichtet. Von den Transformatoren sind sowohl Bogenlampen als Glühlampen parallel abgezweigt und zwar die Glühlampen von den äusseren Klemmen des Transformators, während nach den Bogenlampen noch von der Mittelklemme des Transformators eine separate Leitung geführt wird, sodass die Bogenlampen aus einer Leitung gespeist werden, welche nur 50 V führt.

Ausser mit Wechselstromanlagen beschäftigt sich die Firma auch mit der Herstellung von Gleichstrommaschinen, die bei isolirten Anlagen, bei welchen keine grosse Entfernungen zu überwinden sind, verwendet werden.

Bisher wurden von der Firma Ganz & Co. ausgeführt:

797 diverse Anlagen, mit einer Gesamtkapazität von rund 22 500 000 Watt.

Hierunter:

98 Anlagen mit Wechselstrom - Transformatoren, mit

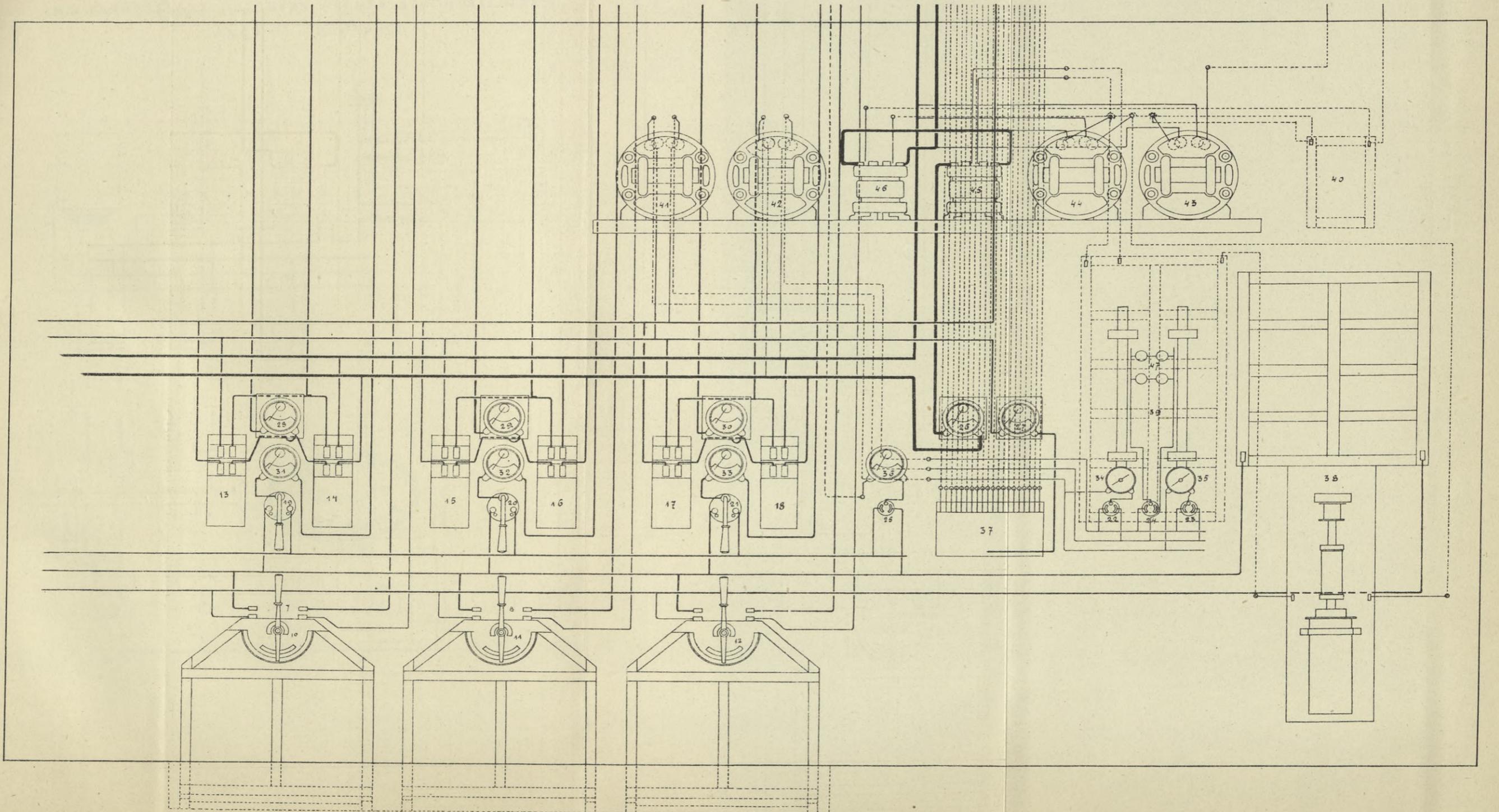
einer Gesamtkapazität von rund 12 600 000 Watt.

24 Kraftübertragungsanlagen und 4 Anlagen für elektrolytische Zwecke.

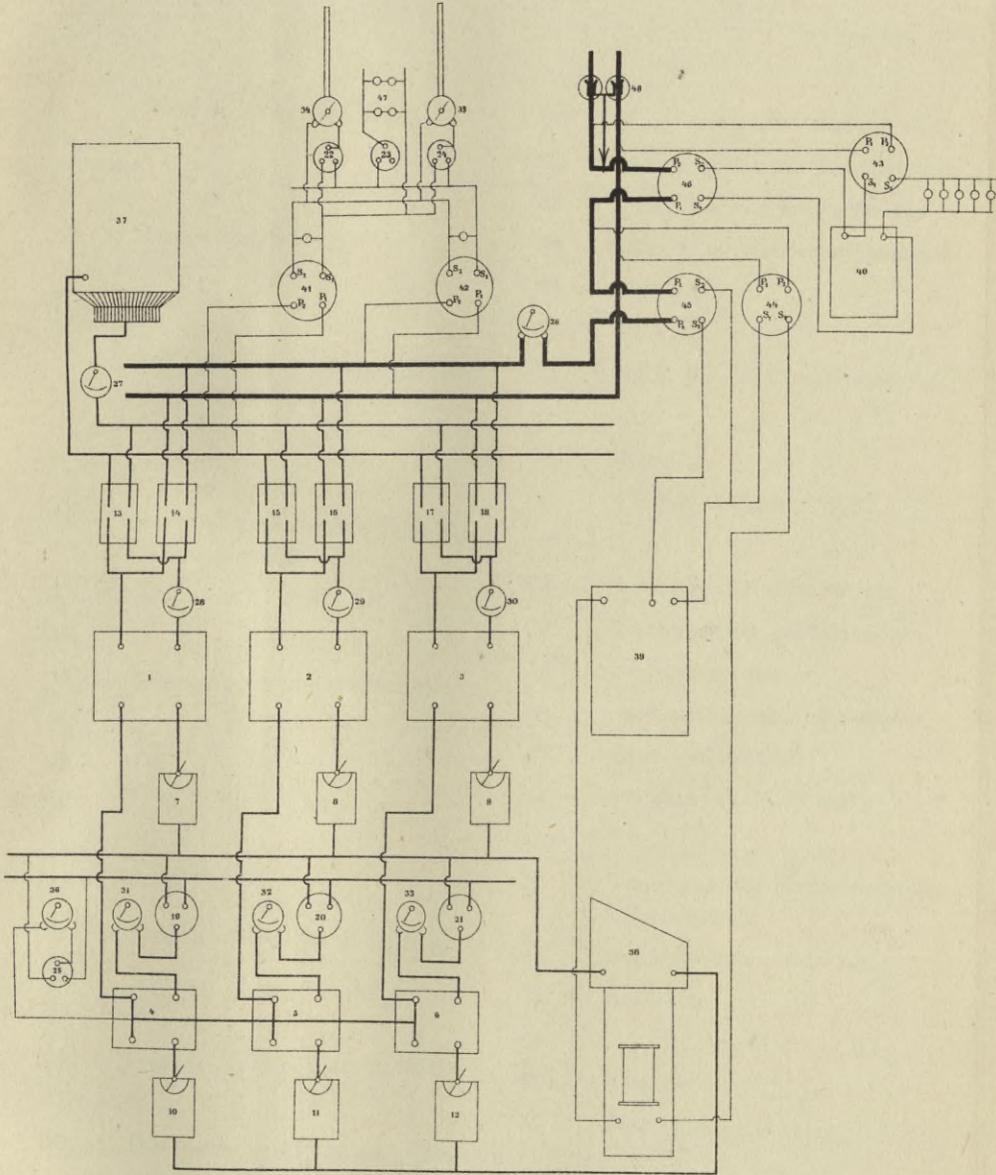
SCHALTUNGSTABLEAU
FÜR EINE ELEKTRISCHE CENTRALSTATION MIT PARALLELGESCHALTETEN WECHSELSTROMMASCHINEN.

GANZ & Co. — BUDAPEST.

MAASSSTAB 1:20.



SCHALTUNGSSKIZZE
 FÜR EINE ELEKTRISCHE CENTRALSTATION
 MIT PARALLELGESCHALTETEN WECHSELSTROMMASCHINEN.
 GANZ & Co. — BUDAPEST.



Erklärung zu Fig. 5 und 6.

Nummer in der Schaltungs- skizze	Gegenstand	Nummer in der Schaltungs- skizze	Gegenstand
1	Wechselstrommaschine A	25	Umschalter zu Voltmeter G. St.
2	„ „ „	26	Ampèremeter für Gesamtstrom
3	„ „ „	27	dtto. für den Ersatzrheostat
4	Erregermaschine Δ	28	dtto. f. d. Wechselstrom-Masch.
5	„ „	29	dtto. „ „
6	„ „	30	dtto. „ „
7	Rheostat für die Magnetisirung der Wechselstrommaschine	31	dtto. für die Erregermaschine
8	dtto.	32	dtto. „ „ „
9	dtto.	33	dtto. „ „ „
10	Rheostat zum Nebenschluss der Erregermaschine	34	Cardew-Voltmeter W. St.
11	dtto.	35	„ „ „ „
12	dtto.	36	Voltmeter für Gleichstrom
13	Quecksilberdoppelausschalter	37	Ersatzrheostat mit Klaviatur
14	„ „	38	Automatrheostat
15	„ „	39	Widerstand zur Automatspule
16	„ „	40	Egalisirwiderstand
17	„ „	41	Reduktor zu 34, 35 und 47
18	„ „	42	„ „ „ „ „ „
19	Parallelschalter für die Erreger	43	Transform. für die Beleuchtung der Centrale
20	„ „ „ „	44	Reduktor zum Automat
21	„ „ „ „	45	Egalisator „ „
22	Umschalter zum Voltmet. W. St.	46	„ zu 43
23	„ „ „ „ „	47	Phasenindikator
24	Ausschalter zum Phasenindikator	48	Blitzschutzvorrichtung

HARTMANN & BRAUN
IN BOCKENHEIM—FRANKFURT A. M.

Messungen und Messinstrumente für elektrische Centralanlagen.

Beim Studium der elektrischen Centralen wird man sehr bald darauf hingeführt, dass hier mehr wie in jeder anderen Anlage die kontinuierliche oder zeitweilige Vornahme von kontrollirenden Messungen unbedingtes Erforderniss ist, sofern man einen rationellen und sicheren Betrieb gewährleistet haben will. Demgemäss muss jede elektrische Anlage mit einer Reihe von Instrumenten ausgerüstet werden, die den verschiedenen Zwecken der Betriebskontrolle, der Verbrauchskontrolle, sowie endlich der Vornahme hin und wieder nothwendig werdender Messungen, z. B. bei Materialuntersuchungen zur Sicherung des Betriebs etc. dienen, und es ist Zweck folgender Zeilen, eine Zusammenstellung derartiger Instrumente, wie sie die Firma Hartmann & Braun als Specialität liefert, zu beschreiben.

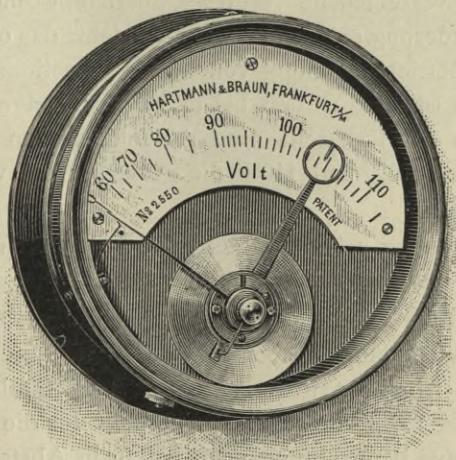


Fig. 1. Voltmeter.

I. Die Instrumente für die Betriebskontrolle bezwecken, dem Personal der Centralanlage in jedem Augenblick ein Bild der Betriebsverhältnisse zu geben und darauf aufmerksam zu machen, wenn Unregelmässigkeiten, wie z. B. für die Glühlampen gefährliche Schwankungen der Spannung, eintreten; wenn ferner etwa der steigende Stromverbrauch das Einschalten weiterer Electricitätserzeuger nothwendig macht oder der abnehmende eine Maschine auszurücken gestattet.

Wie man sieht, handelt es sich hier um Messung von Spannung und Stromstärke mit Hilfe von Apparaten, die meist im Maschinenhaus selbst aufgehängt werden, und deren Anzeigen der Maschinist beständig zu beobachten hat.

Das elektrische Princip, auf welchem das Funktioniren dieser Apparate beruht, ist fast allgemein die bewegende Kraft, welche eine stromdurchflossene Drahtspule auf relativ zu ihr bewegliche Eisentheile ausübt.

So enthält der in Fig. 1 abgebildete Spannungsmesser in einer festen Drahtspule zunächst ein mit dieser verbundenes Eisenblech als Segment eines Cylindermantels ausgebildet und konaxial zu diesem ein zweites ähnliches, welches, an einer in Steinen gelagerten Axe befestigt, mit dieser leicht drehbar ist. Cirkulirt ein Strom, so wird das bewegliche Eisenblech von dem festen abgestossen, die Axe mit dem Zeiger dreht sich, und letzterer zeigt auf der Skala des Instrumentes direkt die zwischen den Klemmen herrschende Spannung an. — Damit diese Angaben unter allen Verhältnissen richtig sind und bleiben, muss die magnetische Remanenz der Eisenheilchen, sowie die Widerstandsveränderung der Drahtspule durch die Temperatur möglichst gering sein, zwei Forderungen, deren ersterer durch die zweckmässig gewählten Dimensionen der Eisenheile genügt wird, während der letzteren durch Verwendung des mit der Temperatur fast unveränderlichen Nickel- oder Manganin-Drahtes für weitaus den grössten Theil des Widerstandes nachgekommen ist.

Eine Hauptaufgabe des Maschinisten besteht nun darin, die Spannung in der vorgeschriebenen Höhe möglichst konstant zu erhalten, und demgemäss soll ein guter Spannungsmesser an der sogenannten Gebrauchsstelle möglichst empfindlich sein, d. h. kleine Aenderungen durch relativ grosse Ausschläge markiren, wogegen er dann von der Betriebsspannung sehr verschiedene Werthe überhaupt nicht mehr anzuzeigen braucht. Auch dieser Forderung entspricht, wie man sieht, das oben abgebildete Instrument, welches für eine Betriebsspannung von ca. 105 V bestimmt und bezüglich seiner Kraftentfaltung so justirt ist, dass es erst bei ca. 60 V zu zeigen anfängt, dafür aber unter dem Einfluss von 110 V bereits eine Ablenkung von ca. 100° erfährt, und für Spannungen zwischen 100 und 110 V die grössten Intervalle auf seiner Skala aufweist.

Ganz analoge Einrichtung zeigt das General-Voltmeter in Fig. 2, bei welchem fast die ganze Skala für das Intervall von 95 V bis 125 V ausgenützt ist.

Dies letztgenannte Instrument hat in Wirklichkeit einen Durchmesser von 50 cm und ist bestimmt, in grossen Räumen hoch an der Wand, überall sichtbar, befestigt zu werden. Die ganze Ablesevorrichtung, Zeiger und Skala, entsprechen diesem Zweck und der Maschinist kann von jedem Standpunkt aus die Spannung kontrolliren, da eine hinreichend genaue Beobachtung noch bei 10 m Abstand möglich ist.

Unter Umständen, z. B. bei sehr in Anspruch genommenem Betriebspersonal, kann es vorkommen, dass die Spannungskontrolle nicht sorgfältig oder häufig genug vorgenommen wird. In solchen Fällen ist die Aufstellung von Signalapparaten angezeigt, welche sobald die Spannung eine gewisse obere oder untere Grenze überschreitet, selbstthätig ein akustisches oder optisches Signal geben.

In Fig. 3 ist ein derartiges Signal-Voltmeter abgebildet; das bewegliche System besteht hier aus einem besonders ausgebildeten Eisenkern, der unter dem Einfluss des Stromes in die ihn umgebende Spule hineingezogen wird. Der Kern ist oben

durch eine Blattfeder gesichert, sodass ein Anlegen an die Innenwand der Spule nicht stattfinden kann, und greift unten in einen Hebel ein, der um eine mit einer Torsionsfeder verbundene horizontale Axe drehbar ist und mit seinen Armen eine Kontaktvorrichtung in Thätigkeit setzt, sobald die Bewegung des Eisenkerns eine bestimmte Grenze erreicht hat. Die Kontaktvorrichtung schliesst ein Relais, durch welches dann weiter ein Glockensignal gegeben und eine Glühlampe eingeschaltet wird, deren Farbe, roth oder grün, zugleich anzeigt, ob die zulässige Maximal- oder Minimalspannung überschritten ist.

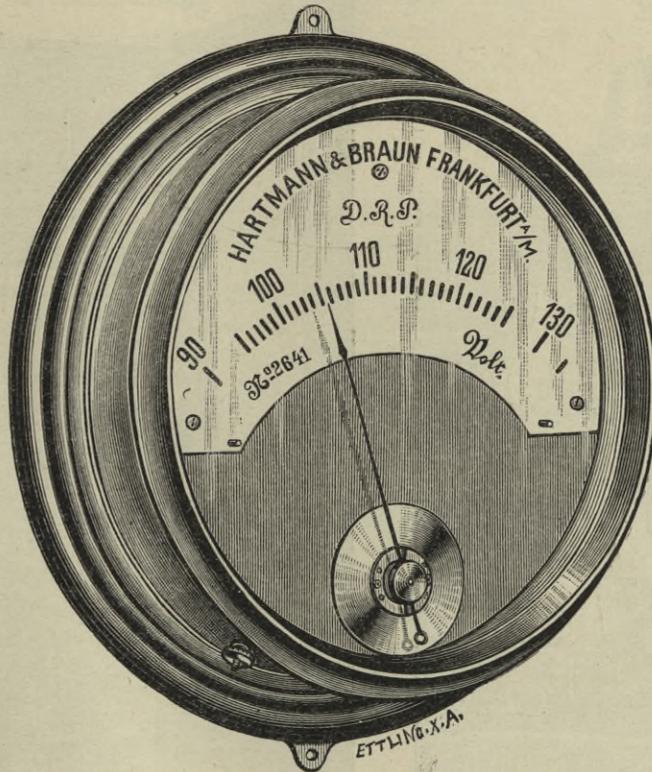


Fig. 2. General-Voltmeter.

Will der Betriebsleiter eine fortwährende Kontrolle über sein Personal ausüben, so wird er noch die Aufstellung eines registrirenden Voltmeters veranlassen, wie ein solches in Fig. 4 dargestellt ist.

Das Instrument beruht auf demselben Prinzip wie das letztgenannte, nur wird die in Folge der Anziehung stattfindende Vertikalbewegung des Eisenkerns nicht erst in eine drehende umgewandelt. Der Kern hängt vielmehr an einer auf Ausdehnung beanspruchten Spiralfeder und trägt eine Schreibfeder, an welcher sich eine durch ein Uhrwerk gedrehte Trommel vorbeibewegt. Auf der Papierbelegung dieser Trommel wird also eine Kurve aufgezeichnet, die ein genaues Bild der Spannungsschwankungen für den betreffenden Tag liefert.

Von hohem Interesse ist es auch für die Leitung einer Centrale, ein Bild des Stromverbrauchs für die verschiedenen Tages- und Jahres-Zeiten zu haben, um unter den immer wiederkehrenden ähnlichen Verhältnissen schon im Voraus zweck-

entsprechend disponiren zu können. So wird auch die Aufstellung eines registrirenden Ampèremeters erwünscht sein, das ganz analog wie das vorherbeschriebene Voltmeter eingerichtet ist und funktioniert.

Neben der Spannung muss, wie oben bemerkt, auch der Stromverbrauch im Leitungsnetz fortdauernd in der Centrale kontrollirt werden. Diesem Zweck dienen die Ampèremeter, deren elektromagnetischer Bewegungsmechanismus genau dem der Signalvoltmeter entspricht, wie aus Fig. 5 zu ersehen ist.

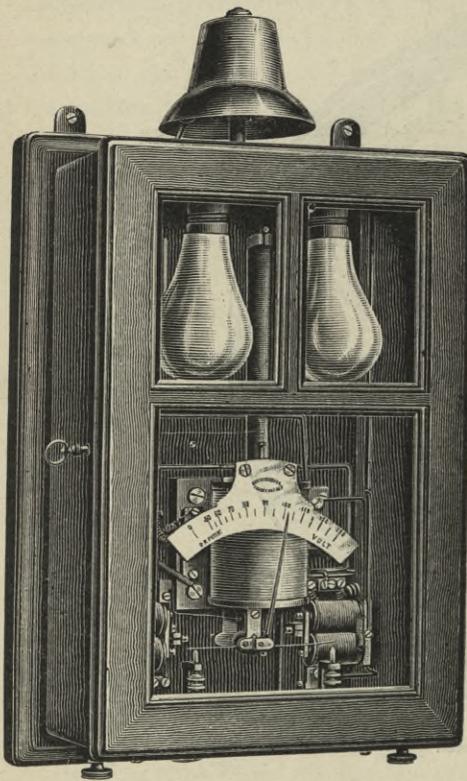


Fig. 3. Signal-Voltmeter.

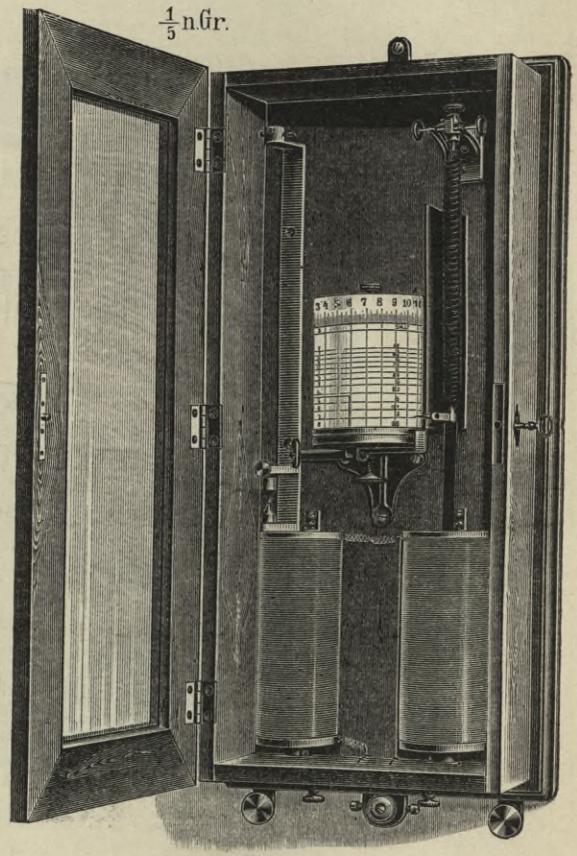


Fig. 4. Registrirendes Ampèremeter und Voltmeter.

Der Stromverbrauch ist nun je nach dem Lichtbedart zu den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten ein sehr schwankender, und dementsprechend will man mit einem Instrument einen möglichst weiten Messbereich mit annähernd gleicher Empfindlichkeit beherrschen. Die Skala ist also nicht mit grossen Intervallen an einer bestimmten Stelle zu versehen, sondern soll vom Anfang bis zum Ende möglichst gleichförmig verlaufen.

Dieser Bedingung, die im Allgemeinen schwieriger zu erfüllen ist, als die für die Voltmeter gestellte, wird durch Anwendung besonders geformter, aus Blech gerollter Eisenkerne genügt, sodass in der That Skalen mit durchaus gleichmässigen Intervallen hergestellt werden können. Das relativ starke magnetische Feld, dem der Eisenkern in diesen Instrumenten ausgesetzt ist, hat noch den Vortheil im Gefolge,

dass die Genauigkeit der Anzeige durch in der Nähe verlaufende anderweitige Stromleitungen oder Magnete nicht alterirt wird.

II. Für die pekuniären Interessen sowohl der Centrale wie der Konsumenten kommt als wichtigster Apparat der für die Verbrauchskontrolle, der Elektrizitätszähler, in Betracht. Er wird bei jedem Konsumenten aufgestellt und soll möglichst direkt und genau die während einer längeren Zeitperiode verbrauchte Elektrizitätsmenge anzeigen. Seine Funktion entspricht also der der Gasuhr beim Abonnenten der Gascentrale. Ein solcher Apparat soll seinem Zweck entsprechend eine gewisse Sicherheit bieten für dauernd richtiges Anzeigen und auch dafür, dass nicht durch Zufall oder Absicht sein Gang irgendwie beeinflusst werden kann, wie dies z. B. bei Apparaten mit permanenten Magneten, die durch schwache Kräfte bewegt werden, hauptsächlich der Fall ist.

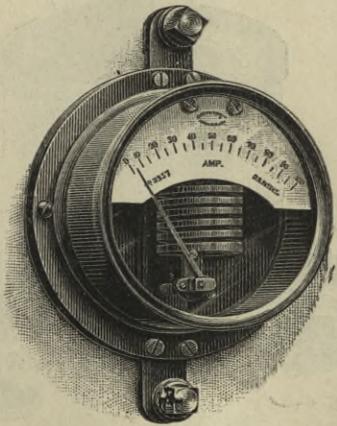


Fig. 5. Ampèremeter.

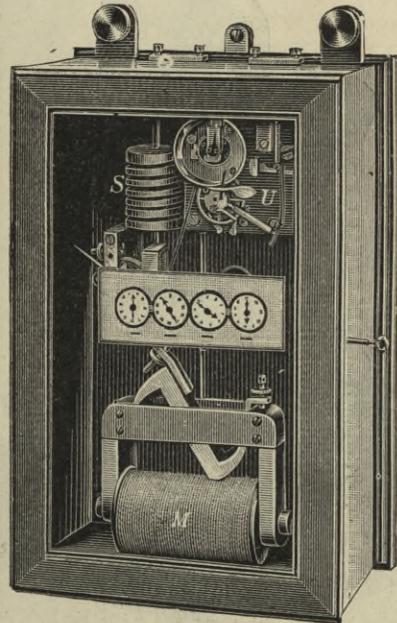


Fig. 6. Elektricitätszähler.

In Fig. 6 ist eines der von der Firma Hartmann & Braun gefertigten Zählermodelle dargestellt, welches auf dem Prinzip der Summirung von Ausschlägen eines Ampèremeters beruht.

Die Hauptbestandtheile des Apparates sind ausser einem Zeigerwerk ein Ampèremeter der oben beschriebenen Ausführung, ein Uhrwerk und eine periodisch in Funktion tretende elektromagnetische Vorrichtung.

Der Zeiger des Ampèremeters wird durch diese letztere in bestimmten Zeitintervallen auf 0 zurückgeführt und der dabei zurückgelegte Weg durch ein Schaltrad auf das Zählwerk übertragen. Das Uhrwerk schliesst jede Minute den Stromkreis des Elektromagneten auf wenige Sekunden und wird aufgezogen durch die nach dem Zurückführen des Zeigers frei werdende Kraft.

Ein derartiger Zähler hat vor mancher anderen Konstruktion noch den Vortheil der Aichfähigkeit, sodass er, einmal justirt unter Sicherheitsverschluss gelegt, plombirt werden kann.

Neben diesen unmittelbar in der Anlage zu verwendenden Apparaten wird es für eine grössere Centrale sehr wünschenswerth sein, noch einige genauere Instrumente als Normalien zur Verfügung zu haben, mittels deren von Zeit zu Zeit die Betriebsapparate kontrollirt werden können. Diese Instrumente werden am geeignetsten in einem besonderen Raume, einem kleinen Laboratorium, aufgestellt, welches dann auch gleichzeitig alle sonstigen für vorkommende Fälle nöthigen Messapparate, insbesondere solche für Widerstandsmessungen und Prüfung auf Isolation, enthält.

Als bequemstes Normalinstrument zur Kontrolle der Strom- und Spannungs-Messer kann ein Torsionsgalvanometer oder Elektrodynamometer dienen, in welchem

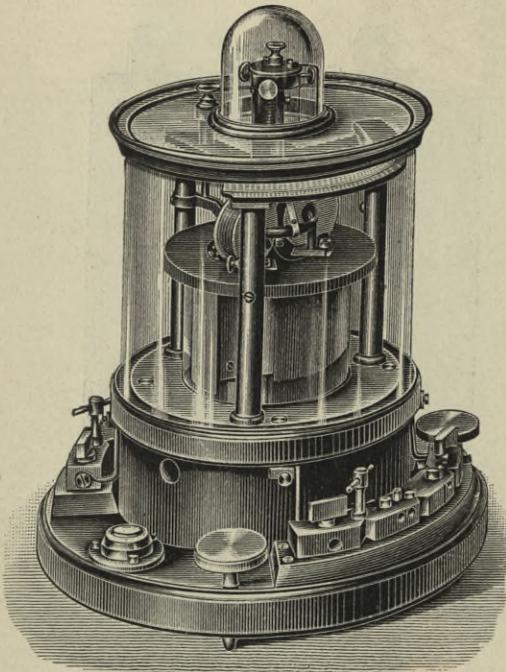


Fig. 7. Torsionsgalvanometer für direkte Ablesung.

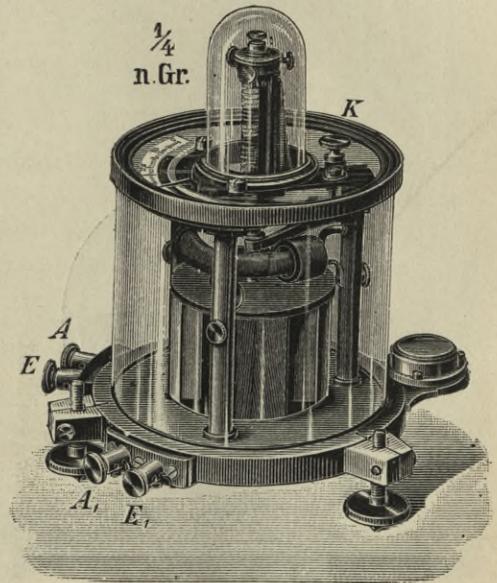


Fig. 8. Torsionswattmeter und Elektrodynamometer.

eine feste Spule auf einen permanenten Magneten oder ein bewegliches Spulenpaar drehend einwirkt und eine auf Torsion beanspruchte Feder als Gegenkraft dient. Das Instrument mit permanentem Magnet hat den Vortheil grösserer Empfindlichkeit und vielseitiger Verwendbarkeit, das nur auf elektrodynamischer Wirkung beruhende den der grösstmöglichen Konstanz. In Fig. 7 und 8 sind beide Instrumente abgebildet und man sieht, dass in ersterem der bewegliche Magnet, in letzterem die feste Spule Ringform haben. Dieser Ring steht in beiden Fällen in Wechselwirkung mit zwei kleinen Spulen, deren eine anziehend, die andere abstossend in der Weise wirkt, dass sich die ausgeübten Kräfte addiren und dass, wenn bei Verdrehung des beweglichen gegen das feste System die eine Kraft abnimmt, gleichzeitig die andere steigt. Auf diese Weise lässt sich eine innerhalb weiter Grenzen proportionale Skala erzielen, so dass bei beiden Instrumenten die gesuchte Maassgrösse direkt durch den

Ausschlag des Zeigers angegeben wird, ohne dass man nöthig hätte, erst einen Torsionszeiger zu drehen.

Auf dem nämlichen Prinzip, wie diese beiden Instrumente, beruht auch ein kleiner technischer Spannungsmesser, Fig. 9, der bei Akkumulatorenbetrieb sehr bequem ist und zur Untersuchung der einzelnen Zellen dient.

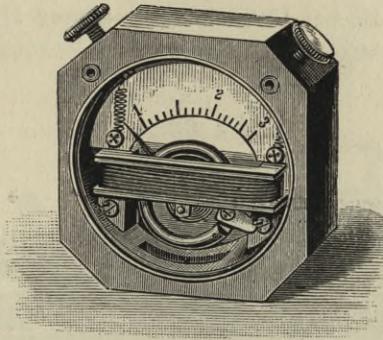


Fig. 9. Akkumulatorenprüfer, Taschen-Voltmeter.

Will man bei der Kontrolle noch weiter etwa direkt auf chemisches Strommaass zurückgreifen, so wäre noch ein Silber-Voltmeter, Fig. 10, und eine empfindliche Waage aufzustellen.

Widerstandsmessungen der verschiedensten Art kommen des Öfteren bei einem grösseren Betriebe vor. Dieselben werden, so lange sie sich innerhalb der Grenzen

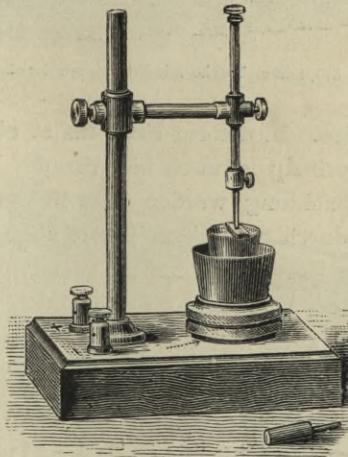


Fig. 10. Silber-Voltmeter

von einigen Hundertel Ohm bis etwa 1 Megohm bewegen, am bequemsten mit einer Stöpselmessbrücke, wie sie Fig. 11 zeigt, ausgeführt.

Diese Brücke enthält einen Verzweigungsreostat mit Paaren von 1, 10, 100 und 1000 Ω und einen Widerstandssatz von 0,1—4000 Ω , in Summa von 11111 Ω , dazu einen Doppelschlüssel, um bei Messung nicht induktionsfreier Widerstände die Batterie vor dem Galvanometer schliessen zu können.

Hinreichend genaue Resultate werden im Allgemeinen erhalten, wenn man zur Messung das sehr bequeme Fernrohr-Galvanometer, Fig. 12, benutzt. Dasselbe enthält einen aperiodisch gedämpften Siemens'schen Glockenmagnet mit darüber befindlichem drehbarem Spiegel am Kokon aufgehängt, der von zwei leicht auswechselbaren Multiplikatoren beeinflusst wird. Ein kleines Fernrohr, drehbar auf dem Galvanometerfuss angebracht, gestattet eine sehr bequeme Beobachtung.

Unter Umständen z. B. bei Untersuchung kurzer Drähte oder Kupferstangen hat man sehr kleine Widerstände zu messen und Zuleitungs- und Uebergangs-Wider-

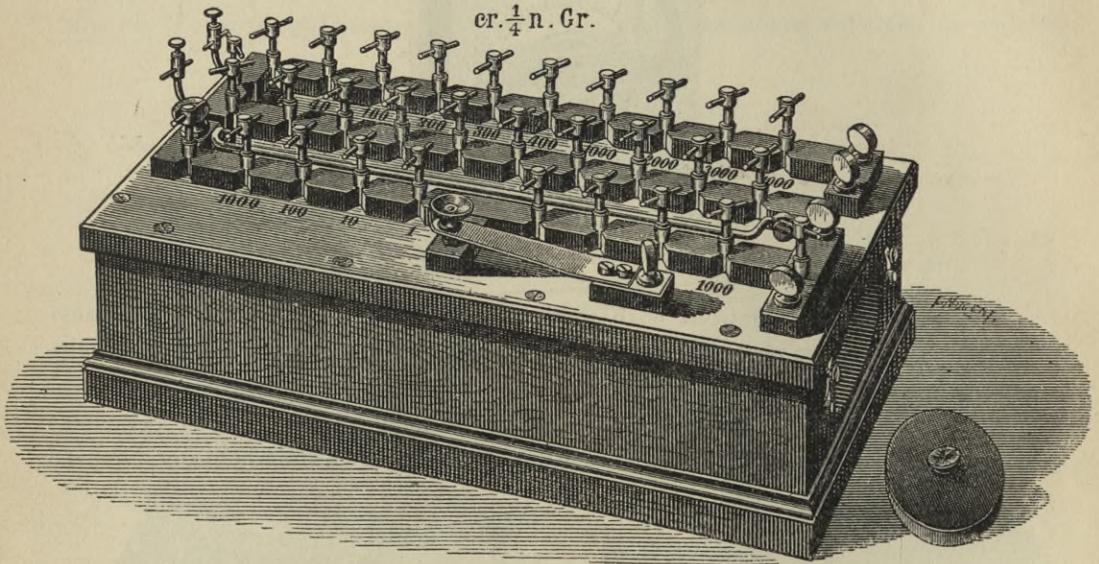


Fig. 11. Stöpselmessbrücke mit Präzisionswiderständen.

stände sorgfältig zu vermeiden. In diesem Falle findet ein Apparat Anwendung, wie ihn Fig. 13 zeigt. Das Messprinzip ist auch hier das der Wheatstone'schen Brücke, aber durch eine Doppelbeobachtung werden jene Fehlerquellen eliminirt, und man liest den Widerstand eines durch Schneiden scharf abgegrenzten Drahtstückes direkt am Messdraht *D* ab. Starke Universalklemmen gestatten Drähte und Stangen jeder Form bis zu 25 mm Durchmesser bequem einzuspannen.

Als Galvanometer wird auch hier das oben beschriebene ausreichen, besonders wenn man die gewöhnlich benutzten Rollen desselben durch solche von kleinem Widerstand ersetzt.

Sehr wichtig sind bei jeder elektrischen Anlage die Isolationsmessungen, da von der Güte der Isolation der Leitungen, Maschinen und Apparate die Oekonomie und Sicherheit des Betriebes in hohem Grade abhängt. Man wird im Allgemeinen einen genaueren stationären Apparat im Laboratorium aufstellen und daneben noch einen oder mehrere transportable zu Messungen auf der Strecke verwenden. Der erstgenannte zeigt folgende Einrichtung: Ein empfindliches Spiegelgalvanometer entweder Wiedemann'scher Anordnung, aperiodisch mit Glockenmagnet, Fig. 14, oder für genaueste Messung ein astatiches mit vertikalem Magnetpaar in Form eines aufgeschnittenen Cylinders, Fig. 15, liefert in der Grösse seines Ausschlags ein Maass

für den eingeschalteten Widerstand. Ein grosser variabler Normalwiderstand, etwa ein Megohm = $10 \times 100\,000 \Omega$ enthaltend, dient zur Bestimmung der Galvanometer-

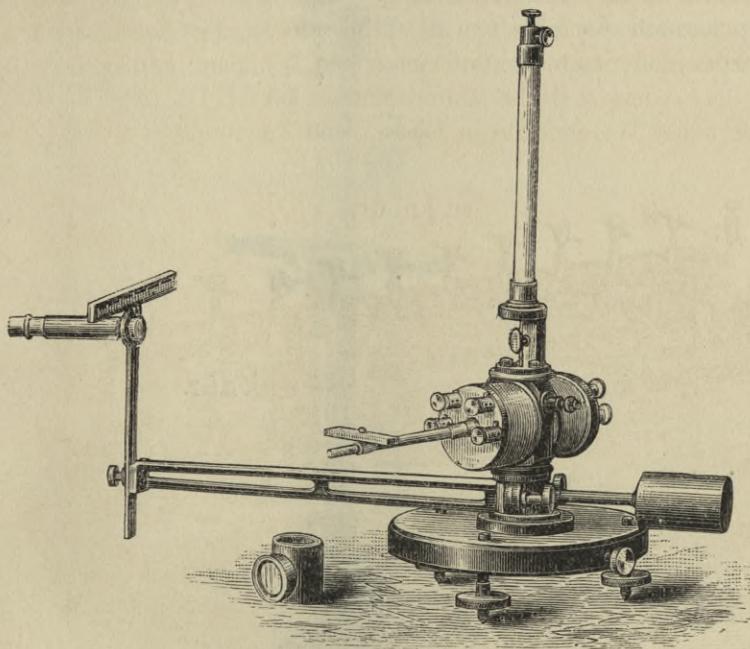


Fig. 12. Transportables aperiodisches Spiegelgalvanometer mit Fernrohrlesung.

konstante und ein Nebenschluss zur Erweiterung des Messbereichs. Natürlich muss auch der Isolationsmessapparat selbst gut isolirt sein, und man pflegt die einzelnen

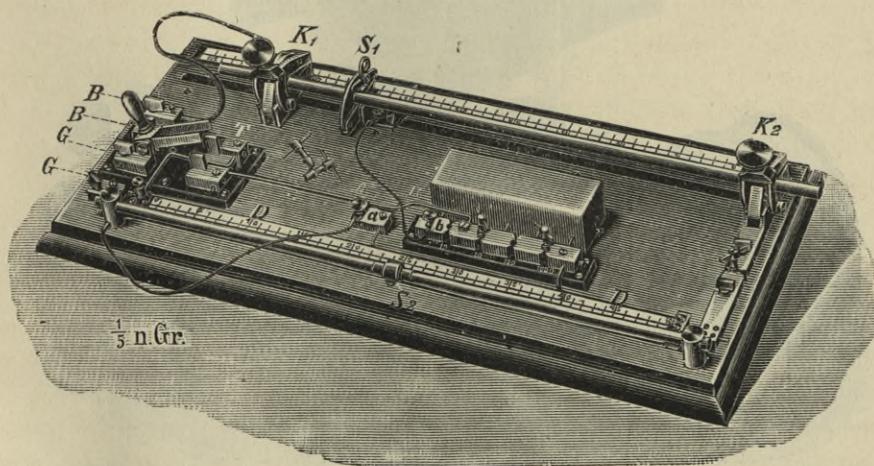


Fig. 13. Messbrücke für kleine Widerstände.

Theile desselben auf Hartgummi zu montiren, wie für das Galvanometer aus Fig. 15 zu ersehen.

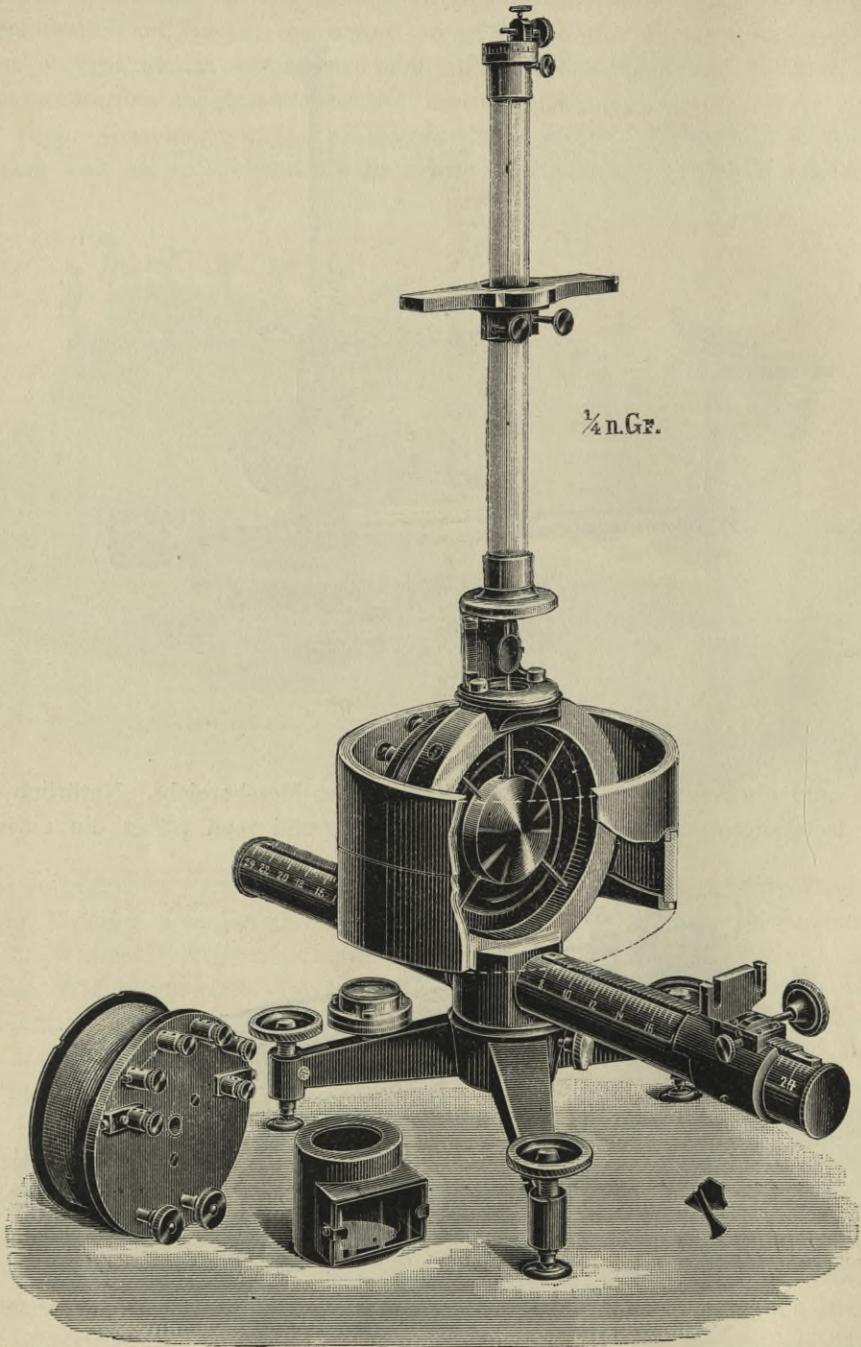


Fig. 14. Aperiodisches Spiegelgalvanometer.

Dem transportablen Messapparat, Fig. 16, liegt dasselbe Princip zu Grunde wie dem oben angeführten, nur ist das Spiegelgalvanometer durch ein empfindliches Nadelgalvanometer ersetzt, dem eine Kurve beigegeben wird, aus der das Verhältniss des eingeschalteten Widerstandes zum Ausschlag ersehen werden kann. Das Galvanometer nebst einem Vergleichswiderstand von $100\,000\ \Omega$ und einer Messbatterie sind in einem sechseckigen Transportkasten mit Klappfüßen bequem zugänglich montirt, so dass

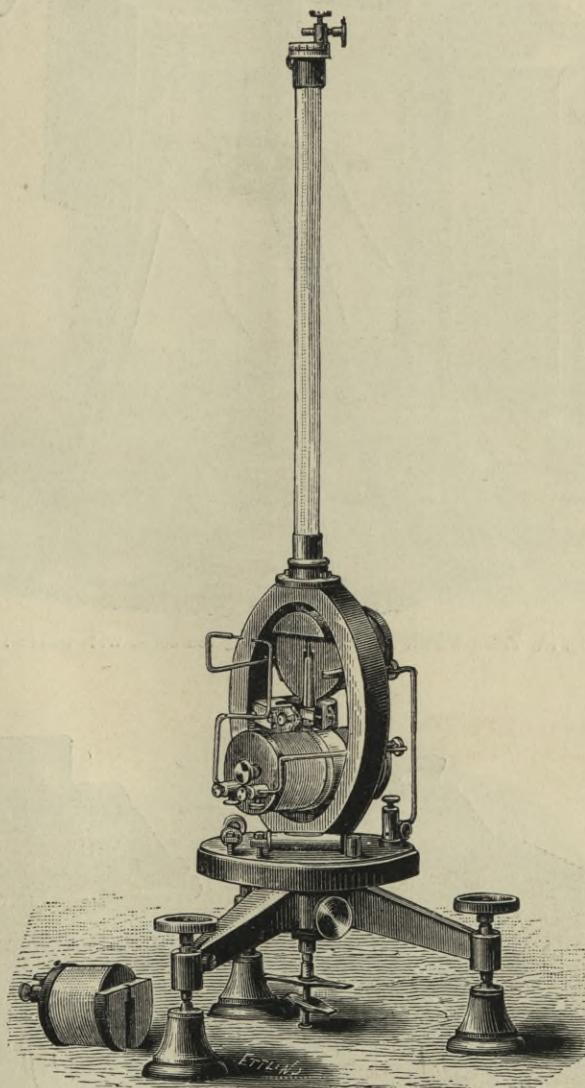


Fig. 15. Astatices Spiegelgalvanometer.

der komplette, gebrauchsfertige Apparat, welcher zur Messung von Widerständen bis 10 Megohm ausreicht, leicht überall hingetragen werden kann. Für nur angenäherte Isolationsmessungen, wo man sich mit einer oberen und unteren Grenzbestimmung, zwischen denen der gesuchte Widerstand liegt, begnügt, kann ein noch einfacherer Apparat, den Fig. 17 zeigt, Verwendung finden. Derselbe besteht aus einem Magnetinduktor, dessen Strom je nach dem vorhandenen Widerstand eine

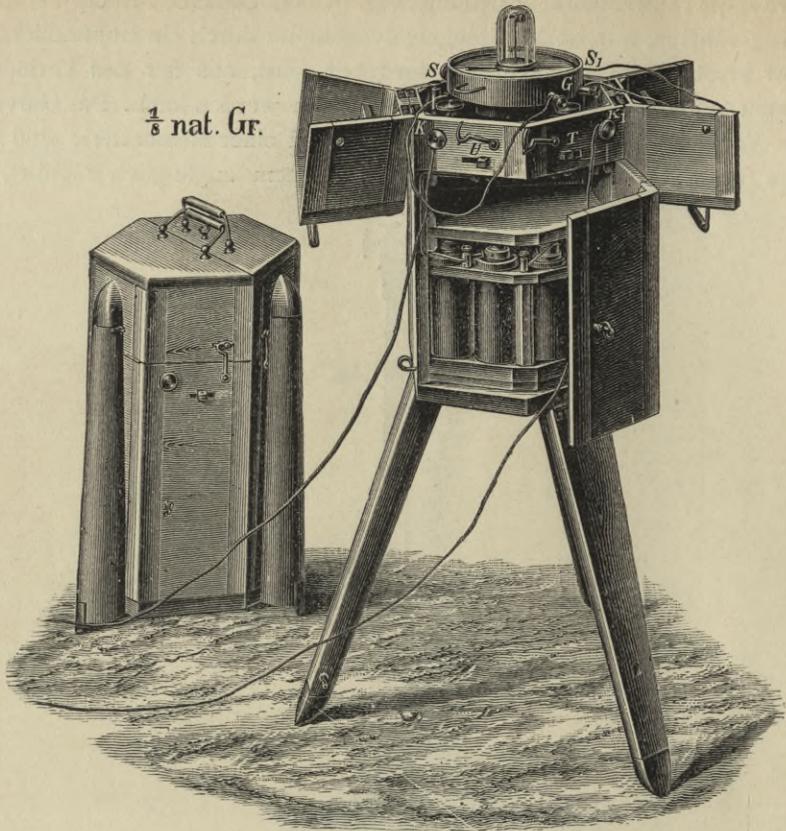


Fig. 16. Transportabler Apparat zur Messung von hohen Widerständen.

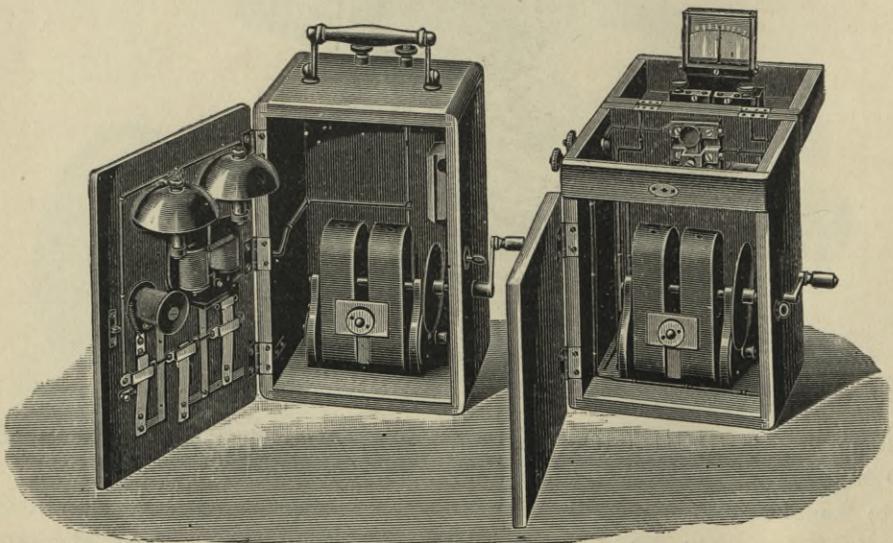


Fig. 17. Isolationsprüfer für Monteure.

Klingel ertönen lässt oder nicht, beziehungsweise einen Galvanoskopzeiger mehr oder weniger ablenkt.

Widerstände von Elektrolyten wird man, wenn auch seltener, doch unter Umständen ebenfalls in die Lage kommen zu messen, so etwa bei Akkumulatorenbetrieb

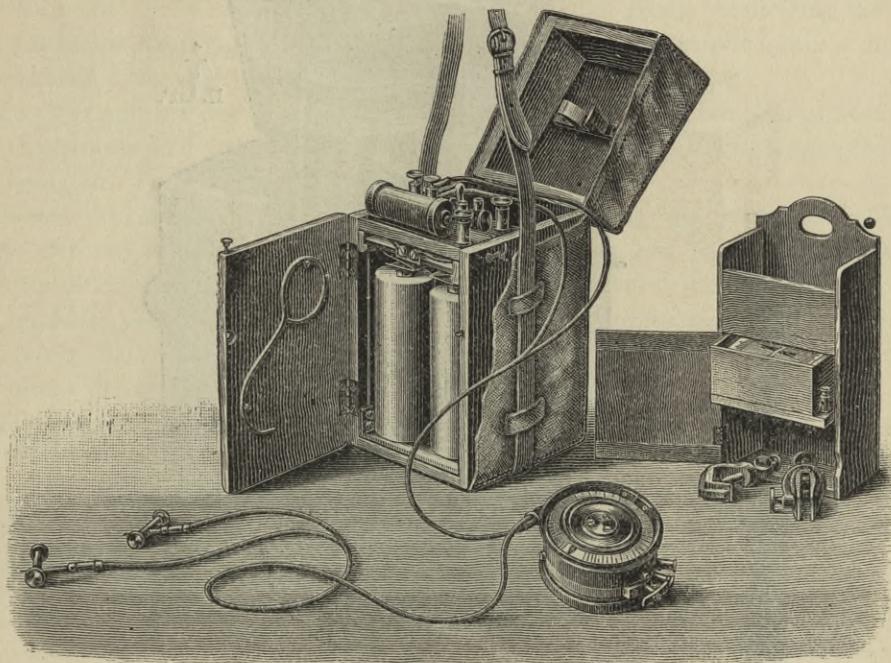


Fig. 18. Vollständiger Blitzableiter-Untersuchungs-Apparat.

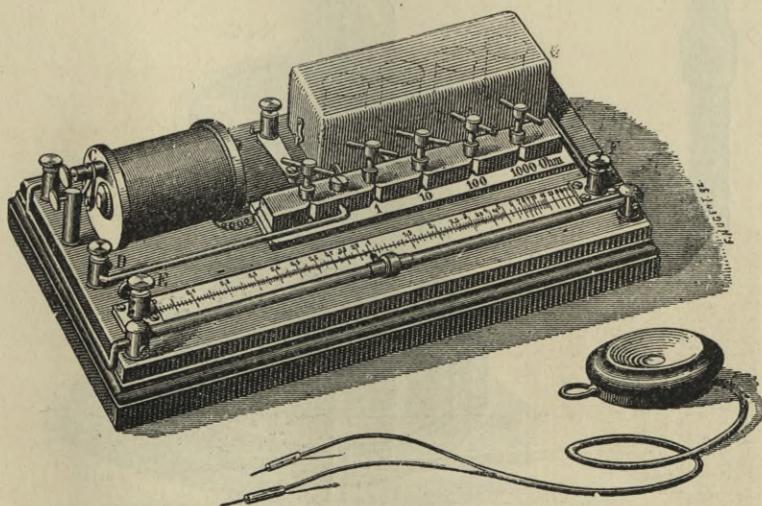


Fig. 19. Universal-Messbrücke.

gelegentlich der Untersuchung einzelner Zellen oder auch zur Prüfung der Blitzschutzvorrichtungen, die zur Sicherung der Centrale vorhanden sind und, wenn in schlechtem Zustand mehr Gefahr bringen als nützen. Derartige Messungen werden auch mit

einer Brücke ausgeführt, aber unter Ersetzung von Batterie und Galvanometer durch einen Induktionsapparat, der Wechselstrom liefert, und ein Telephone. Fig. 18 und 19 stellen

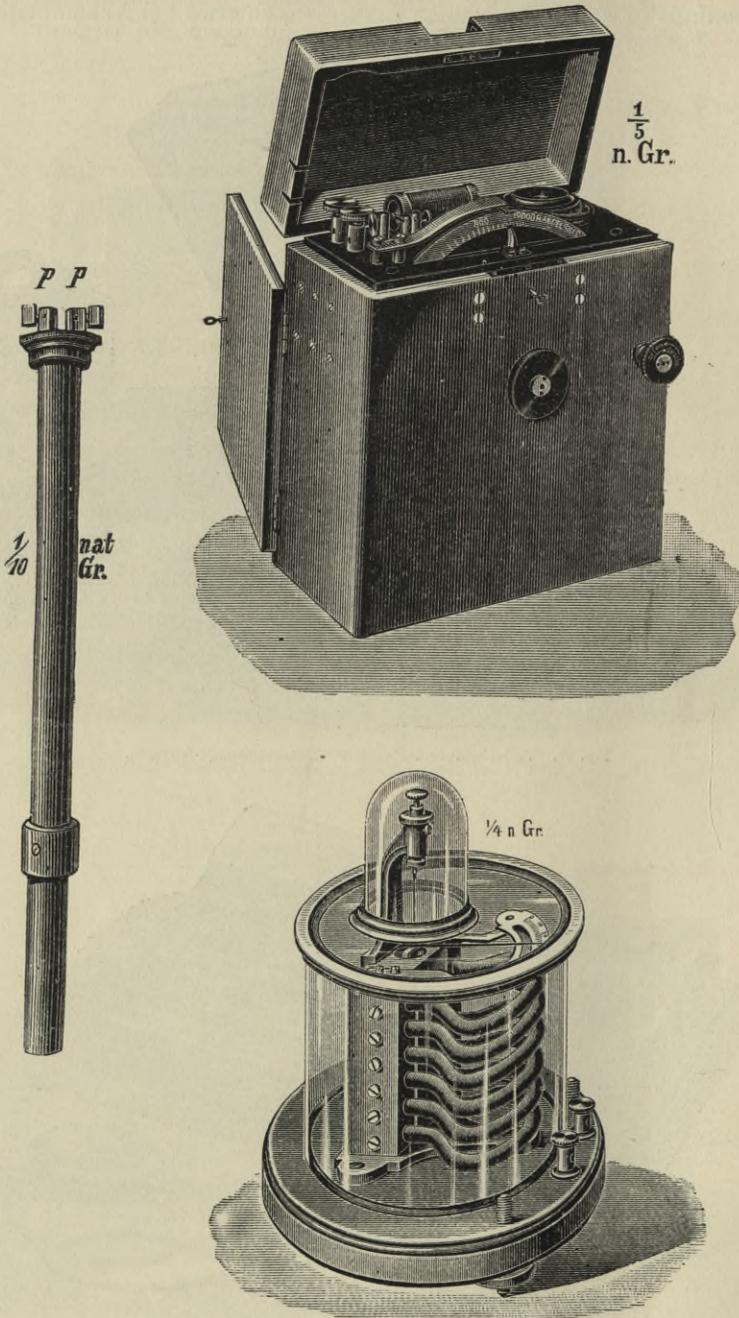


Fig. 20. Elektrisches Pyrometer.

zwei derartige Messbrücken dar, die eine speciell für Blitzableiterprüfung bestimmt und sehr kompensiös, die andere auch bequem transportabel und sehr vielseitig verwendbar für Widerstandsmessungen von Flüssigkeiten sowohl wie von festen Leitern.

Beide Brücken sind für direkte Ablesung des gesuchten Widerstandswerthes eingerichtet.

Nachdem in Vorstehendem eine Reihe der wichtigsten, speciell für die elektrische Abtheilung der Centrale in Anwendung kommenden Messapparate angeführt sind, bleibt noch kurz zu erwähnen, dass auch für die zweite Abtheilung der Centrale, welche die Kraftmaschinen, also hauptsächlich wohl die Dampfmaschinen umfasst, ein elektrisches Messinstrument von Bedeutung sein dürfte.

Das Pyrometer der Firma Hartmann & Braun kann zu Temperaturmessungen im Heizungsraum und Schornstein dienen und so interessante Aufschlüsse über die Ausnützung des Feuerungsmaterials liefern.

Dieser Apparat beruht auf Messung der Aenderung des elektrischen Widerstandes, den ein Platindraht mit der Temperatur erleidet und liefert dauernd zuverlässige Resultate. Wie Fig. 20 zeigt, ist der Platindraht durch ein Eisen- oder Platin-Rohr geschützt und der Messapparat, entweder mittels Induktionsapparat und Telephon oder mittels Batterie und Galvanometer betrieben, so eingerichtet, dass auf seiner Skala direkt die gesuchte Temperatur abgelesen werden kann.

Zu diesen {vorgenannten Instrumenten, welche nicht dem} unmittelbaren Gebrauch beim Betriebe dienen und im Laboratorium der Centrale aufgestellt sind, werden nun noch einige Hilfsapparate und Utensilien, wie Schlüssel, Fernrohre, Konsolen, Messbatterien etc. anzuschaffen sein. Der Gesamtaufwand für Alles dieses dürfte dann die Summe von etwa 6000 M. erreichen.

INTERNATIONALE
ELEKTRICITÄTSGESELLSCHAFT
IN WIEN.

INTERNATIONALE
ELEKTRICITÄTSGESSELLSCHAFT
IN WIEN.

I. Die Centralstation in Wien.

Die bisher bedeutendste elektrische Centralanlage im Gebiete der österreichisch-ungarischen Monarchie nach dem Systeme des Wechselstromes mittels Fernleitung wurde in Wien seitens der Internationalen Elektrizitäts-Gesellschaft errichtet.

Die Anlage, in ihrer baulichen und technischen Einrichtung eine Sehenswürdigkeit der Stadt, ist nach den Grundsätzen des modernsten wissenschaftlichen Fortschrittes errichtet.

Die kurze Dauer des Betriebes gestattet nicht, in finanzieller und statistischer Richtung bereits heute feststehende Daten über den Betrieb anzuführen; es mag daher genügen, diese Anlage in ihrem Baue, in ihren Einrichtungen und in ihrem Betriebe selbst kurz zu beschreiben.

Die für etwa 5 Millionen Watt (d. i. ungefähr 100 000 Glühlampen à 16 N. K.) projektierte Anlage, von welcher Fig. 1 eine Aussenansicht zeigt, befindet sich ausserhalb der Stadt in unmittelbarer Nähe der Donau. Sie besteht aus zwei räumlich getrennten Gebäudekomplexen, von denen der eine die Maschinenhalle und das Kesselhaus, der andere nebst den Bureau's eine Dampfpumpen- und Filteranlage, sowie Mechaniker- und Schlosser-Werkstätten umfasst. Beide Gebäudekomplexe sind durch einen geräumigen Rohrkanal mit einander verbunden. Das Wasser eines im Hofe befindlichen ergiebigen Brunnens wird mittels der erwähnten Dampfpumpen in eine grosse Cisterne geschafft, von wo es durch weite Röhren in das Maschinenhaus (behufs Kondensation des Auspuffdampfes) geleitet wird. Das Kondensationswasser, welches eine Temperatur von 35—38° C. hat, fliesst zum Theil ab, zum anderen Theile (nach Erforderniss) wird es in die Filteranlage gepumpt. Das chemisch gereinigte und filtrirte Wasser wird sodann der Kesselspeisung zugeführt. Einen detaillirten Grundriss der Maschinenhalle und das Kesselhaus zeigt Fig. 2.

Im Kesselhause sind gegenwärtig 6 Steinmüller'sche Röhrendampfkessel mit je 242 qm Heizfläche für Dampfspannungen bis zu 10 Atm. aufgestellt. Für zwei weitere Kessel sind Fundamente bereits vorhanden. Verschiedene Aussenansichten und Querschnitte dieser Kessel sind in der Fig. 2 und 3 enthalten.

Die Kessel sind einzeln parallel geschaltet. Sowohl das Kesselhaus als die Maschinenhalle sind gegenwärtig auf mehr als ein Viertel ihrer geplanten Grösse ausgebaut, daher nach der einen Seite der Abschluss durch eine provisorische Holzwand hergestellt ist, um jederzeit ohne Störung des Betriebes eine Erweiterung der Anlage vornehmen zu können.

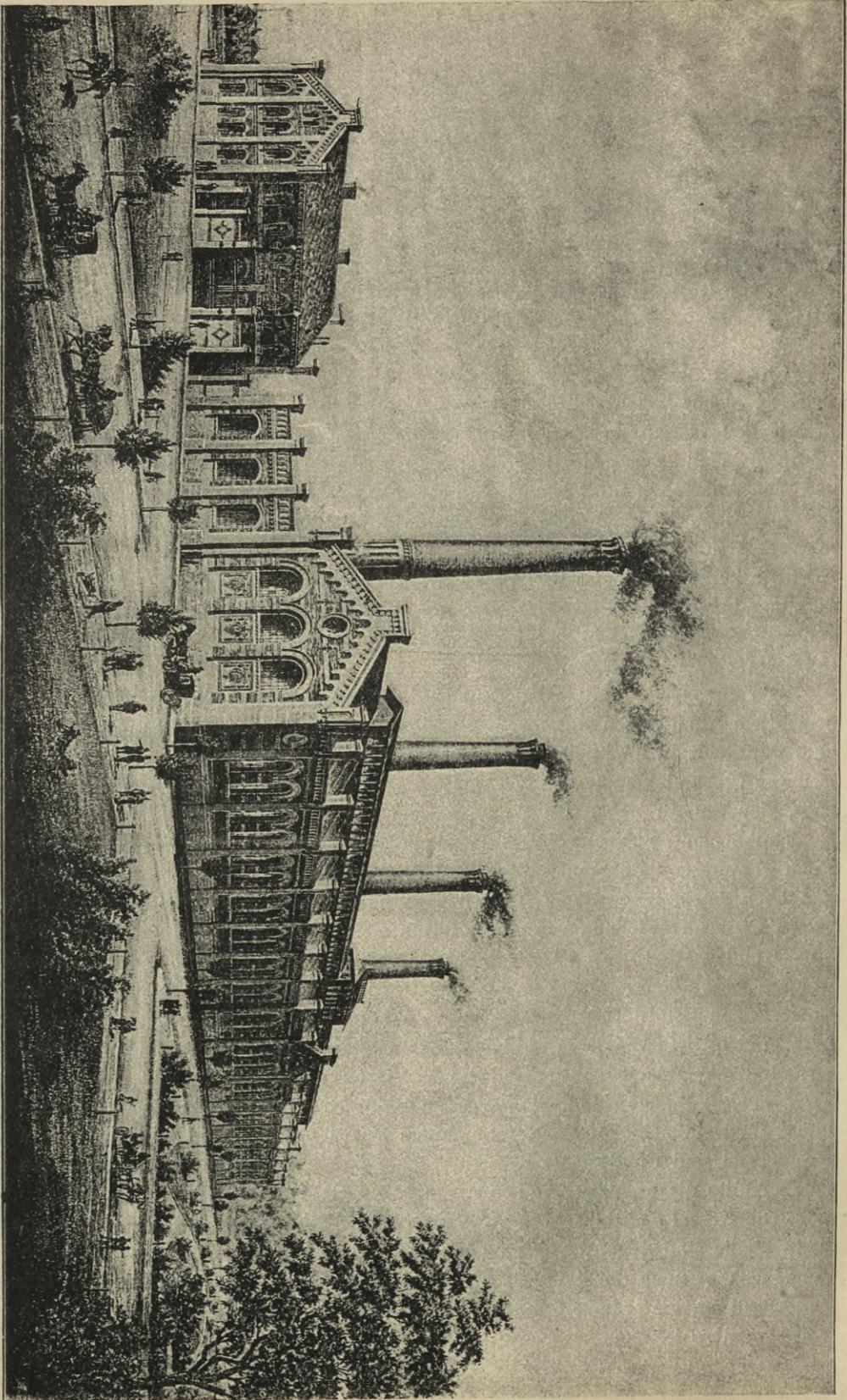
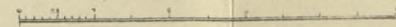
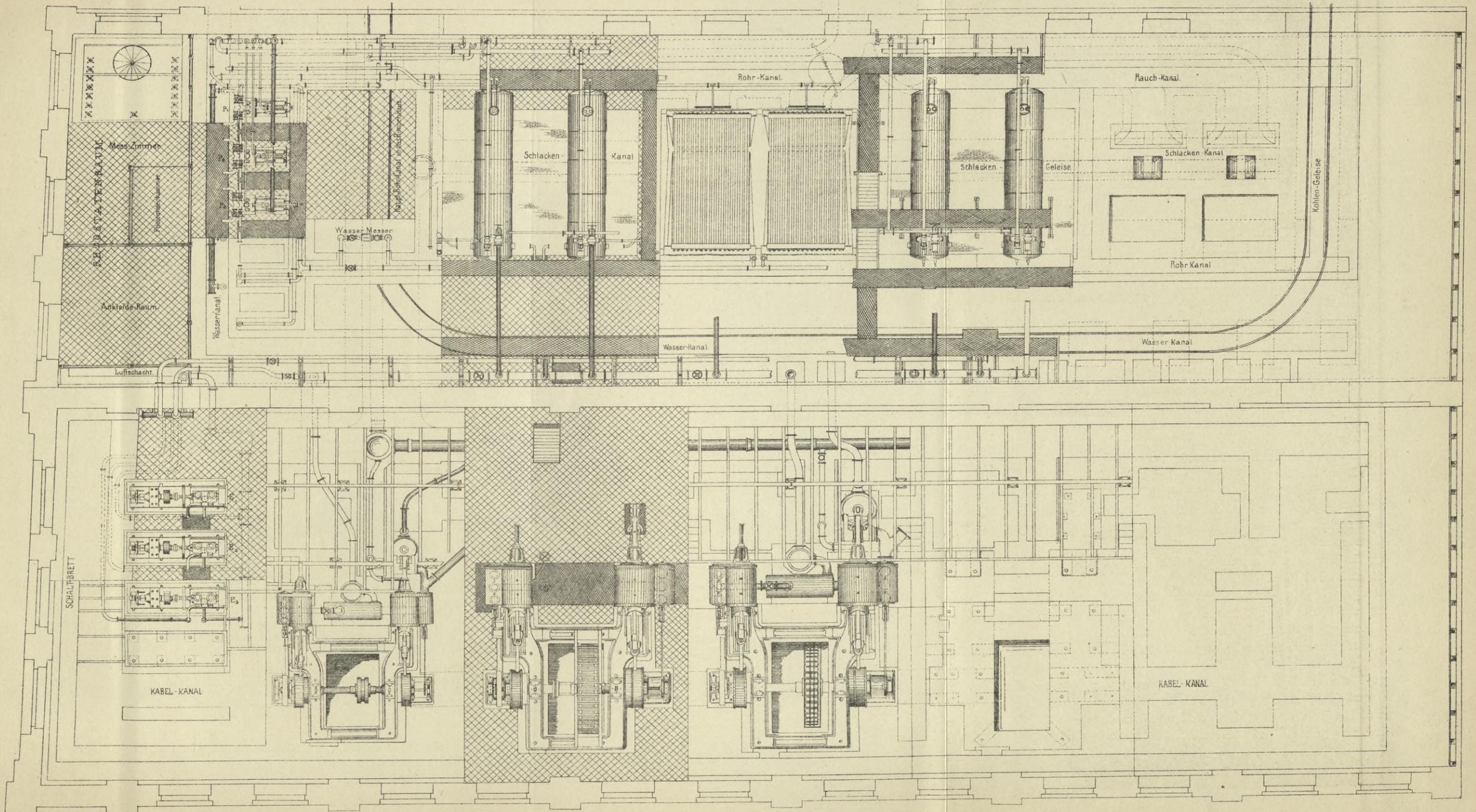


Fig. 1. Ansicht der Centralstation.

CENTRAL-STATION WIEN.
KESSEL- UND MASCHINEN-ANLAGE.
GRUNDRISS.

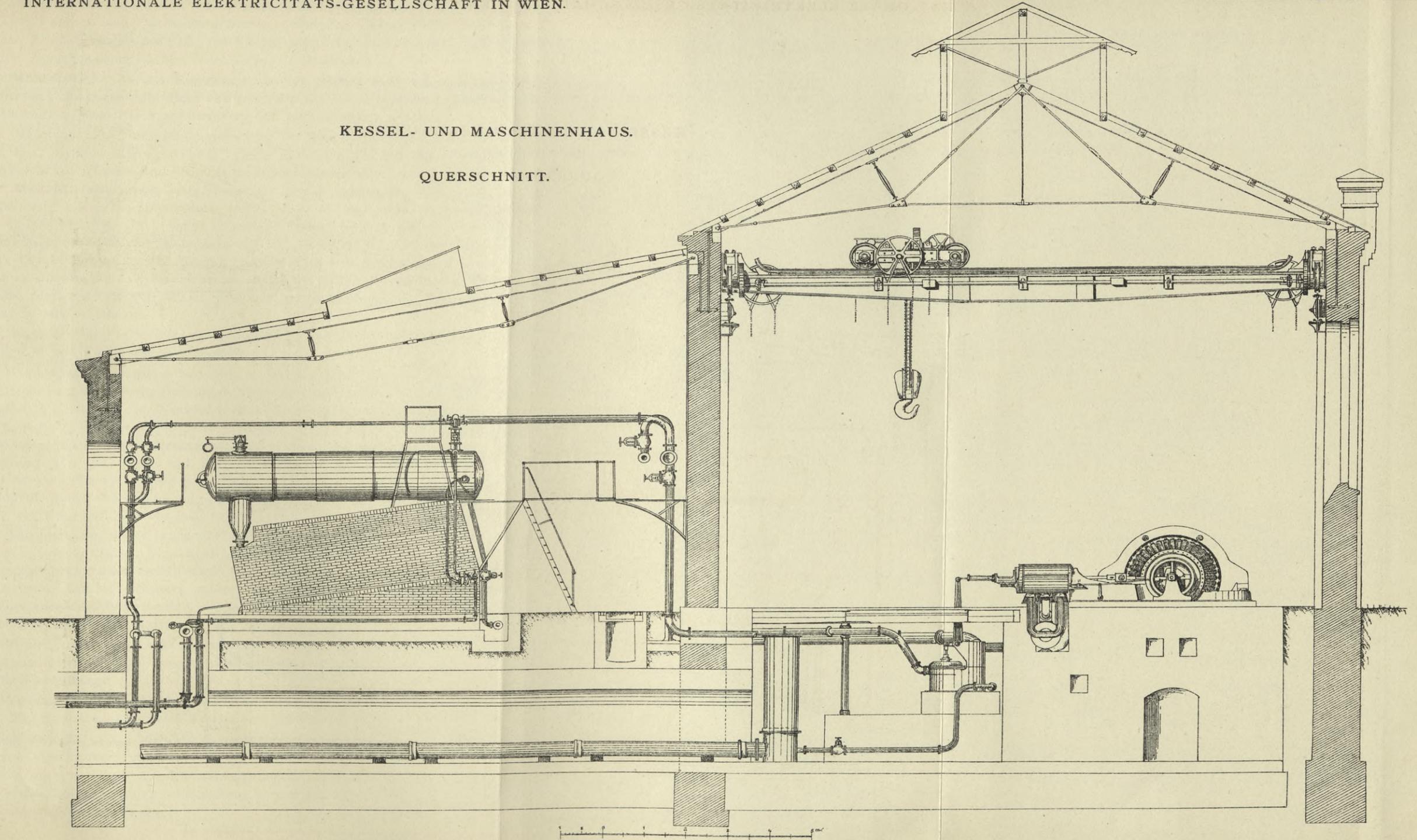


INTERNATIONALE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT IN WIEN.

CENTRAL-STATION WIEN.

KESSEL- UND MASCHINENHAUS.

QUERSCHNITT.



Im Kesselhause befinden sich 3 Worthington-Pumpen P_1, P_2, P_3 (Fig. 2); für weitere zwei Pumpen sind Fundamente bereits vorhanden. Eine dieser Pumpen befördert das Kondensationswasser in die Filteranlage, die zweite führt das filtrirte Wasser der Kesselspeisung zu, die dritte dient als Reserve.

Die Kohlenzufuhr in das Kesselhaus erfolgt mittels auf Schienen geführter Karren, für die Schlackenabfuhr dient ein unterhalb der Kesselbatterie gebauter Kanal, von wo sie mittels eines Elevators direkt in den Hof befördert wird.

Das Maschinenhaus umfasst gegenwärtig 4 Wechselstrommaschinen von Ganz & Co., System Zipernovsky. Jede derselben ist mit ihrer zugehörigen Dampfmaschine (Compound-Kondensationsdampfmaschine von der „Ersten Brünner Maschinenfabriks-Gesellschaft“) direkt gekuppelt. Die mechanische Gesamtleistung aller Dampfmaschinen beträgt 2100 PS und zwar eine mit 300 und drei mit je 600 PS. Die 300 pferdige Maschine (Type A_7) hat bei 175 Touren pro Minute eine elektrische Leistungsfähigkeit von 100 A bei 2000 V. Jede der 600 pferdigen Maschinen (Type A_8) macht 125 Touren pro Minute und liefert 200 A bei 2000 V. Die gesammte elektrische Leistung der gegenwärtig im Betriebe befindlichen Maschinen beträgt also rund $1\frac{1}{2}$ Millionen Watt. Für eine weitere 600 pferdige Maschine ist das Fundament bereits vorhanden.

Die Maschinen sind in verschiedenen Ansichten und in den verschiedenen Stadien der Montage in den Fig. 2 und 3 dargestellt.

Die Wechselstrommaschinen bestehen im Wesentlichen aus einem Magnetrade, welches gleichzeitig als Schwungrad dient, durch dessen Rotation in dem umgebenden feststehenden Spulenkranz der Wechselstrom inducirt wird. Die Magnete, von denen bei der Type A_7 30, bei der Type A_8 40 vorhanden sind, stehen radial und werden durch besondere kleine Gleichstrommaschinen erregt. Die Zuführung des Erregerstromes erfolgt von der Welle aus mittels zweier isolirter Schleifringe. Jede der Maschinen hat ca. 5000 Polwechsel pro Minute. Die besonderen Vorzüge dieser Maschinen sind ihr hoher Wirkungsgrad, ihre einfache und solide Konstruktion, sowie schliesslich der Umstand, dass die dem Betriebspersonale zugänglichen feststehenden Theile der Maschine, sowie alle rotirenden entweder unelektrisch sind oder Gleichstrom von niederer Spannung führen. Es ist auch bemerkenswerth, dass die Maschinen bei voller Belastung selbst nach einem vielständigen Betriebe keine nennenswerthe Temperaturerhöhung zeigen. Der auf Schienen ruhende Spulenkranz kann durch eine einfache Drehvorrichtung verschoben werden, wodurch das Magnetrade frei und einer gründlichen Reinigung zugänglich gemacht wird.

Sowohl die Zuführung des Erregerstromes als auch die Ableitung des erzeugten Wechselstromes erfolgt mittels konzentrischer Kabel unterirdisch in dem in Fig. 2 ersichtlichen Kabel-Kanal.

Zur Magnetisirung der Wechselstrommaschinen dienen 3 Erregermaschinen (E_1, E_2, E_3 Fig. 2), für weitere zwei Maschinen sind Fundamente vorgesehen.

Es sind dies vierpolige Nebenschlussmaschinen von Ganz & Co., Type $V.P_3$, welche einzeln eine Leistung von 150 A bei 180 V haben (375 Touren pro Minute) und mit ihren zugehörigen Westinghouse-Dampfmaschinen direkt gekuppelt sind. Die Erregeranlage ist in ihrer gegenwärtigen Ausdehnung bereits für eine künftige Vergrößerung des Elektricitätswerkes vorgesehen.

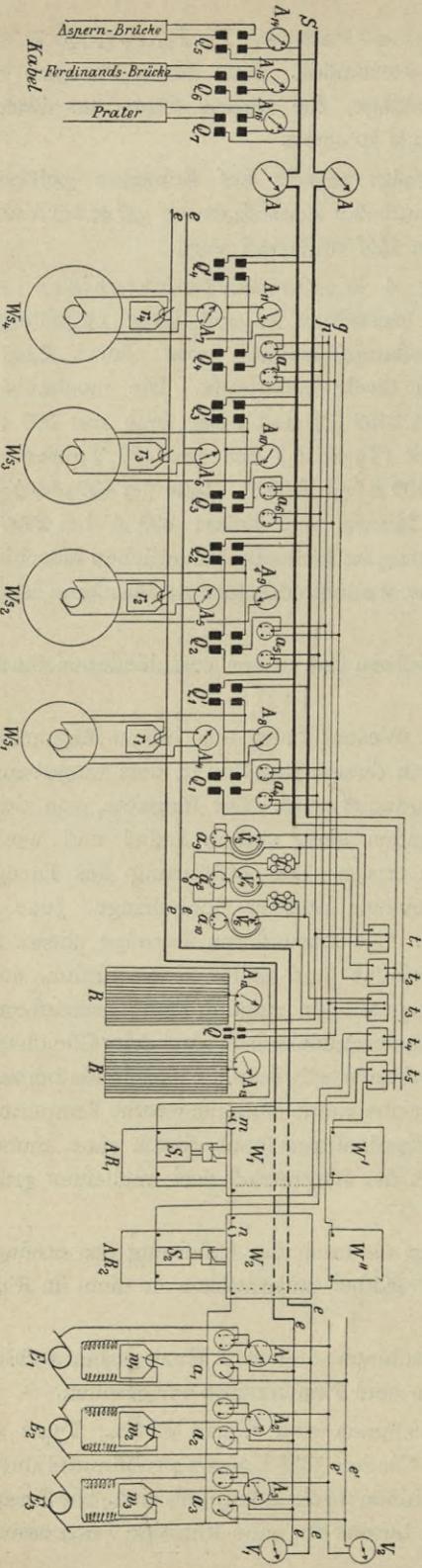


Fig. 4. Schaltbrett.

An der Stirnwand der Maschinenhalle auf einem erhöhten Podium befindet sich das in Fig. 4 schematisch dargestellte Schaltbrett.

Ausgehend von den drei Erregermaschinen E_1, E_2, E_3 ist zu beachten, dass jede dieser Maschinen ihren eigenen Nebenschlussrheostat (resp. w_1, w_2, w_3) besitzt. Mittels der zweitheiligen Kurbelumschalter a_1, a_2, a_3 ist es möglich, jede der Maschinen entweder auf die Sammelschienen $e e$ der Erreger oder auf die gemeinschaftliche Voltmeterleitung $e' e'$ zu schalten. Ersteres ist bei linksseitiger Kurbelstellung der Fall und gilt für die bereits im Betriebe befindlichen Maschinen (deren gemeinsame Betriebsspannung das Voltmeter V_1 anzeigt), letzteres bei rechtsseitiger Kurbelstellung für den Fall der Zu- oder Um-Schaltung der Maschinen, um sie (mit Benutzung des Voltmeters V_2) vorher auf gleiche Spannung zu bringen. Die Stromabgabe jeder der Erreger kann an den Ampèremetern A_1, A_2, A_3 abgelesen werden. In die gemeinsame Rückleitung der Nebenschlüsse der Erregermaschinen sind die Automatrheostaten AR_1 und AR_2 (System Bláthy) geschaltet, welche zur automatischen Spannungsregulierung dienen.

Was die Schaltung der Wechselstrommaschinen $W_{S1}, W_{S2}, W_{S3}, W_{S4}$ anbelangt, so ist zu bemerken, dass die Magneträder den Erregerstrom aus den Erreger-Sammelschienen $e e$ empfangen. Dieser Erregerstrom kann nach Bedarf für jede einzelne Maschine mit Hilfe der vorgeschalteten Kurbelrheostaten r_1, r_2, r_3, r_4 regulirt und bei jeder Maschine an dem zugehörigen Ampèremeter (A_4, A_5, A_6, A_7) abgelesen werden. Der erzeugte Wechselstrom geht von jeder Maschine zunächst zu einem Ampèremeter (A_8, A_9, A_{10}, A_{11}) und von da entweder zu einem linksseitigen oder rechtsseitigen Quecksilberausschalter ($Q_1', Q_2', Q_3', Q_4', Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$). Mittels ersterer kann jede der Wechselstrommaschinen an die Haupt-

sammelschienen S , von denen die Strassenkabel abzweigen, angeschlossen werden, mittels letzterer jedoch auf die Belastungsrheostaten RB' geschaltet werden. Diese (in einem Souterrainlokale der Centrale befindlichen) Belastungsrheostaten bestehen aus Eisendraht, welcher auf isolirt aufgestellte Rahmen aufgewickelt ist. Es sind Rheostaten in so grosser Zahl vorhanden, dass dieselben die volle elektrische Energie von 600 PS absorbiren können. Sie sind in 48 Gruppen getheilt, welche durch eine Klaviatur einzeln zu- oder abgeschaltet werden können.

Die parallel zu schaltenden Wechselstrommaschinen werden, wie bekannt, auf gleiche Spannung und gleiche Phase gebracht.

Die Phasengleichheit wird erzielt durch Belastung der neu hinzuzuschaltenden Maschinen mittels Ersatzrheostaten, und wird der Zustand der Phasengleichheit an dem aus einer Glühlampengruppe bestehenden Phasenindicator II konstatirt.

An die Hauptsammelschienen sind die Strassenkabel angeschlossen.

Von der Centrale führen gegenwärtig 3 Hauptkabel (konzentrische Kabel nach dem System von Berthoud Borel, aus der Fabrik von Jacottet & Co. in Simmering bei Wien) in die Stadt, welche zur Speisung von 30 000 Glühlampen à 16 N. K. hinreichen. Wie aus dem in Fig. 5 enthaltenen Kabelplan ersichtlich ist, führt eines der Kabel mit 2×100 qmm Querschnitt direkt in den Prater, die beiden anderen mit je 2×220 qmm Querschnitt über die Aspernbrücke, resp. Ferdinandsbrücke zur Ringstrasse. Ueber letztere führt eine doppelte Ringleitung. Von dem inneren Ringkabel zweigt das Kabelnetz der inneren Stadt ab, von dem äusseren jenes der umliegenden Bezirke. Die Kabel, welche vor ihrer Verlegung auf die dreifache Betriebsspannung (6000 V) erprobt wurden, haben eine vorzügliche Isolation (in der Regel mehr als 1500 Megohm pro Kilometer bei 15° C.) und sind durchwegs unterirdisch verlegt. Die Gesamtlänge der bisher verlegten Kabel beträgt mehr als 50 km. An verschiedenen Stellen des Kabelnetzes sind Vertheilungskästen eingesetzt, durch welche es möglich ist, sowohl die einzelnen Kabelstrecken mit den Hauptkabeln beliebig zu verbinden, sowie auch einzelne Strecken derselben behufs Ausführung von Arbeiten gänzlich abzuschalten.

Von den Strassenkabeln führen die Abzweigungen in die Häuser, gewöhnlich in den Kellerraum, zu den Transformatoren, welche sich in verschlossenen, innen mit Eisenblech ausgekleideten Kästen befinden.

Die Transformatoren, System Zipernovsky — Déri — Bláthy, haben bei normaler Belastung einen Wirkungsgrad von 95—97%, ihr Transformationsverhältniss ist 1 : 18. Sie können als Bestandtheile der Vertheilungsleitung betrachtet werden, da sie vollständig selbstthätig wirken, also gar keine Bedienung erfordern. Um sie vor Ueberbelastung zu schützen, findet die Zuführung des Primärstromes, sowie die Ableitung des Sekundärstromes durch entsprechend dimensionirte Bleisicherungen statt.

Von dem Transformator kann ein Zwei- oder Drei-Leitersystem (oder auch eine 50 voltige Leitung für einzelne Bogenlampen) zunächst zu einem Elektrizitätszähler und von diesen zu der betreffenden Installation geführt werden.

Die Elektrizitätszähler, System Bláthy, zeichnen sich durch grosse Genauigkeit und überraschende Einfachheit aus. Sie enthalten kein Uhrwerk, sondern wirken selbständig, einzig und allein durch den elektrischen Strom. Sie werden gegenwärtig in 2 Typen (für 100 und 200 A, d. i. also bis zu ca. 200 resp. 400 Glühlampen à 16 N.K.) verwendet.

In der Centralstation befindet sich auch ein Messzimmer, welches mit allen für

den elektrischen Betrieb erforderlichen Messeinrichtungen versehen ist. Es sind dies Einrichtungen für Isolationsmessungen an Transformatoren und Leitungsmaterialien, ferner Vorkehrungen, um den Isolationszustand des gesammten Kabelnetzes mit den daran angeschlossenen Maschinen und Transformatoren jederzeit während des Betriebes ermitteln zu können, endlich Einrichtungen für die Aichung der Elektrizitätszähler, eine Photometerkammer für Lichtmessungen u. dgl.

Die Centralstation ist seit 15. November 1890 in ununterbrochenem Betriebe.

Wenn man alle gegenwärtig angeschlossenen Glüh- und Bogen-Lampen (von welch' letzteren in der Regel 3 in Serie auf 100 *V* geschaltet werden) nach ihrem Verbräuche an elektrischer Energie auf 16 kerzige Glühlampen reducirt, so beträgt die gegenwärtige Belastung der Centrale 20 000 Glühlampen à 16 N. K.

Von den Konsumenten sind zu nennen: Die k. u. k. Hofburg, Theater- und Konzertlokalitäten (Karltheater, Musikverein etc.), Bahnhöfe (Nordbahn, Franz Josefs-Bahn), öffentliche Institute und Banken, Clubs, zahlreiche Geschäftsetablissemments, Gast- und Kaffeehäuser, sowie endlich viele Palais und Privatwohnungen.

II. Die elektrische Centralstation in Fiume.

Die Internationale Elektricitäts-Gesellschaft hat auch in Fiume eine elektrische Centralstation für Beleuchtung und Kraftübertragung nach dem Systeme des Wechselstroms mittels Fernleitung im Betriebe. Diese Anlage versieht eine Reihe ärarischer Objekte mit elektrischem Lichte und betreibt die Elevatoren der ungarischen Escompte- und Wechsler-Bank im Gebiete des Hafens.

Die Anlage ist für eine Leistungsfähigkeit von 375 *PS* projektirt und umfasst gegenwärtig drei schnellgehende Hochdruck-Dampfmaschinen, welche mit drei Wechselstrommaschinen von je 80 000 Watt sammt deren zugehörigen Erregermaschinen direkt gekuppelt sind.

Von dieser Anlage werden mit elektrischem Licht versorgt: Der Bahnhof sammt dem neuen Aufnahmegebäude, der Hafen, die Seeleuchte, die sämtlichen Magazine nebst den Verladegallerien und die im Hafen liegenden Schiffe, letztere mittels transportabler Lampen.

Besonderes Interesse bietet die Kraftübertragung für die genannten Elevatoren. Gegenwärtig sind zu diesem Behufe sieben 10 pferdige und drei 20 pferdige Wechselstrommotoren in Verwendung. Die 10 pferdigen Motoren sind an die Sekundärleitung angeschlossen. Die 20 pferdigen Motoren stehen mit dem Primärnetze, welches eine Spannung von 2000 *V* aufweist, in Verbindung. Von der erwähnten Sekundärleitung zweigt gleichzeitig die Leitung für die Beleuchtung des Elevatorgebäudes ab. Die Bedienung der Motorenanlage ist eine sehr einfache, der Betrieb selbst ein vollkommen sicherer.

Der Betrieb einer Arbeitsstätte hat naturgemäss eine immerwährend wechselnde Belastung zur Folge; in der bezeichneten Anlage wurde die Vertheilung derart durchgeführt, dass eine Veränderung der Belastung in einer oder mehreren Maschinen auf die anderen Motoren gar keinen Einfluss ausübt.

Auch dieses Werk ist so angelegt, dass eine Erweiterung desselben sowohl für Beleuchtung, als auch für Kraftübertragung jederzeit ohne Weiteres vorgenommen werden kann.

WIENER KABELNETZ DER
INTERNATIONALEN ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT.



KREMENEZKY, MAYER & C^o. IN WIEN.

I. Hafen- und Lagerhaus-Beleuchtung in Triest.

Mit der Aufhebung des Triester Freihafens musste man daran denken, den grossen Anforderungen, welche die vollkommen veränderten Verkehrsverhältnisse hervorgerufen, gerecht zu werden, und diese grossen Ansprüche, welche ziemlich unvermittelt hervorgetreten sind, mussten eine gründliche Reorganisation der Hafenanlagen und Lagerhäuser im Gefolge haben. Die österreichische Regierung hat mit der Durchführung dieser Arbeiten die Verwaltung der Lagerhäuser der Gemeinde und der Handels- und Gewerbe-Kammer in Triest betraut, und diese hat mit den grossen Industriellen der Monarchie die Arbeiten für die hydraulischen Anlagen, die Errichtung der Hangars und Magazine, sowie der elektrischen Beleuchtung abgeschlossen.

Uns interessirt letztere allein, und wir geben im Folgenden eine kurze Beschreibung:

Die grosse Ausdehnung des Hafens und der im Hafengebiete errichteten Lagerhäuser bedingt eine möglichst ökonomische Ausnützung der Leitungsquerschnitte. Die Anlagekosten waren von vornherein beschränkt, und eine Ueberschreitung der Einrichtungskosten ausgeschlossen; trotzdem aber wurden die strengsten Garantien sowohl für die Sicherheit, als auch für die Oekonomie des Betriebes seitens der unternehmenden Firma Kremenezky, Mayer & Co. geboten.

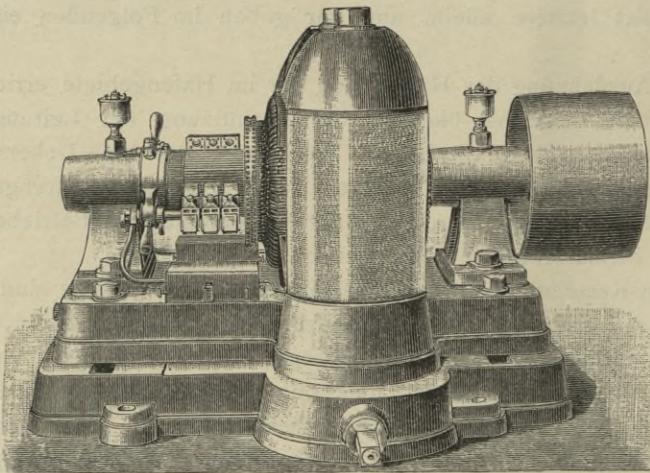
Neben dem Kesselhause für die grosse hydraulische Anlage sind 3 Cornwall-Kessel von je 90 qm Heizfläche, 7 Atm. Ueberdruck der Firma Breitfeld, Daněk & Co., Prag, aufgestellt. Diese Kessel aus Ia. Teplitzer Flusseisenblechen, von einer Länge von 10 m, einem Durchmesser von 2,1 m, mit zwei Flammrohren à 800 mm Durchmesser und einem Dom von 1000 mm Durchmesser, 900 mm Höhe sind vollkommen gleicher Ausführung, wie die für die hydraulische Einrichtung aufgestellten, und können eventuell auch zur Dampferzeugung für diese Anlage verwendet werden. Als Antriebsmaschinen werden 3 vertikale Compound-Dampfmaschinen verwendet; dieselben sind von E. Skoda in Pilsen gebaut, haben 400 mm Bohrung des Hochdruck-, 600 mm Bohrung des Niederdruckcyinders, 500 mm Hub und arbeiten bei 7 Atm. Admissionsspannung, 6% Totalfüllung und 150 Touren per Minute mit je 150 PS. Die Cylinder haben heizbare Dampfmäntel und heizbare Deckel; der Hochdruckcylinder hat eine von einem Regulator beeinflusste zwangsläufige Präcisionssteuerung, bestehend aus 2 Rundschiebern, der Niederdruckcylinder wird durch gleiche Steuerungsorgane fix gesteuert.

Die Kondensationsanlage besteht aus 2 Oberflächen-Kondensatoren mit Verdunstungskühlung, Patent Theisen, von je 40 qm Kondensations-Oberfläche.

Bei Disposition der Maschinenanlage musste man suchen, eine von der provisorischen Hafensbeleuchtung herrührende 50 pferdige Compoundmaschine wieder zu verwenden, von einer separaten Maschine zum Antriebe der Kondensation aus Ersparungsrücksichten abzusehen, ausserdem in dem verhältnissmässig kleinen Maschinenhause, welches für die Station zur Verfügung stand, einen Raum zu gewinnen, der als Aufbewahrungsort für die Werkzeuge, Packungen etc. dienen kann. Allen diesen Bedingungen ist nach jeder Richtung hin entsprochen worden. Die alte Dampfmaschine kann zum Antriebe zweier kleiner Tagesbeleuchtungsdynamos oder durch Vermittlung eines Vorgeleges zum Antriebe der Theisen-Kondensation verwendet werden.

Jede der 3 Dampfmaschinen hat 2 als Riemenscheiben abgedrehte Schwunräder, welche direkt mittels Riemen die Gleichstrommaschinen antreiben, so dass stets 1 Dampf- und 2 Dynamo-Maschinen ein zusammengehöriges Maschinenaggregat bilden, welches entweder selbständig oder parallel mit jedem anderen Maschinenaggregat arbeiten kann.

Die Dynamomaschinen arbeiten mit einer Klemmenspannung von 300 V, leisten je 45 000 Watt, und es sind je 2 von einer Dampfmaschine angetriebene nach dem Dreileitersystem hintereinandergeschaltet. Da 2 Maschinengruppen eine Leistung von 180 000 Watt übernehmen können, ist die dritte Maschinengruppe bis auf Weiteres als reine Reserve zu betrachten.



Dynamomaschine.

Die verwendeten Dynamomaschinen (siehe Abbildung) sind nach dem Manchester-typus gebaut, haben trommelförmigen Anker, schmiedeeiserne Magnete und Welle, gusseiserne Polschuhe, arbeiten bei ca. 500 Touren per Minute und geben einen elektrischen Wirkungsgrad von ca. 96 %.

Die Hauptleitungen sind im Freien oberirdisch disponirt, und das Dreileitersystem ist streng durchgeführt. Zwischen je zwei Leitern sind 2 Glühlampen à 150 V hintereinandergeschaltet; ebenso bilden 6 Bogenlampen eine Serie, und sind so ge-

schaltet, dass von je 2 aufeinanderfolgenden Lampen jede von einem anderen Leitungs-paare abzweigt ist.

Die Bogenlampen sind auf 10 m hohen Masten mit gusseisernem Sockel montirt, und sind — obwohl sehr starke Schutzvorrichtungen gegen die Bora vorgesehen werden mussten — leicht zu bedienen; es sind Flachdeckbogenlampen mit zwangsläufiger Regulirung und konstantem Lichtpunkt.

Die Anlage, welche bei Herausgabe dieses Werkes noch nicht dem Betriebe übergeben wurde, umfasst ca. 100 Bogenlampen und ca. 3000 Glühlampen, welche in den Magazinen, im Verwaltungsgebäude sowie dem Bahnhofe Barcola vertheilt sind.

Betriebsdaten stehen natürlich noch nicht zur Verfügung, doch wurden die Betriebskosten seitens der Unternehmer garantirt.

II. Centrale Gablonz a. d. N.

Das von der in obiger Stadt, einer der industriereichsten Böhmens, bestehenden Gasgesellschaft gespendete spärliche Licht einerseits, andererseits die Unzulänglichkeit der Gasanlage selbst, haben einige Industrielle dazu veranlasst, ein Konsortium zur Errichtung einer elektrischen Centralanstalt zu gründen. Vorerst hat die Gasgesellschaft selbst die Absicht gezeigt, die Centralstation auszuführen, doch scheint sie die Entwerthung ihrer Gasanlage zu sehr gefürchtet zu haben, und hat die Ausführung möglichst lange hinauszuschieben gewusst, indem sie alle möglichen Mittel angewendet hat, um der projektirten Anlage Schwierigkeiten entgegenzustellen, deren Ueberwindung nur durch die Ausdauer der beteiligten Lichtreflektanten und Unternehmer möglich war. In den ersten Tagen des Monats Juli ist das Konsortium definitiv zusammengetreten und hat der Firma Kremenezky, Mayer & Co. auf Grund der detaillirten Projekte den Auftrag ertheilt.

Die Centralstation wird im Etablissement der Firma Hoffmann in dem 2 km von der Stadt entfernten Orte Brandl errichtet. Dasselbst wurde die für die Fabrikanlage bestehende Turbinenanlage auf 250 PS vergrößert und zum direkten Antriebe zweier Gleichstrom-Nebenschlussmaschinen von je 30 000 Watt verwendet. Die beiden Maschinen arbeiten in Parallelschaltung bei der Ladung mit einer Klemmenspannung von 517 V und speisen zwei im Centrum der Stadt gelegene Akkumulatorenbatterien von je 86 Tudor-Zellen 16a, welche nach dem Dreileitersystem entladen werden. Diese Batterie mit einer garantirten Gesamtkapazität von 630 Ampèrestunden (750 Glühlampen) versieht den normalen Beleuchtungsdienst, und die Dynamomaschinen brauchen nur dann (die Ladung ausgenommen) in Gang gesetzt zu werden, wenn ein grösseres Lichterforderniss eintritt. Gleichzeitig können mit der jetzt eingerichteten Anlage 1500 Glühlampen à 16 N.K. gespeist werden, doch wird die montirte Lampenanzahl sofort 2500 erreichen (die Anlage ist erst im Bau begriffen) und ist vorgesorgt, dass eine Vergrößerung auf das Doppelte der jetzigen Leistung mit geringen Mitteln vorgenommen werden kann.

Die schwierige Frage, welche durch die Vereinigung des eigenen Fabrikbetriebes und des Betriebes der Centrale im ersten Augenblicke aufgetaucht ist, wurde dadurch in vollkommen befriedigender Weise gelöst, dass während jener Zeit, während welcher der Fabrikbetrieb am meisten motorische Kraft beansprucht (zwischen 4 bis 6 Uhr

Nachm.), möglichst wenig Energie zur Abgabe an die Centralstation gelangt, da die Akkumulatorenatterie allein den Lichtbedarf während dieser Zeit decken kann.

Das Leitungsnetz ist durchweg unterirdisch verlegt. Ein Zweileitersystem, bestehend aus Compound-Bleikabeln von 14 mm (Kupfer-) Durchmesser, verbindet die Akkumulatorenstation mit dem Generalschaltbrette im Maschinenhaus. Von den Akkumulatoren zweigen die einzelnen Leitungsstränge (nach dem Dreileitersystem), sämtlich als Bleikabel unterirdisch in Holzkanälen verlegt, ab.

Da die Gasgesellschaft vorläufig noch die Strassenbeleuchtung zu besorgen hat, dient die Centrale einstweilen nur zur Beleuchtung einiger industrieller Etablissements, Hôtels und Wohnhäuser. Das Unternehmerkonsortium hat ausserordentlich billige Lichtpreise gemacht, sodass dem Gasunternehmen eine nicht zu besiegende Konkurrenz erwachsen ist.

Die Einrichtung der elektrischen Anlage incl. der Akkumulatorenstation wird nach Vollendung nicht mehr als 100 000 fl. kosten. Daten über die Betriebskosten stehen nicht zur Verfügung, doch werden die Erhaltungskosten ausserordentlich geringe sein, da die Akkumulatorenfabrik gegen eine jährliche Vergütung von 1200 fl. ö. W. einen geeigneten Wärter beistellt, der neben der Wartung der Akkumulatoren auch die der übrigen mechanischen Apparate und Leitungen besorgt, ausserdem gegen nur 5% per anno vom Betrag der Akkumulatorenatterie eine 10jährige Versicherung dergestalt übernimmt, dass für diese Summe nicht allein die Batterie durch 10 Jahre in gleich leistungsfähigem Zustande zu erhalten, sondern auch nach Ablauf der ersten 10 Jahre mit den gleichen elektrischen Eigenschaften dem Konsortium zu übergeben ist.

III. Centrale Arco.

Die Errichtung der Centrale hat die Stadtgemeinde auf ihre eigenen Kosten übernommen. Die Wasserkraft des Fittakanales wird bei der Mühle des Herrn Tosi bei einem nutzbaren Gefälle von 4 m und einer Wassermenge von 2500 l per Sek. ausgenützt. Drei regulirbare Girard-Turbinen, von der Oesterreichisch-Alpinen Montangesellschaft gebaut, jede 115 PS leistend, liefern die erforderliche motorische Kraft und wirken vermittelt eines Triebwerkes auf 6 Gleichstrom-Dynamomaschinen à 30 000 Watt (desselben Modelles, als die von der Firma Kremenezky, Mayer & Co. auf der Frankfurter Ausstellung gezeigte Gleichstrom-Maschine). Hiervon sind 1 Turbine und 2 Dynamos als Reserve zu betrachten. Jede Turbine kann zum Antriebe jedes Lichtmaschinenpaares herangezogen werden. Je zwei Dynamos sind nach dem Dreileitersystem zusammengeschaltet; die Klemmenspannung beträgt 150 V. Die Station ist für 2500 gleichzeitig brennende 16 kerzige Glühlampen berechnet.

Das Leitungsnetz ist durchwegs oberirdisch blank gelegt. Die Beleuchtung der öffentlichen Strassen erfolgt mittels 160 Glühlampen à 32 N.K., doch ist Vorsorge getroffen, dass im Falle des zufälligen Versagens der Glühlichtbeleuchtung automatisch ein Bogenlichtstromkreis geschlossen wird, der die in den wichtigsten Verkehrsadern vertheilten Bogenlampen in Funktion treten lässt. Auch ist die Aufstellung einer entsprechenden Akkumulatorenatterie schon bei Anlage der ersten Einrichtung ins Auge gefasst worden, und es sind alle Bedingungen für die bequeme Einschaltung Sammlerbatterie gegeben.

Die Anlage wird erst im Oktober d. J. dem Betriebe übergeben. Die Betriebskosten wurden von der die Centrale ausführenden Firma unter folgenden Bedingungen garantiert:

1. Sämmtliche Strassenlampen brennen von Sonnenunter- bis Sonnen-Aufgang, also ca. 4300 Stunden pro Jahr;
2. die bei Privaten montirten 2000 Glühlampen funktionieren vom Oktober bis 30. April von Sonnenuntergang bis 12 Uhr Nachts, also ca. 1500 Stunden pro Jahr;
3. ca. 300 Privatlampen brennen das ganze Jahr hindurch von Sonnenuntergang bis 10 Uhr Abends, d. i. 750 Stunden mehr als die übrigen.

Arco ist ein rasch aufblühender klimatischer Kurort, in unmittelbarer Nähe des Gardasees, in regem Verkehre mit der Schwesterstadt Riva und wetteifert mit dieser, die Fortschritte modernster Technik sich zu Nutze zu machen. Die Einführung der elektrischen Beleuchtung wird den zahlreichen Besuchern gewiss viele Vortheile und Annehmlichkeiten, der Stadtverwaltung aber reiche Früchte bringen.

Seit dem 8jährigen Bestande des Unternehmens wurden 650 Dynamomaschinen zu Beleuchtungs-, Kraftübertragungs- und galvanoplastischen Zwecken gebaut, 69 500 Glüh- und 2225 Bogenlampen installiert. Unter diesen Einrichtungen befinden sich 5 Centralstationen, 8 Anlagen mit Akkumulatorenbatterien und 5 grössere Anlagen mit Kraftübertragung. Vollkommen getrennt von den mechanischen Werkstätten betreibt die Firma Kremenezky, Mayer & Co. die Glühlampenerzeugung, welche für eine tägliche Fabrikation von 3000 Lampen eingerichtet ist.

Die meisten Anlagen sind für industrielle Etablissements der verschiedensten Branchen ausgeführt worden; ferner wurden im Auftrage des Unterrichtsministeriums eine Reihe von Fach- und Gewerbe-Schulen, für das Finanz- und Handels-Ministerium Salinen- und Hafen-Beleuchtungen, sowie im Auftrage vieler Kommunalverwaltungen eine Reihe von Stadt- und Orts-Beleuchtungen eingerichtet.

Trotz der im Allgemeinen ungünstigen Exportverhältnisse unserer Monarchie war es möglich, nicht nur einen lebhaften Ausfuhrhandel mit Glüh- und Bogen-Lampen, Fassungen, Ausschaltern, Bleisicherungen und Messapparaten zu unterhalten, sondern auch komplette Installationen im Auslande, beispielsweise in Deutschland, Italien, Bulgarien, Rumänien, namentlich aber in Russland auszuführen.

O. L. KUMMER & C^o. IN DRESDEN.

Ueber elektrische Centralstationen.

Bei der Projektirung von Centralanlagen für elektrische Licht- und Kraft-Vertheilung trägt die Firma O. L. Kummer & Co. der allgemeinen Anerkennung der vielen technischen Vorzüge der Akkumulatoren einerseits, der herrschenden Ungewissheit über die langdauernde Brauchbarkeit derselben andererseits insofern Rechnung, als sie für die erste — gewöhnlich mehrjährige — Betriebsperiode die Maschinenanlage so gross wählt, dass letztere allein den Bedarf an elektrischer Energie zu decken vermag, während sie eine Akkumulatorenanlage jeweilig bestimmter Grösse als treffliche Betriebsreserve (bei Störungen während einiger Stunden), als brauchbarstes Regulirmittel und als sehr bequeme Energiequelle für die Nachtzeit vorsieht.

Sind die im Laufe der ersten Betriebsperiode an den Akkumulatoren gesammelten Erfahrungen bestimmend für eine Vergrösserung dieser Anlage, dann wird das Werk durch Hinzufügen von Akkumulatoren ausgebaut.

Lassen aber die Erfahrungen der ersten Betriebsjahre eine erhebliche Vergrösserung der Akkumulatorenanlage nicht als angezeigt erscheinen, dann wird die Maschinenanlage entsprechend ausgebaut.

Zur Ladung der Akkumulatoren bedient sich die Firma O. L. Kummer & Co. einer Anordnung, welche die störenden Folgen der nahezu 40procentigen Spannungserhöhung der Maschinen erheblich abmindert:

Sie steigert beim Laden der Akkumulatoren nicht die Spannung der ladenden und gleichzeitig speisenden Maschinen selbst, sondern sie verwendet zu dieser Spannungserhöhung eine derjenigen Betriebsmaschinen, welche wegen des beim Laden der Akkumulatoren vorhandenen kleinen Lichtkonsums zu diesem Zweck disponibel ist.

Die beigefügten Figuren erläutern eine derartige Anordnung für das Dreileitersystem und für denjenigen Fall, in welchem die Akkumulatorenstation mit der Maschinenstation zusammenfällt.

Fig. 1 stellt die Anordnung beim Laden der Akkumulatoren, d. h. also während der Tagesstunden, bei schwachem Lichtkonsum schematisch dar. In Folge der geringen Grösse des Lichtkonsums genügt zur Befriedigung des letzteren und zum Laden der Akkumulatoren das eine Maschinenpaar *I*. Zur Erzielung der beim Laden erforderlichen Mehrspannung wird nun, wie Fig. 1 zeigt, die eine Maschine der Gruppe *II II* hinzugefügt. Des Abends bei starkem Lichtkonsum ist die Anordnung eine solche, wie sie Fig. 2 zeigt: Beide Maschinenpaare sowie die Akkumulatoren arbeiten gemeinsam aufs Kabelnetz.

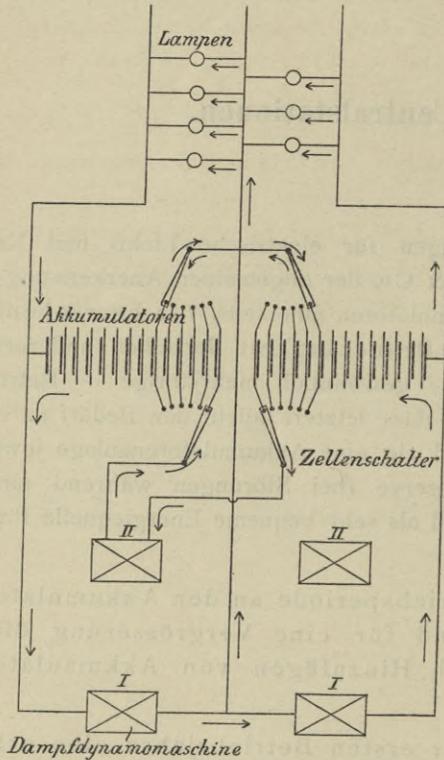


Fig. 1. Ladeschaltung.

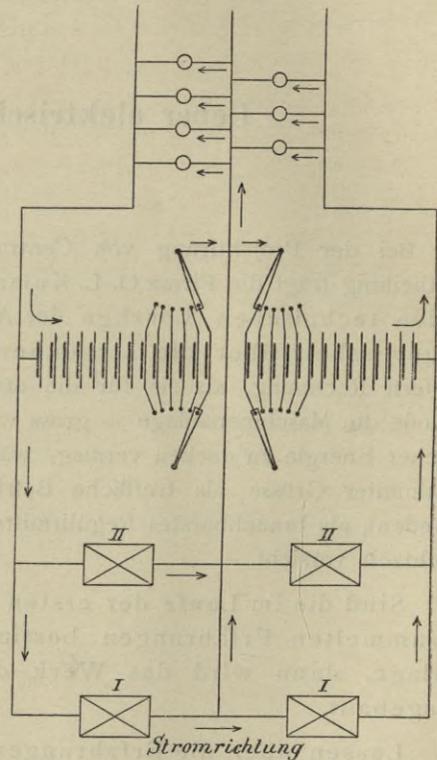


Fig. 2. Entladeschaltung.

Ersichtlich wird auf diese Weise die Maschinenanlage — als Ganzes — sehr erheblich ökonomischer ausgenutzt, als dies bei Verwendung solcher Betriebsmaschinen, deren Leistung bzw. Spannung in weiten Grenzen veränderlich ist, zu erreichen ist. Diese verbesserte Ausnutzung der Anlage wird ohne Erhöhung der Anschaffungskosten erzielt.

Die hierbei verwendete Schaltung¹⁾ verstärkt die Dauerhaftigkeit der Akkumulatoren insofern, als sie jede mit einer Kraftvergeudung verbundene »Ueberladung« der Sammler ausschliesst.

Die für derartige Anlagen benötigten Betriebsmaschinen baut die Firma O. L. Kummer & Co. in allen ihren Theilen selbst, d. h. sie erbaut ebensowohl die Dampfmaschinen, als auch die mit letzteren ein einziges Ganzes bildenden Dynamo-

¹⁾ D. R. P. angemeldet.

maschinen, sie verwendet also »Dampfdynamomaschinen«. Fast regelmässig sieht sie dabei Kondensation vor, deren Beschaffung mit Hilfe sogenannter Gradirwerke in neuerer Zeit auch da ermöglicht wird, wo das erforderliche Kühlwasser nicht in genügender Menge zu haben ist oder zu hohe Kosten verursacht.

Die Spannung der Glühlampen wählt die Firma O. L. Kummer & Co. durchgehends zu 120 V und zwar stützt sie sich hierbei auf ihre im Laufe mehrerer Jahre gesammelte Erfahrung, nach welcher bei Verwendung dieser eben genannten Spannung das Glühlicht nicht vertheuert, das Bogenlicht aber sehr verbilligt wird. Ersteres bedarf keiner weiteren Begründung; die Verbilligung des Bogenlichts aber erklärt sich dadurch, dass bei Benutzung dieser etwas höheren Spannung, als sonst gebräuchlich, die Länge des Lichtbogens und damit bei gleichem Arbeitsaufwand die Lichtmenge erheblich gesteigert werden kann.

Auf die Kosten des Leitungsnetzes, welches die Firma O. L. Kummer & Co. maschenförmig und damit betriebssicher gestaltet, übt diese Spannungswahl einen günstigen Einfluss aus.

Für die zum Leitungsnetz zu verwendenden Kabel sieht sie stets doppelten Bleimantel und in der Regel Eisenbandarmatur vor, sodass die Kabel — abgesehen von einigen wenigen Strecken, die ihrer besonderen Wichtigkeit halber mit Kanälen versehen werden sollen — direkt in die Erde gelegt werden können.

W. LAHMEYER & C^o.
KOMMANDITGESELLSCHAFT
IN FRANKFURT A. M.

Die Kraft-Licht-Centrale auf der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung zu Frankfurt a. M.

Dem Bestreben der Elektrotechniker, von einem Punkte aus ein grosses Gebiet mit elektrischer Energie in Form von Kraft und Licht zu versorgen, stand für Gleichstrombetrieb lange Zeit der Mangel eines brauchbaren Mittels zur Umformung der hohen Spannung in niedere Spannung hindernd entgegen, in dessen Besitz die Wechselstromtechnik sich bereits befand. Die Ausdehnung des Gebietes, welches mit elektrischer Energie versorgt werden kann, wächst mit der Höhe der zur Verwendung kommenden Spannung, andererseits erfordern die gebräuchlichen Beleuchtungskörper zu ihrem Betriebe Elektrizität niederer Spannung.

Ein brauchbares Mittel für die Umformung ermöglicht daher bei Anwendung eines einfachen Zweileiternetzes, das Versorgungsgebiet gross zu nehmen und auch zerstreut liegende Bedarfsorte von einer Centrale aus zu bedienen, zwei für die Wirthschaftlichkeit einer Centrale wesentliche Punkte, welche bislang nur dem Wechselstromsystem eigen waren. Besteht ein guter Umformer für den Gleichstrom, so lassen sich mit diesem Vortheile noch die weiteren Vortheile verbinden, Motorenbetrieb durch das Werk in praktisch vollkommener Weise zu ermöglichen und ausserdem aller Orten Akkumulatoren anwenden zu können.

Die Kraft-Licht-Centrale der Firma W. Lahmeyer & Co., Kommanditgesellschaft in Frankfurt a. M., dürfte wohl die erste elektrische Centrale sein, welche auf dem Gleichstromumformer-System beruht und in regelrechten Betrieb genommen ist. Die Grundzüge des Kraft-Licht-Systems der Firma W. Lahmeyer & Co. sind folgende:

In der Centrale wird gleichzeitig Elektrizität hoher und niederer Spannung erzeugt. Die Niederspannungselektrizität dient zur Beleuchtung der Centrale selbst, deren nächster Umgebung und zur Magneterregung der Hochspannungsdynamos. Sämmtliche Hochspannungsdynamos arbeiten parallel auf zwei Sammelschienen. Von diesen aus wird der Strom durch Fernleitungen den zu versorgenden Gebietstheilen zugeführt. Die Endpunkte der Fernleitungen sind unter sich durch ein gemeinsames Netz vereinigt.

Dieses Hochspannungsnetz steht alsdann zur Verfügung:

1. zum Anschluss von Bogen- und Glüh-Licht in Reihenschaltung, wie solche für Streckenbeleuchtung besonders zweckmässig ist;

2. zum direkten Betriebe grösserer Motoren mit Hochspannungsstrom;
3. zum Betriebe der Lahmeyer'schen Gleichstromumformer.

Die Regulirung der Spannung des Hochspannungsnetzes auf konstante Grösse geschieht durch den Erregerstrom der Dynamomaschine auf der Centralstation und dieser ist Strom niederer Spannung; eine Bedienung der Hochspannungsleitungen zwecks Regulirung ist also nicht erforderlich. Die sekundären Wickelungen der Lahmeyer'schen Umformer arbeiten nun parallel auf ein durchgehendes Niederspannungsnetz. Eine Regulirung der Spannung dieses Netzes ist nicht erforderlich, da die spezielle Konstruktion der Lahmeyer'schen Umformer, auf welche später weiter eingegangen werden soll, diese stetig mit grösster Genauigkeit bewirkt.

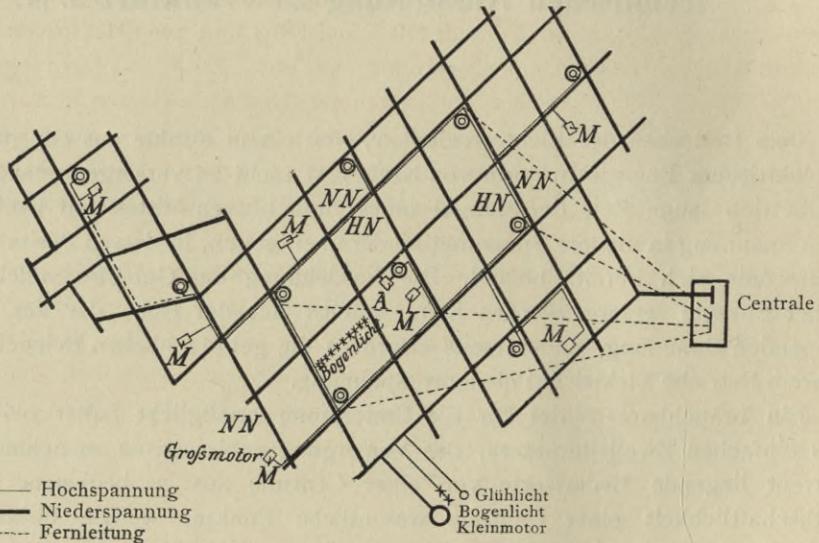


Fig. 1. Schema des Vertheilungssystems.

Fig. 1 zeigt das Schema des Vertheilungssystems. Zwei Leitungen sind immer nur durch eine Linie gezeichnet. Es bedeuten in der Figur:

- die dünnen Linien Hochspannungsnetz,
- „ dicken „ Niederspannungsnetz,
- „ gestrichelten Linien Fernleitungen,
- M* Grossmotoren,
- die Doppelkreise Umformer,
- A* Akkumulatoren,
- die durchkreuzte Linie Bogenlampen in Reihenschaltung.

Die beschriebene Anordnung ist die einfachste und naturgemässeste, welche möglich, und bietet deswegen in allen ihren Theilen die grösste Sicherheit, weil alle gleichartigen Faktoren in direktem Parallelismus arbeiten.

Zunächst arbeiten die Dynamomaschinen parallel auf gemeinsame Sammelschienen. Wird die Wirkung einer derselben gestört, so übernehmen die anderen von selbst deren Leistung mit. Wird eine der Fernleitungen defekt, so liefert die Summe der übrigen nach deren Versorgungsgebiet durch das Hochspannungsnetz den Strom. Ist die Wirkung eines der Umformer gestört, so tritt ebenfalls die Summe

der übrigen für denselben ein, durch das Niederspannungsnetz nach dem Versorgungsgebiet des ausser Betrieb gesetzten Umformers den Strom liefernd. Kommen Akkumulatoren im System zur Verwendung, so arbeiten sie ebenfalls parallel mit den Niederspannungswicklungen der Umformer auf das Niederspannungsnetz, kommen also in vollem Maasse als die Sicherheit erhöhende Faktoren zur Geltung.

Die Centrale der Firma W. Lahmeyer & Co. auf der Frankfurter Ausstellung bringt alle wesentlichen Faktoren, worauf das beschriebene System begründet ist, in regelrechtem Betriebe zur Vorführung.

Der in Fig. 2 dargestellte Situationsplan lässt die Lage der Centrale und deren Versorgungsanlagen erkennen.

Die Kraft-Licht-Centrale *A* befindet sich in der grossen Maschinenhalle Platz No. 211 und ist dargestellt in Fig. 3. Dieselbe umfasst drei Dynamos, eine Niederspannungsdynamo (Modell G IV) von 110 *V* und 150 *A* und zwei Hochspannungsdynamos (Modell DII und DIII) für eine Spannung von etwa 700 *V* und Leistungen von 50 000 und 80 000 Watt. Diese beiden Hochspannungsdynamos arbeiten in Parallelschaltung.

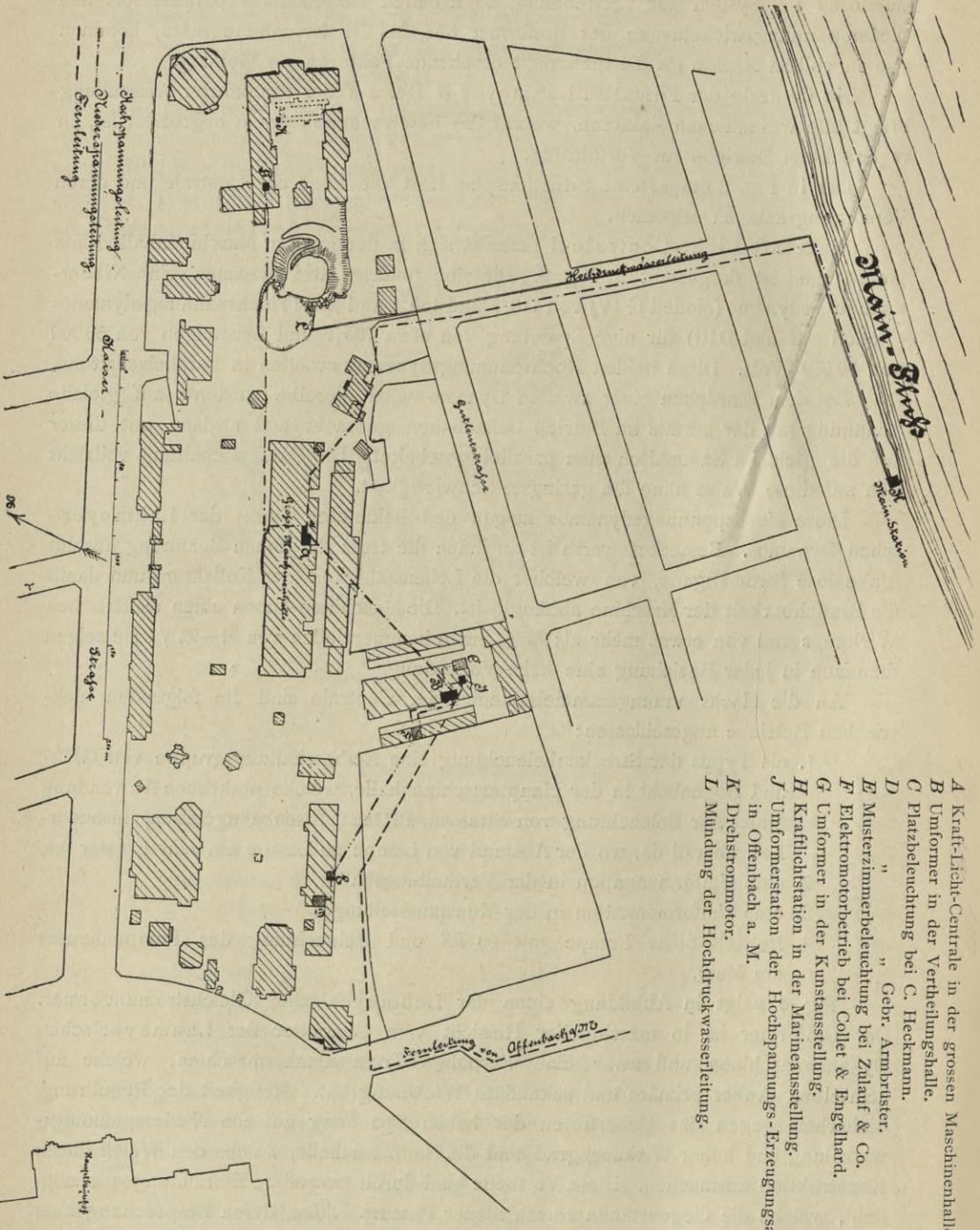
Bei dem Einrücken einer zweiten Dynamo wird dieselbe zunächst auf gleiche Spannung mit der bereits im Betrieb befindlichen gebracht und alsdann mit dieser auf die gleichen Sammelschienen parallel geschaltet. Die Parallelschaltung vollzieht sich auf diese Weise ohne die geringste Schwierigkeit.

Diese Hochspannungsdynamos zeigen den bekannten Typus der Lahmeyer'schen Dynamos. Bemerkenswerth ist an ihnen die trotz der hohen Spannung absolut funkenlose Stromabgabe, von welcher die Lebensfähigkeit des Kollektors und damit die Brauchbarkeit der Maschine abhängig ist. Die Maschinen haben einen elektrischen Wirkungsgrad von etwas mehr als 96 ‰, einen kommerziellen von 91—92 ‰, sie zeigen demnach in jeder Beziehung eine hohe Vollendung.

An die Hochspannungssammelschienen der Centrale sind die folgenden elektrischen Betriebe angeschlossen:

1. als Typus der Streckenbeleuchtung eine Reihenschaltungsgruppe von Glüh- und Bogenlicht in der Hauptmaschinenhalle, welche praktische Anwendung findet zur Beleuchtung von Strassen, Plätzen, Eisenbahngeleisen, insonderheit überall da, wo der Abstand von Lampe zu Lampe ein sehr grosser ist;
2. eine Umformerstation in der Vertheilungshalle;
3. eine Umformerstation in der Kunstausstellung;
4. Betrieb einer Pumpe mit 60 *PS* und Beleuchtung des Pumpenhauses am Main.

Fig. 4 zeigt in Abbildung einen der Lahmeyer'schen Gleichstromumformer. Der Umformer ist in maschineller Hinsicht vom Charakter der Lahmeyer'schen Dynamomaschinen und zwar eine vierpolige Trommelankermaschine, welche auf demselben Anker primäre und sekundäre Wicklung hat. Stetigkeit der Regulirung, Sicherheit gegen das Uebertreten der hohen Spannung auf die Niederspannungswicklung und hoher Wirkungsgrad sind die Hauptvortheile, welche den Werth dieser Konstruktion ausmachen. Diese Vortheile sind durch besondere Einrichtungen ermöglicht, welche die Gegenstände verschiedener Patente bilden, deren Besprechung aber in dem Rahmen dieser Beschreibung nicht angängig ist. Bezüglich des Wartungsbedarfs ist ein derartiger Umformer durchaus nicht einer Dynamomaschine gleichzustellen. Denn da die Wirkungen der Selbstinduktion und die Ursachen der Verdrehung



- A Kraft-Licht-Centrale in der grossen Maschinenhalle.
- B Umformer in der Verteilungshalle.
- C Platzbeleuchtung bei C. Heckmann.
- D " Gebr. Arnbrüster.
- E Musterzimmerbeleuchtung bei Zulauf & Co.
- F Elektromotorbetrieb bei Collet & Engelhard.
- G Umformer in der Kunstausstellung.
- H Kraftstation in der Marineausstellung.
- J Umformerstation der Hochspannungs-Erzeugungsanlage in Offenbach a. M.
- K Drehstrommotor.
- L Mündung der Hochdruckwasserleitung.

Fig. 2. Anlagen auf der Internationalen Elektrischen Ausstellung Frankfurt a. M. 1891.

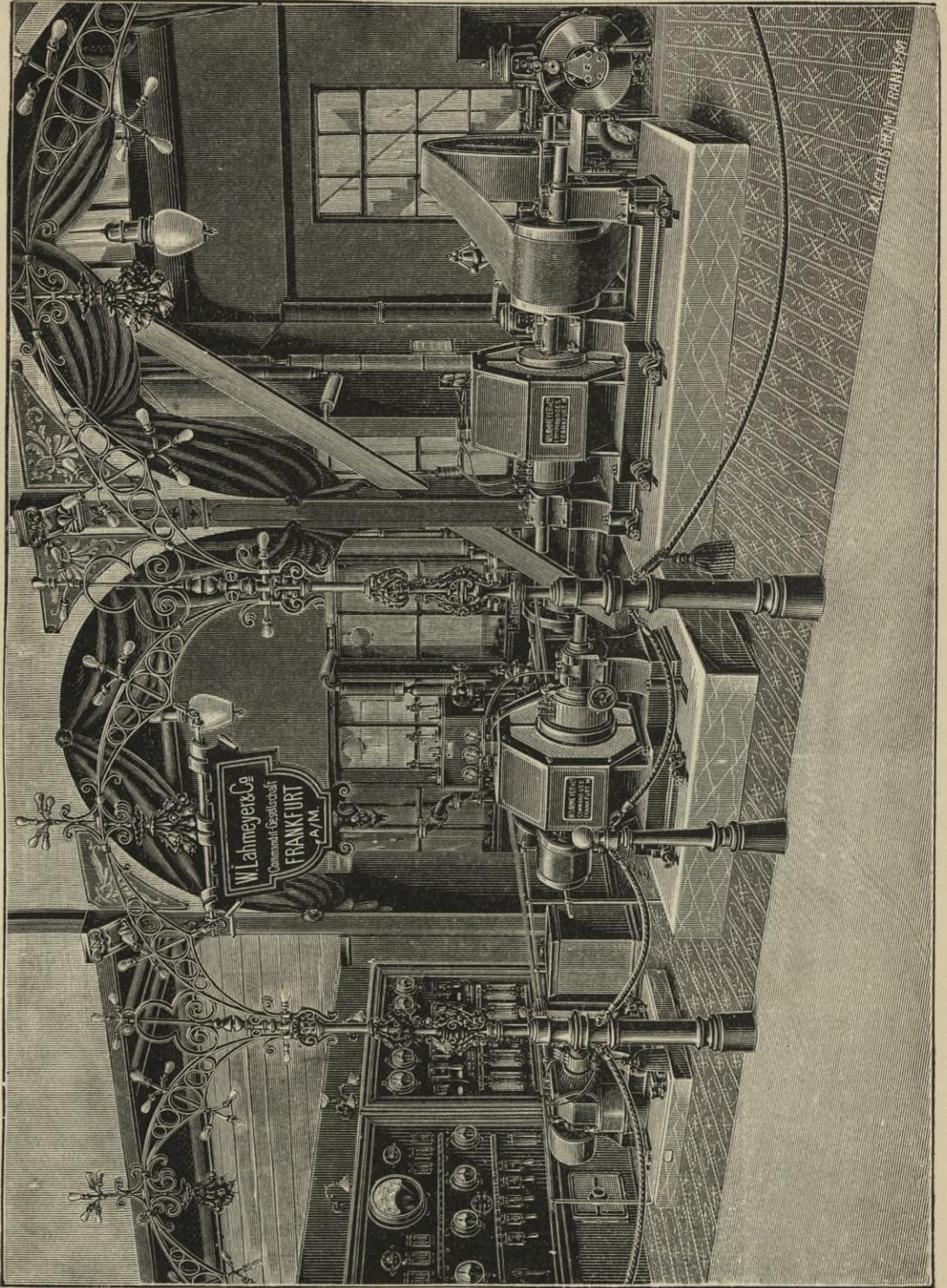


Fig. 3. Ansicht der Kraft-Licht-Centrale in der grossen Maschinenhalle.

des Feldes von Primär- und Sekundär-Wicklung sich gegenseitig aufheben, so sind für das Minimum der Funkenbildung bei allen Belastungen die Stellungen der Bürstenschieber genau die nämlichen, und des Weiteren ist die Funkenbildung an sich weit geringer, als bei Dynamomaschinen. Aus diesen Gründen bedarf die Stromabgabe während des Betriebes nie einer Regelung durch Wärterhand, und da auch die Schmierung der Umformer selbstthätig geschieht, indem jedem Lager mehrere Schmierringe gegeben sind und, wie schon erwähnt, die Regulirung ebenfalls selbstthätig ist, so ist eine Wartung der Umformer während des Betriebes überhaupt nicht erforderlich.

Die Summe dieser Vorzüge ist es, welche den Umformer befähigt, genau in derselben Weise, wie der Wechselstromumformer, zur Anwendung zu gelangen. Es ist

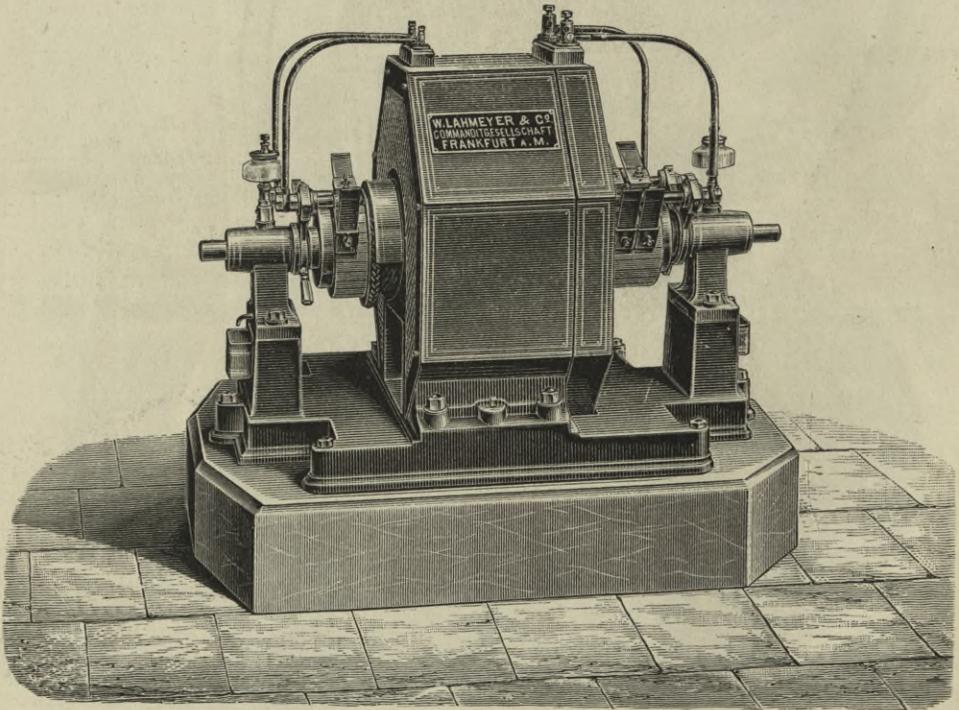


Fig. 4. Gleichstromumformer.

recht gut zulässig, die Zahl der Umformer in einer Vertheilungsanlage sehr gross zu nehmen und die einzelnen Umformer in Kellerräumen während des Betriebes ohne Aufsicht zu belassen. Man würde für eine grosse städtische Centrale einige wenige, vielleicht 2 oder 3 grössere Umformerstationen in den Hauptcentren einrichten, welche den Tagesbetrieb leisteten und durchweg durch Wärter bedient würden. Die übrige grosse Zahl der Umformerstationen würde indess während des Betriebes durchaus ohne Wartung arbeiten.

Die geringen Ansprüche, die in dieser Weise die Lahmeyer'schen Umformer an Wartung stellen, sind durch den Betrieb derselben auf der Frankfurter Ausstellung erwiesen; nicht ohne Weiteres zu ersehen ist natürlich die durch die Isolirung hinsichtlich des Uebertretens der hohen Spannung auf die Niederspannungswicklung er-

zielte Sicherheit. Die volle Berücksichtigung dieses Punktes ermöglicht naturgemäss erst die angedeutete bequeme, wartungsfreie Betriebsweise der Umformer.

Bei Motordynamos — wir verstehen darunter Doppelmaschinen, welche Elektromotor und Dynamo, elektrisch getrennt, mechanisch durch gemeinsame Axe verbunden, enthalten — ist natürlich ebenfalls die Sicherheit gegen das Uebertreten der hohen Spannung auf die Niederspannungswicklung eine vollkommene und dieser Punkt ist es gewesen, dass die Anwendung dieser Maschine anstatt einfacher Umformerdynamos in Aufnahme gekommen ist. Die Nachteile hinsicht-

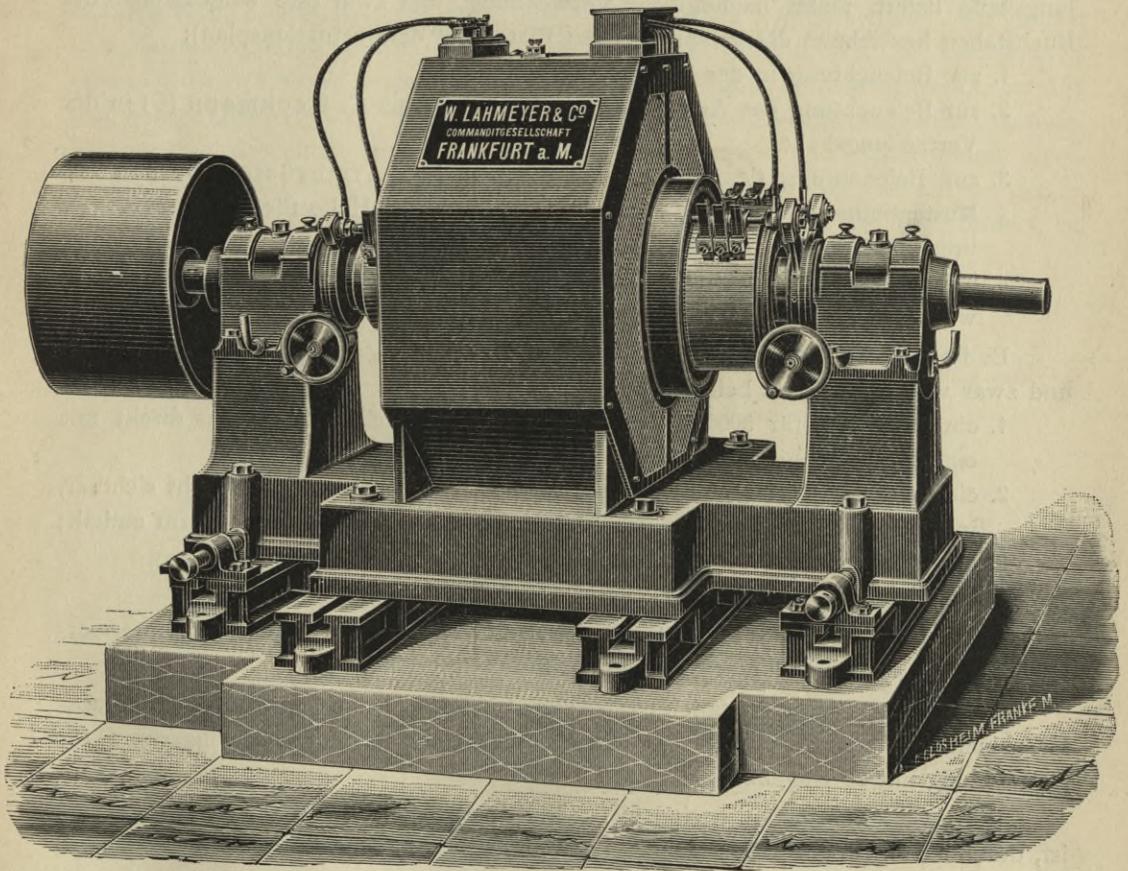


Fig. 5. Kraft-Licht-Dynamo.

lich der grossen Kosten, des grossen Platzbedarfs und des geringeren Wirkungsgrades solcher Maschinen liegen andererseits auf der Hand. Auch ist der Wartungsbedarf nicht etwa ein geringer, sondern ein ganz erheblicher. Während der Hochspannungskollektor des Lahmeyer'schen Umformers bei allen Belastungen dieselbe funkenfreie Stromabgabe zeigt, bedürfen die Hochspannungskollektoren der Motordynamos bei wechselnder Belastung einer stetigen Bedienung und setzen überhaupt der Wahl einer hohen Spannung sehr bald eine Grenze. Die Vorzüge des Umformers mit beiden Wicklungen auf einem Anker sind hinsichtlich der Selbstinduktion und Funkenbildung hingegen so gross, dass für diese Umformer die Anwendung hoher Spannungen unbedenklich ist.

Besondere Beachtung verdient auch die Schalteinrichtung, welche in Verbindung mit diesen Umformern angewendet wird. Dieselbe dient 1. zum Einschalten der Umformer und ermöglicht solches in einfachster und bequemster Weise, und 2. dient dieselbe auch noch als Sicherheitseinrichtung und zwar ist die Einrichtung derart, dass, wenn irgend ein Fehler im Betriebe vorkommt, sofort alle vier Ausschalter selbstthätig geöffnet werden, sodass dann der fehlerhafte Umformer gar nicht mehr mit Hochspannungs- und Niederspannungsleitungen in Verbindung ist.

Der Niederspannungsstrom, welchen die Umformerstation (*B*) in der Vertheilungshalle liefert, findet mannigfache Verwendung, und zwar (die eingeklammerten Buchstaben bezeichnen die entsprechenden Plätze auf dem Situationsplan):

1. zur Beleuchtung in der Vertheilungshalle;
2. zur Beleuchtung des Ausstellungsplatzes der Firma C. Heckmann (*C*) in der Vertheilungshalle;
3. zur Beleuchtung des Platzes der Firma Gebr. Armbrüster (*D*) und des Musterzimmers der Firma Zulauf & Co. (*E*) in der Halle für Installation. (Es brennen hierselbst ca. 150 Glühlampen.)
4. ist an diese Umformer auch eine Werkstätte angeschlossen, welche die Anwendung des Niederspannungsstroms für Betrieb kleiner Motoren zeigt.

Es ist dies die Werkstätte (*F*) der Firma Collet & Engelhard zu Offenbach a/M. und zwar werden daselbst betrieben:

1. ein Laufkahn für 5000 kg Tragkraft, dessen Betriebsmechanismus direkt mit einem Elektromotor verkuppelt ist;
2. eine radiale Bohrmaschine, welche in ihrem Fusse, von aussen nicht sichtbar, in praktischer Anordnung den Elektromotor Lahmeyer'scher Form enthält;
3. ein transportabler Bohraparat;
4. das Gebläse eines Gasofens.

Parallel zu diesem Werkstättenbetrieb geschieht ebenfalls aus der Umformerstation die Beleuchtung dieser Werkstätten durch 20 Glühlampen.

Eine zweite Umformerstation (*G*) ist angeschlossen an die Centrale in der Hauptmaschinenhalle, deren Umformer in der Kunstaussstellung Niederspannungsstrom für Beleuchtung mit 20 Bogenlampen giebt.

Diese Umformerstationen sind nicht, wie es eigentlich die Eigenart des Systems ist, durch Netzleitungen unter einander verbunden, da die Entfernungen dieser Strombedarfsorte unter einander grösser ist als ihre Entfernung von der Centrale. Es liegen hier also nicht die günstigen Verhältnisse hinsichtlich der Reserve vor, welche das System im Allgemeinen bietet.

Die angestellten Proben, welchen diese Umformerstationen ausgesetzt sind — die Umformerstation in der Kunstaussstellung arbeitet z. B. nahezu mit vollem Tagesbetrieb — sind also umso maassgeblicher.

Als letzten Betrieb, welcher von den Hochspannungssammelschienen der Centrale aus geschieht, haben wir den der Pumpe im Pumpenhaus am Main zu beschreiben (*H*). Es ist dies eine Anlage, welche ein hervorragendes Interesse in Anspruch nimmt.

Hier ist im Anschluss an die Centrale in der Hauptmaschinenhalle eine Hochspannungsmaschine im Betrieb, welche einerseits für den Betrieb einer Pumpe 60 PS mechanische Kraft und gleichzeitig noch für Beleuchtung Niederspannungsstrom ab-

giebt. Diese Maschine ist also nicht lediglich Motor oder Umformer, es ist eine Maschine, welche gleichzeitig Kraft und Licht liefert und daher Kraft-Licht-Dynamo benannt wird. Dieselbe ist in Fig. 5 dargestellt.

Es ist dies die erste derartige Maschine, welche im Betriebe ist. Diese Neuerung wurde von Herrn Lahmeyer zuerst in der Versammlung der Gas- und Wasserfachmänner zu Frankfurt a. M. am 22. Juni d. J. erörtert. Die Anlage in der Pumpstation zeigt, zu welcher Vereinfachung der zur Kraft- und Lichtversorgung nothwendigen maschinellen Einrichtungen man durch Anwendung elektrischer Maschinen gelangen kann, falls die Elektrizitätserzeugung durch eine Centrale vorgesehen ist. Den ganzen complicirten Apparat, welcher bisher zu diesem Zwecke erforderlich war, ersetzt diese eine in jeder Beziehung anspruchslose Maschine. Der Raum, den sie einnimmt, beträgt nur wenige Quadratmeter, während die bisherigen diesem Zwecke dienenden Gebäude, Kesselhaus, Maschinenhaus, Kohlenlager, Wasserbehälter und Schornsteine einen wesentlichen Theil einer Fabrik ausmachten. Eine Maschine von der Grösse der in der Pumpstation befindlichen, welche nur einen Raum von ca. 2,5 qm erfordert, ist

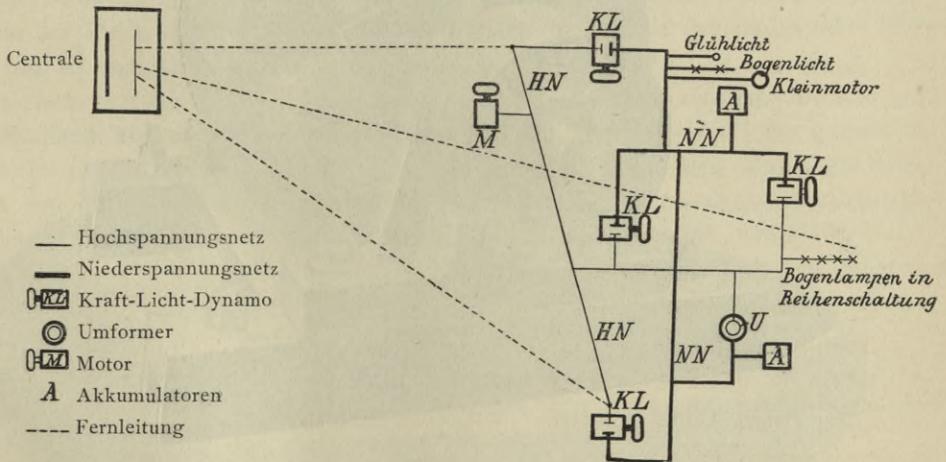


Fig. 6. Schema des Vertheilungssystems.

im Stande, den Gesamtbedarf einer Weberei für 160 Webstühle an Kraft und Licht zu decken.

Der Betrieb der Lahmeyer'schen Kraft-Licht-Dynamo im Pumpenhaus am Main ist der angestrengteste in der ganzen Ausstellung. Denn seit Wochen wird durch diese Kraft-Licht-Dynamo ohne jede Reserve das Wasser aus dem Main in den Teich auf dem Ausstellungsplatz gepumpt, aus welchem für 40 Dampfmaschinen das Kondensationswasser bezogen wird. Es ist daher ein fast ununterbrochener Tagesbetrieb für diese Anlage erforderlich.

Wenn man bedenkt, welche Schwierigkeiten es noch vor wenigen Jahren hatte, Elektromotoren und Lampen nebeneinander im Anschluss an dieselbe Anlage zu betreiben, so wird man umso mehr den Fortschritt würdigen, der erzielt ist, wenn dieselbe Maschine im Stande ist, gleichzeitig einerseits mechanische Kraft auch für Grossbetrieb und andererseits noch Strom für Lichterzeugung abzugeben, ohne

dass durch die eine Wirkungsweise die andere beeinträchtigt wird. Es ermöglicht die Kraft-Licht-Dynamo daher ein Stromvertheilungssystem für Industriewerke und Industriegebiete, wie es einfacher gar nicht denkbar ist.

Das Vertheilungsschema dieses Systems ist dargestellt in Fig. 6. *HN* bedeutet das Hochspannungsnetz, *NN* das Niederspannungsnetz, *KL* die Kraft-Licht-Dynamos. Die übrigen Bezeichnungen sind dieselben, wie diejenigen in Fig. 1.

Ein dünnadrätiges Hochspannungs-Zweileiternetz erstreckt sich von der Centrale aus über das Gebiet und ist in jeder Fabrik eine Kraft-Licht-Dynamo mit 2 dünnen

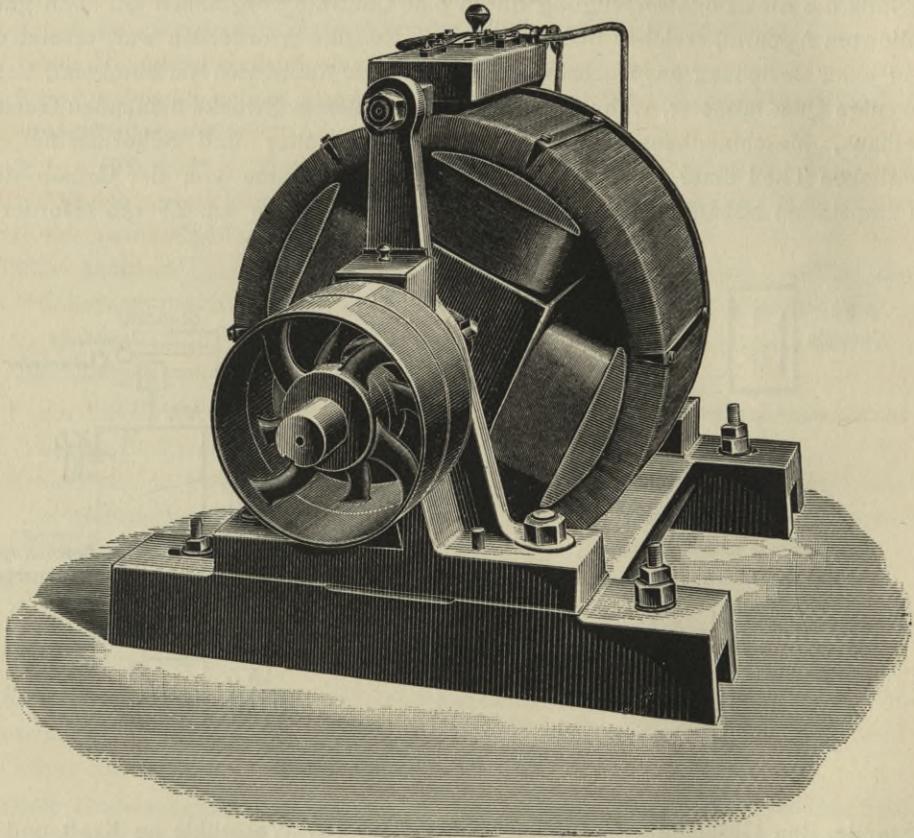


Fig. 7. Drehstrommaschine von Haselwander.

Drähten daran angeschlossen. Diese Kraft-Licht-Dynamo liefert dann den gesammten Energiebedarf der einzelnen Fabrik, der auf direkte Abgabe von Kraft an der Axe, auf Beleuchtung und Kleinmotorenbetrieb vertheilt werden kann. Die sekundären Klemmen der Umformer und Kraft-Licht-Dynamos werden ebenfalls an ein gemeinsames Netz angeschlossen, und dadurch wird sowohl die Sicherheit des Betriebes erhöht als auch bewirkt, dass eine Fabrik auch Licht erhalten kann, wenn sie ihre Kraftanlage still setzt.

Die Frage, bis zu welchen Spannungen derartige Anlagen mit Gleichstrom zweckmässig und gut möglich sind, concentrirt sich auf die Wirkungsweise der Stromabnahme an den Kollektoren.

In Ausführung ist eine Uebertragung mit Gleichstromumformer von Offenbach a. M. nach der Ausstellung, bei welcher eine Spannung von 2000 V

verwandt wird. Wie hohe Spannungen für das Gleichstromsystem noch gut zulässig sind, wird dieser Versuch ergeben. Ueber deren Grenze ist es zweckmässig, an die Stelle des Gleichstromes den Drehstrom treten zu lassen und dann durch Verwendung von 3 Leitungen die Kollektoren gänzlich zu ersparen.

Das beschriebene Kraft-Licht-System erhält bei Anwendung von Drehstrom bis auf den Unterschied, dass nunmehr 3 Leitungen anstatt 2 für das Hochspannungsnetz verwandt werden, ganz die beschriebenen Anordnungen, da das Haselwander'sche Drehstrom-System, dessen Patent in den Besitz der Firma W. Lahmeyer & Co. übergegangen ist, den Maschinen bezüglich der Wickelung im Wesentlichen den Charakter von Gleichstrommaschinen belässt.

Das Drehstrom-System hat bekanntlich auch bezüglich der Kleinmotoren seine grosse Bedeutung und ist es ein Vortheil des vorliegenden Vertheilungssystems, dass all' die Umformer und Kraft-Licht-Dynamos auch auf Abgabe von Niederspannungsdrehstrom eingerichtet werden können.

Die Drehstrom-Ausstellung der Firma W. Lahmeyer & Co. hat sich etwas verzögert, da erst vor wenigen Monaten das Haselwander'sche Patent in den Besitz der Firma übergegangen und mit der Fabrikation der bezüglichen Maschinen begonnen ist. Eine der Drehstrommaschinen, welche Herr Haselwander bereits im Jahre 1887 gebaut hat, ist dargestellt in Fig. 7.

Hält man sich das durch die beschriebene Kraft-Licht-Centrale Erreichte und auf der Ausstellung Vorgeführte vor Augen, so muss man sagen, dass bei der grössten technischen Einfachheit der genannten Anordnung die grösste Mannigfaltigkeit in der Verwendung der Energie erzielt ist: Strassenbeleuchtung, Betrieb von Grossmotoren, Betrieb von Umformern, Betrieb von Glüh- und Bogenlicht in Parallelschaltung durch Niederspannung, Betrieb von Kleinmotoren. Alles ist durch eine einzige Centrale in einfacher, sicherer Weise ermöglicht und im regelrechten Betrieb gezeigt.

Je mehr Bedürfnisse aber durch eine einzige Centrale in vollkommener Weise zu befriedigen sind, um so wirtschaftlicher gestaltet sich deren Betrieb und um so grösser ist die Bedeutung des angewandten Vertheilungssystems.

MASCHINENFABRIK ESSLINGEN
IN ESSLINGEN.

Ueber Mehrleitersysteme mit Ausgleichsmaschinen.

Die Maschinenfabrik Esslingen, welche sich seit etwas länger als einem Jahr mit dem Bau von Centralstationen beschäftigt, hat in dieser Zeit ausser Anlagen mit Fünfleitersystem und Ausgleichsdynamo, — wie z. Z. in Frankfurt a/M. ausgestellt — einige kleinere Stationen mit Gleichstrom und Zweileitersystem zur Vertheilung von Licht und Kraft ausgeführt.

Das von der Maschinenfabrik Esslingen ausgeführte Fünfleitersystem mit Ausgleichsdynamo zur Vertheilung elektrischer Energie unterscheidet sich von dem Fünfleitersystem anderer Firmen hauptsächlich durch die Bauart der Ausgleichsdynamo.

Unter anderem hat die Maschinenfabrik Esslingen eine Anlage mit Fünfleitersystem und Ausgleichsdynamo in der eigenen Fabrik in Esslingen ausgeführt. *)

Bekanntlich wurden bei elektrischen Centralen bis vor Kurzem nur das Zwei- und Dreileitersystem verwendet.

Da aber die Leitungen dieser Systeme in weiter ausgedehnten Anlagen zu theuer kommen, hat man versucht, durch Leitungssysteme mit mehr als 3 Leitern Abhilfe dagegen zu schaffen.

Um den Anforderungen, welche die Vertheilung der Elektrizität auf grosse Entfernungen stellt, gerecht zu werden, hat man in neuerer Zeit einige Anlagen mit bis zu 5 Leitern ausgeführt.

Die vielen Leiter und die denselben entsprechende höhere Spannung werden gewählt, um einen kleineren Querschnitt der Leitungen zu erhalten, und dies ist im Interesse der Billigkeit und demnach auch der Rentabilität von grösster Wichtigkeit.

Da die stromaufnehmenden Apparate in den allermeisten Fällen, um einzeln aus- und eingeschaltet werden zu können, in Parallelschaltung angeschlossen sein müssen, kann ohne Weiteres die Spannung in dem Vertheilungssystem nicht höher gewählt werden, als die maximale Spannung dieser Apparate gestattet.

Da diese jedoch im Allgemeinen nicht über 120 V beträgt und die Vertheilung mit dieser Spannung bei grosser Entfernung zu hohe Anlagekosten bedingen würde, hat man versucht, die Lampen hintereinander zu schalten, um auf diese Weise eine höhere Spannung und kleinere Stromstärke, also auch einen kleineren Querschnitt der Leitung zu erzielen.

*) Eine ausführliche Beschreibung dieser Anlage findet sich in Heft No. 29 der Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, 1891.

Die Hintereinanderschaltung von gruppenweise parallel geschalteten Lampen kann man ohne Weiteres nicht vornehmen, da es nöthig ist, dass die einzelnen Lampen nach Belieben gelöscht und angezündet werden können, d. h. dass die Gruppen nicht immer aus gleich vielen Lampen bestehen und somit der Strombedarf in den einzelnen Gruppen wechselt.

Die Lampen sind aber für konstante Stromstärke konstruirt und deshalb muss die Unregelmässigkeit in den einzelnen Gruppen auf irgend eine Weise durch Regulirung beseitigt werden.

Diese Regulirung erfolgt nun am einfachsten durch ein Mehrleitersystem.

Fig. 1 stellt ein derartiges Dreileitersystem schematisch dar, wo zwischen den Leitern 1 und 2 vier Lampen brennen, während zwischen den Leitern 2 und 3 nur 3 Lampen angenommen sind.

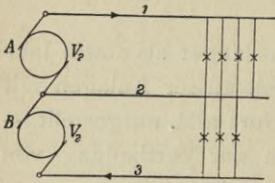


Fig. 1. Dreileitersystem.

Der Strombedarf zwischen den Leitern 1 und 2 ist demnach grösser als zwischen 2 und 3.

Nehmen wir nun an, dass A und B 2 Dynamos oder sonstige stromliefernde Apparate darstellen, welche so gebaut sind, dass sie Strom je nach Bedarf in das Leitungsnetz senden, so ist in diesem Falle die nothwendige Regulirung erreicht.

Da es jedoch für viele Fälle unpraktisch und theuer ist, beim Vier- und Fünf-Leitersystem von Leiter zu Leiter eine Dynamo einzuschalten, so hat man versucht, die Regulirung durch eine sogenannte Ausgleichsdynamo zu bewerkstelligen.

Dies ist besonders von Werth in einem Falle, wo die Primärstation ausserhalb des Leitungsgebietes liegt.

Fig. 2 stellt eine Anlage, nach dem Fünfleitersystem ausgeführt, schematisch dar.

Wir ersehen daraus, dass der stromliefernde Apparat $4V_4$ den Strom nach dem Vertheilungsnetz an den Punkt abliefern, wo die Ausgleichsdynamo aufgestellt ist, welche hier die Aufgabe hat, die Spannung und den Strom zwischen den Leitern 1, 2, 3, 4 und 5 je nach Bedarf zu vertheilen.

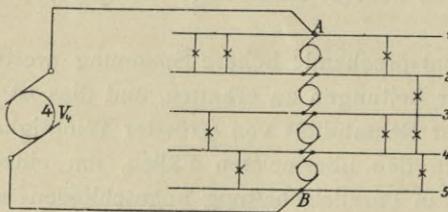


Fig. 2. Fünfleitersystem mit Ausgleichsdynamo.

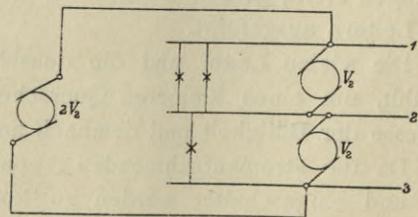


Fig. 3. Dreileitersystem mit Ausgleichsdynamo.

$4V_4$ entspricht demnach hier der Primärstation, welche ausserhalb des Vertheilungsgebietes liegt.

Die Zuleitung nach diesem Apparat erfolgt nur mittels 2 Leitungsdrähten.

A B stellt die Sekundärstation mit Ausgleichsdynamo dar.

Um nun die Wirkungsweise der Ausgleichsdynamo klar zu machen, wollen wir der Einfachheit halber annehmen, dieselbe sei für ein Dreileitersystem gebaut.

Es ist bekannt, dass jede Dynamomaschine auch als Motor, d. h. als stromaufnehmender Apparat, verwendet werden kann.

Schaltet man zwei mit einander verkuppelte Dynamomaschinen zwischen den 3 Leitern eines Dreileitersystems ein, und zwar in der Weise, wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, d. h. eine Maschine zwischen den Leitern 1 und 2 und die zweite zwischen den Leitern 2 und 3, so werden diese beiden Maschinen, falls sie gleich gebaut sind, im Stande sein, die Spannung zwischen den Leitern 1 und 3 in zwei gleiche Theile V_2 zu zerlegen.

Denn die Maschinen werden, sobald Strom durch sie geht, anfangen sich zu drehen, und zwar wie ein leerlaufender Motor.

Die beiden Maschinen werden, weil sie gleich gebaut sind, dieselbe elektromotorische Gegenkraft und demnach auch die gleiche Klemmenspannung V_2 entwickeln.

Findet nun zwischen den Leitern 1 und 2 eine grössere Stromentnahme statt, so bekommen die stromaufnehmenden Apparate zwischen den Leitern 2 und 3 eine erhöhte Spannung, weil der Widerstand zwischen den Leitern 1 und 2 kleiner wird als zwischen den Leitern 2 und 3.

Die Dynamomaschine zwischen den Leitern 2 und 3 wird dann, weil zwischen diesen Leitern eine höhere Spannung als zwischen den Leitern 1 und 2 herrscht, einen grösseren Strom aufnehmen, als die Dynamomaschine zwischen den Leitern 1 und 2; denn die elektromotorische Gegenkraft ist, wie nachgewiesen, gleich.

Die Maschine zwischen den Leitern 2 und 3 wird nun, weil sie höhere Spannung hat als die Dynamo zwischen den Leitern 1 und 2, mehr Strom aufnehmen als diese und dadurch die Bewegung der beiden Maschinen beschleunigen, d. h. sie wird mehr treibende Kraft ausüben, als diejenige zwischen den Leitern 1 und 2.

Wenn der Unterschied gross genug wird, ist diese Maschine allein im Stande, beide zu treiben, sodass die Maschine zwischen 1 und 2 keinen Strom aufnimmt.

Wird der Unterschied noch grösser, so ist die Maschine zwischen 2 und 3 im Stande, soviel Arbeit an die Maschine zwischen 1 und 2 abzugeben, dass letztere als stromabgebende Maschine wirken kann. Diese wird also nicht Strom zwischen den Leitern 1 und 2 aufnehmen, sondern, wie gerade gewünscht, Strom liefern.

Findet der grössere Stromverbrauch zwischen den Leitern 2 und 3 statt, so werden die beiden Maschinen ihre Wirksamkeit austauschen. Die Maschine zwischen 1 und 2 wird als Motor Strom aufnehmen und diejenige zwischen 2 und 3 als Primärmaschine antreiben, welche dann selbst Strom abgibt.

Auf diesem Wege wird also stets ein Ausgleich zwischen den einzelnen Leitern stattfinden.

Bei einem Vier- oder Fünf-Leitersystem wäre der Vorgang genau derselbe.

Diese Anordnung mit 2, 3 und 4 gekuppelten Maschinen hat jedoch verschiedene Nachteile, welche hauptsächlich darin bestehen, dass eine Regulirung der Magnet-erregungen und eine Bürstenverstellung bei den einzelnen Maschinen wohl kaum zu vermeiden ist, falls man nicht einen ziemlich grossen Unterschied in der Spannung zwischen den einzelnen Leitern erlauben und eine Funkenbildung an den Kollektoren der einzelnen Maschinen nicht vollständig vermeiden will.

Dieser Uebelstand wird dadurch völlig gehoben, dass man nicht zwischen jedem Leiterpaar eine vollständige Maschine einschaltet, sondern, wie es von der Maschinenfabrik Esslingen gemacht wird, die einzelnen Maschinen durch eine einzige, welche entsprechend viele Wickelungen auf der Armatur besitzt, ersetzt; denn es ist bekannt

dass die Armatur einer Maschine bei Stromabgabe eine gewisse Rückwirkung auf das Magnetsystem ausübt, welche eine bestimmte Bürstenverstellung bedingt, wenn man Funkenbildung vermeiden will.

Nimmt eine Maschine, statt Strom abzugeben, Strom auf, so wird die Rückwirkung der Armatur im umgekehrten Sinne auf die Magnete wirken und die Bürsten müssen in umgekehrter Richtung verstellt werden.

Ferner müssen die Magnete, wenn die Maschine Strom abgibt, stärker erregt werden, als wenn sie Strom aufnimmt, falls man an den Klemmen eine konstante Spannung haben will.

Wird nun statt mehrerer einzelner Maschinen eine einzige, mit entsprechend vielen, elektrisch von einander vollständig getrennten, Wicklungen auf der Armatur und mit einem einzigen Magnetsystem verwendet, so wird die Rückwirkung der Armaturwicklungen auf die Magnete immer konstant bleiben; denn annähernd soviel Strom, wie eine Wicklung aufnimmt, wird eine oder mehrere zusammen in umgekehrter Richtung abgeben, sodass die magnetisirende Wirkung der Armaturwicklung immer konstant bleibt.

Es ist daher keine Bürstenverstellung nöthig, um Funkenbildung zu verhüten.

Wenn die sämmtlichen Wicklungen gleich sind und von demselben Magnetsystem inducirt werden, so wird die Spannung an den Enden einer jeden Armaturwicklung dieselbe sein, von den Widerständen der einzelnen Wicklungen und den damit verknüpften Verlusten abgesehen. Uebrigens werden, wenn die Maschine gut gebaut ist, diese Verluste sehr klein sein.

Bei diesen Ausgleichsmaschinen ist also weder Bürstenverstellung noch Regulirung nöthig, und da die Schmierung selbstthätig ist, braucht eine derartige Maschine nahezu keine Bedienung.

Die von der Maschinenfabrik Esslingen gebauten Ausgleichsmaschinen haben, wie bereits erwähnt, ein einziges Magnetsystem und eine Armatur mit soviel vollständig von einander elektrisch getrennten Wicklungen, wie das System verlangt.

Jede Armaturwicklung hat einen eigenen Kollektor, und zwischen je zwei Leitern wird ein Kollektor mit einer Wicklung, wie Fig. 2 und 3 zeigt, eingeschaltet.

Die Ausgleichsmaschine wird so bemessen, dass, wenn zwischen den einzelnen Leitern ein Unterschied von 20% der Hauptstromstärke nicht überschritten wird, der Spannungsunterschied zwischen den einzelnen Leitern 1,5 bis 2% nicht übersteigt.

Da man nun bei elektrischer Beleuchtung einen Unterschied von 1,5 bis 2% kaum wahrnehmen kann, so ist eine weitere Regulirung nicht nothwendig.

Bei einer Centrale mit Fünfleitersystem kann die Primärstation im Allgemeinen, ohne dass die Kosten für die Zuleitung zu hoch werden, ausserhalb des Vertheilungsgebietes verlegt werden. Dies ist für Städte, wo Grund und Boden theuer sind, von grossem Werth.

Die Einrichtung der Primärstation würde sich, abgesehen von der Betriebskraft, auf die Dynamomaschine mit Spannungsmesser und für jede Maschine auf einen Regulator mit Ausschalter beschränken, und wird daher die Bedienung und der ganze Betrieb bei dieser Station äusserst einfach sein.

Bei einer der Sekundär- oder Vertheilungs-Stationen wird eine, oder als Reserve, eine zweite Ausgleichsmaschine aufgestellt, ausserdem werden hier auch die nöthigen Sicherheitsmaassregeln für die Vertheilungsleitungen angebracht.

Strom- und Spannungs-Messer sind im Allgemeinen hier nicht nothwendig, da die Ausgleichmaschine die Regulirung und Vertheilung vollständig automatisch besorgt.

Eine Centrale nach diesem System ist demnach in der Bedienung so einfach, als die einfachste Centrale mit direkter Vertheilung.

Das Leitungsnetz einer derartigen Centrale kann natürlich sowohl ober- als unterirdisch geführt werden.

Der Verbindungsleitungen zwischen Primär- und Sekundär-Station sind nur zwei; diese Verbindungen sind also nicht mit 5 Leitern ausgeführt, sondern letz kommen erst zur Verwendung, für die weitere Vertheilung von der Ausgleichmaschine aus.

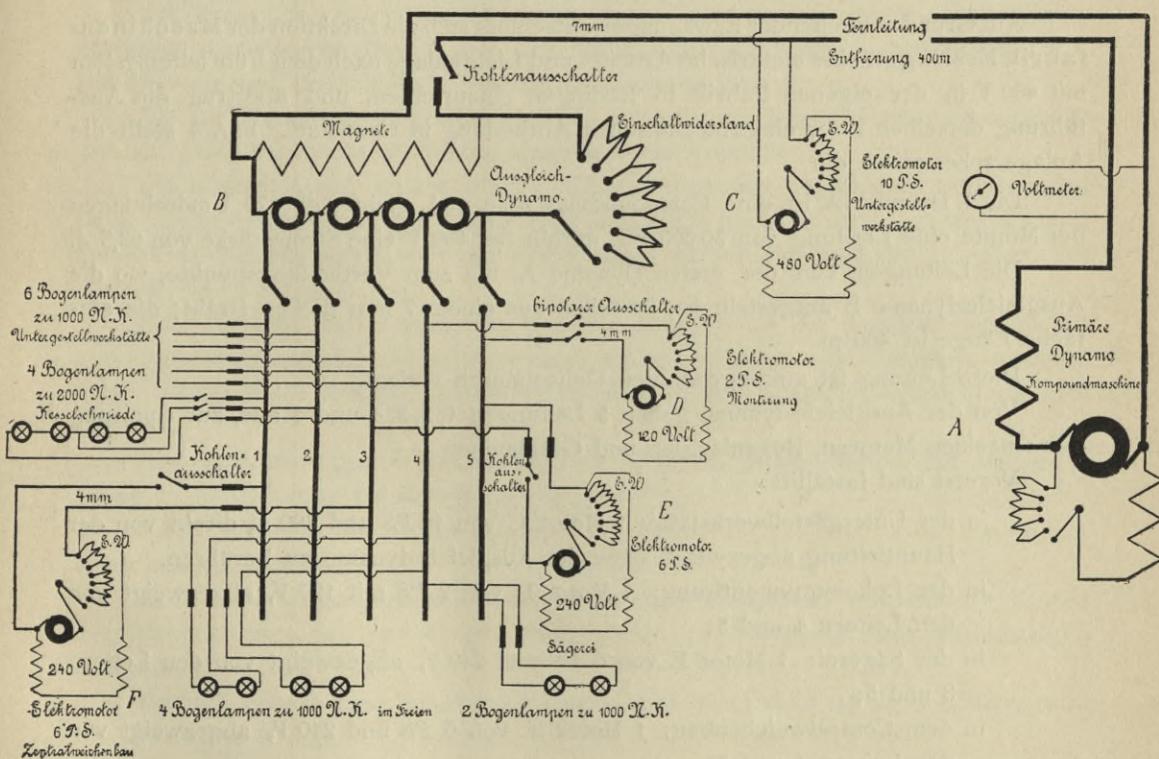


Fig. 4. Schaltungsschema der Licht- und Kraft-Centrale in der Maschinenfabrik Esslingen.

Die Häuser- und Strassenbeleuchtung, sowie auch die Arbeitsübertragung etc. kann nach Belieben zwischen zwei benachbarten oder zwischen 2 von einander weiter entfernt liegenden Leitungen angeschlossen werden, wie z. B. zwischen Leiter 2 und 3, oder 2 und 4, 5 und 1 etc. (Fig. 4), wobei jedoch zu beachten ist, dass die Spannung zwischen 2 benachbarten Leitern bei dem Fünfleitersystem $\frac{1}{4}$ von der Spannung zwischen den beiden äusseren Leitern beträgt, und zwischen 2 anderen, nicht benachbarten Leitern der Entfernung entsprechend hoch wird; z. B. beträgt die Spannung zwischen den Leitern 1 und 3 die Hälfte und zwischen 2 und 5 drei Viertel etc. von der Spannung zwischen den äusseren Leitern.

Dies ist besonders von Werth bei der Kraftvertheilung; denn man kann dabei die Spannung der Motoren nach der Grösse derselben wählen und bekommt auf diese

Weise möglichst billige Leitungen; ferner ist es von Wichtigkeit bei Strassenbahnbetrieb von der Licht- und Kraft-Centrale aus.

Die Motoren für den Strassenbahnbetrieb können in diesem Falle für eine verhältnissmässig hohe Spannung und dementsprechend kleinere Stromstärke gebaut werden, wodurch eine leichtere Stromzuführung, welche ja bekanntlich durch Schleifkontakte bewerkstelligt wird, erzielt wird.

Es geht nun hieraus hervor, dass die Mehrleitersysteme in Verbindung mit Ausgleichmaschine in der Ausführung und im Betrieb keinerlei Schwierigkeiten bieten und bei weiter ausgedehnten Anlagen gegenüber den Anlagen mit direkter Vertheilung den Vorzug verdienen.

Auf Grund vorstehender Erwägungen entschloss sich die Direktion der Maschinenfabrik Esslingen eine elektrische Arbeits- und Lichtanlage nach dem Fünfleitersystem mit 480 V in der eigenen Fabrik in Esslingen einzurichten, und übertrug die Ausführung derselben ihrer elektrotechnischen Abtheilung in Cannstatt. Fig. 4 stellt die Anlage schematisch dar.

Die I. Dynamo A ist eine Compoundmaschine und giebt bei 670 Umdrehungen per Minute eine Leistung von 30 000 VA, mithin bei 480 V eine Stromstärke von 62,5 A.

Die Leitungen von der ersten Dynamo A bis zum Vertheilungspunkte, wo die Ausgleichsdynamo B aufgestellt ist, bestehen aus einem 7 mm dicken Draht; die einfache Länge ist 400 m.

Diese Leitung ist auf sogenannten Oelisolatoren verlegt.

Von der Ausgleichsdynamo gehen 5 Leitungen 1, 2, 3, 4 und 5 aus, zur Speisung der einzelnen Motoren, Bogenlampen und Glühlampen.

Vorerst sind installiert:

in der Untergestellwerkstätte: 1 Motor C von 10 PS und 480 V, direkt von der Hauptleitung abgezweigt, ohne die Ausgleichsdynamo zu berühren.

in der Lokomotivmontirung: 1 Motor D von 2 PS mit 120 V, abgezweigt von den Leitern 4 und 5;

in der Sägerei: 1 Motor E von 6 PS und 240 V, abgezweigt von den Leitern 3 und 5;

in dem Centralweichenbau: 1 Motor F von 6 PS und 240 V, abgezweigt von den Leitern 1 und 3.

Ausser diesen 3 Motoren, die von dem Fünfleitersystem abgezweigt sind, werden noch 6 Bogenlampen von je 1000 N. K., 4 von je 2000 N. K., ferner 6 noch nicht installirte Bogenlampen von je 1000 N. K. und einige Glühlampen von den einzelnen Leitern aus mit Strom versehen.

Betrachtet man das Schema, so findet man, dass die beiden Motoren E und F, welche je 240 V Spannung haben, nicht von 2 benachbarten Leitungen, sondern von dem mittleren Leiter und je einer äusseren Leitung abgezweigt sind, während der 2pferdige Motor D von zwei benachbarten Leitungen 4 und 5 abgezweigt ist.

Da, wie schon erwähnt, die Spannung zwischen 2 benachbarten Leitern $\frac{1}{4}$ der ganzen Spannung beträgt, in diesem Falle 120 V, so muss ein Motor oder sonstiger stromaufnehmender Apparat, der eine höhere Spannung braucht als 120 V, nicht von 2 benachbarten Leitungen, sondern je nach der Spannung von Leitern, die in einer grösseren Entfernung von einander liegen, z. B. 1 und 3, 1 und 4, 1 und 5 etc. abgezweigt werden.

Da die Spannung zwischen den Leitern sich addirt in der Weise, dass sie zwischen Leiter 1 und 3 zweimal 120, zwischen 1 und 4 dreimal 120, zwischen 1 und 5 viermal 120, zwischen 2 und 5 dreimal 120, zwischen 3 und 5 zweimal 120 etc. beträgt, so muss ein Motor oder sonstiger Stromaufnehmer je nach der Spannung, welche er benöthigt, zwischen 1 und 2, 1 und 3, 1 und 4, 2 und 4 etc. eingeschaltet werden. Es müssen daher die beiden Motoren E und F nicht von zwei benachbarten Leitungen, sondern, wie hier, zwischen 1 und 3 bzw. 3 und 5 abgezweigt werden; selbstredend können sie auch zwischen 2 und 4 eingeschaltet werden.

Die Motoren E und F sind mit 240 statt 120 V gebaut worden, um billige Leitungen zu erhalten.

Bei demselben procentualen Verluste ist der Preis der Leitung, wie bereits nachgewiesen, nur $\frac{1}{4}$ von demjenigen, der nöthig wäre bei einer Spannung von 120 V. Die Motoren sind sämmtlich als Nebenschlussmotoren gebaut.

Die zur Regulirung und Ueberwachung der Anlage nöthigen Geräte beschränken sich auf einen sogenannten Handregulator und ein Voltmeter.

Die Bogenlampen, welche eine niedrigere Spannung benöthigen, sind von den zwei benachbarten Leitungen abgezweigt und zwar nicht einzeln, sondern 2 und 2 hinter einander geschaltet, weil eine Bogenlampe, um ein ruhiges Licht zu geben, nur etwa 60 bis 65 V bedarf.

Zum Einschalten der einzelnen Motoren, sowie auch der Ausgleichsdynamo ist nur je ein sogenannter Einschaltwiderstand nöthig, welcher sich von einem gewöhnlichen Widerstand dadurch unterscheidet, dass er mit Kurzschlussvorrichtung versehen ist.

Zur Sicherheit gegen Kurzschluss etc. sind bei jedem Motor und bei jeder grösseren Abzweigung Bleisicherungen angebracht.

Die Bedienung der ganzen Anlage ist äusserst einfach und kann von einem Mann besorgt werden.

Es ist zum Schluss vielleicht noch angezeigt, anzugeben, wie hoch die Kosten der Hauptleitung bei 120 V geworden wären im Vergleich mit der jetzigen Anordnung.

Der zur Verwendung gekommene 7 mm-Draht wiegt rund 0,5 kg per Meter, also 800 m wiegen 400 kg.

Der Preis für 1 kg kann zu 2 M angenommen werden, somit ist der Gesamtpreis der Kupferleitung 800 M.

Wäre die Spannung an der Maschine 120 statt 480 V, so würde bei demselben procentualen Verluste der Leitungsquerschnitt 16-mal so gross genommen werden müssen, d. h. statt der 38,5 qmm des Querschnittes von 7 mm Durchmesser würden $16 \times 38,5 = 616$ qmm zur Verwendung kommen.

Da man aber nicht leicht ein Kabel von 616 qmm spannen kann, so wäre man gezwungen, es in mehrere kleinere Kabel zu zerlegen, die alle parallel geschaltet werden müssten; z. B. würden 6 Kabel aus 19 Drähten mit je 2,6 mm Durchmesser ungefähr den verlangten Querschnitt haben.

Ein Kabel zieht sich aber beim Spinnen zusammen, sodass das Gewicht um ungefähr 10% höher genommen werden muss.

Das Gewicht des Kabels würde demnach nicht 16-mal, sondern 16-mal + 10% von dem des 7 mm-Drahtes, d. h. $16 \times 400 \text{ kg} + 10\% = 7040$ kg sein.

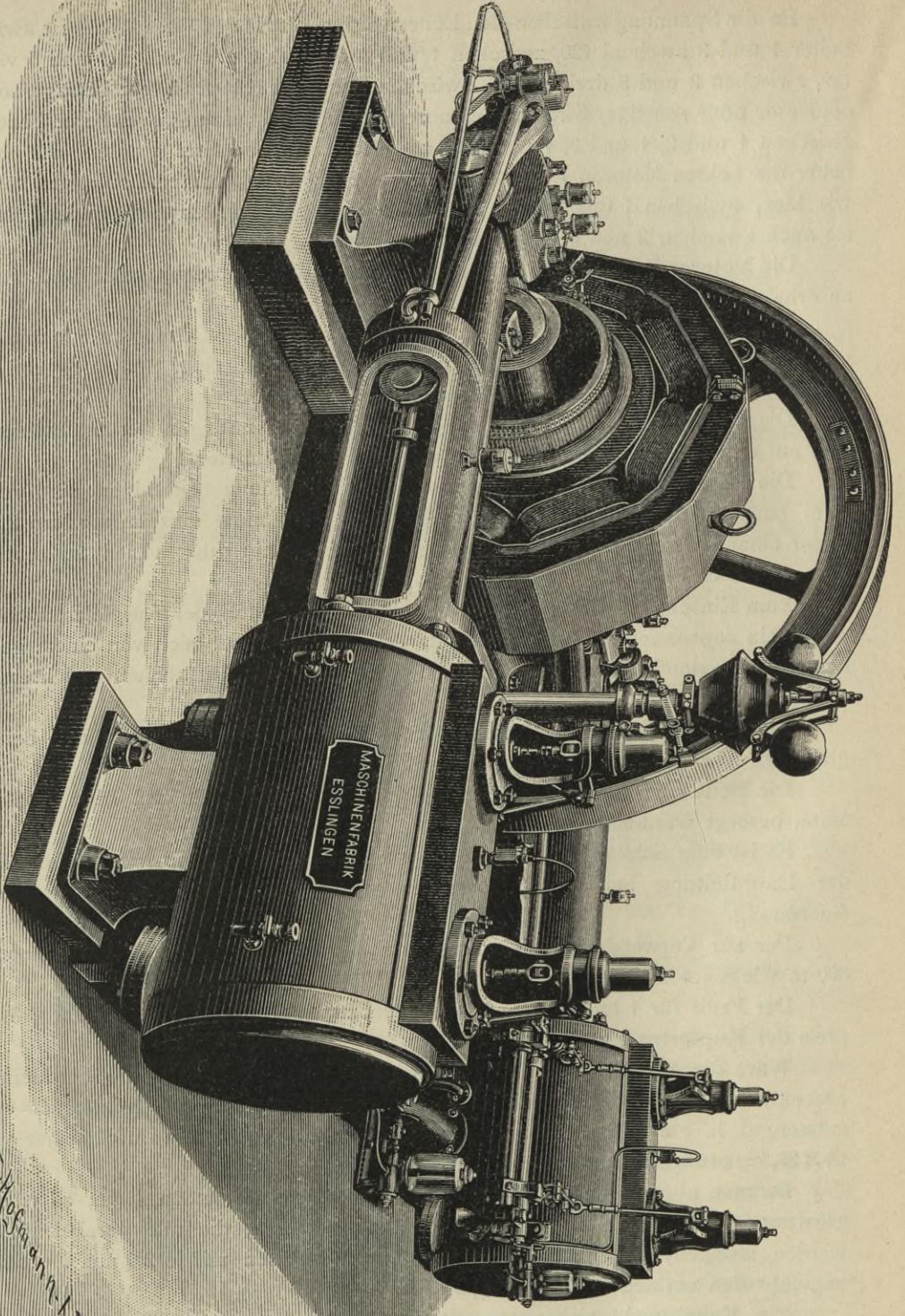


Fig. 5. Dampfdynamomaschine.

E. Kofmann & P. Stuttgart

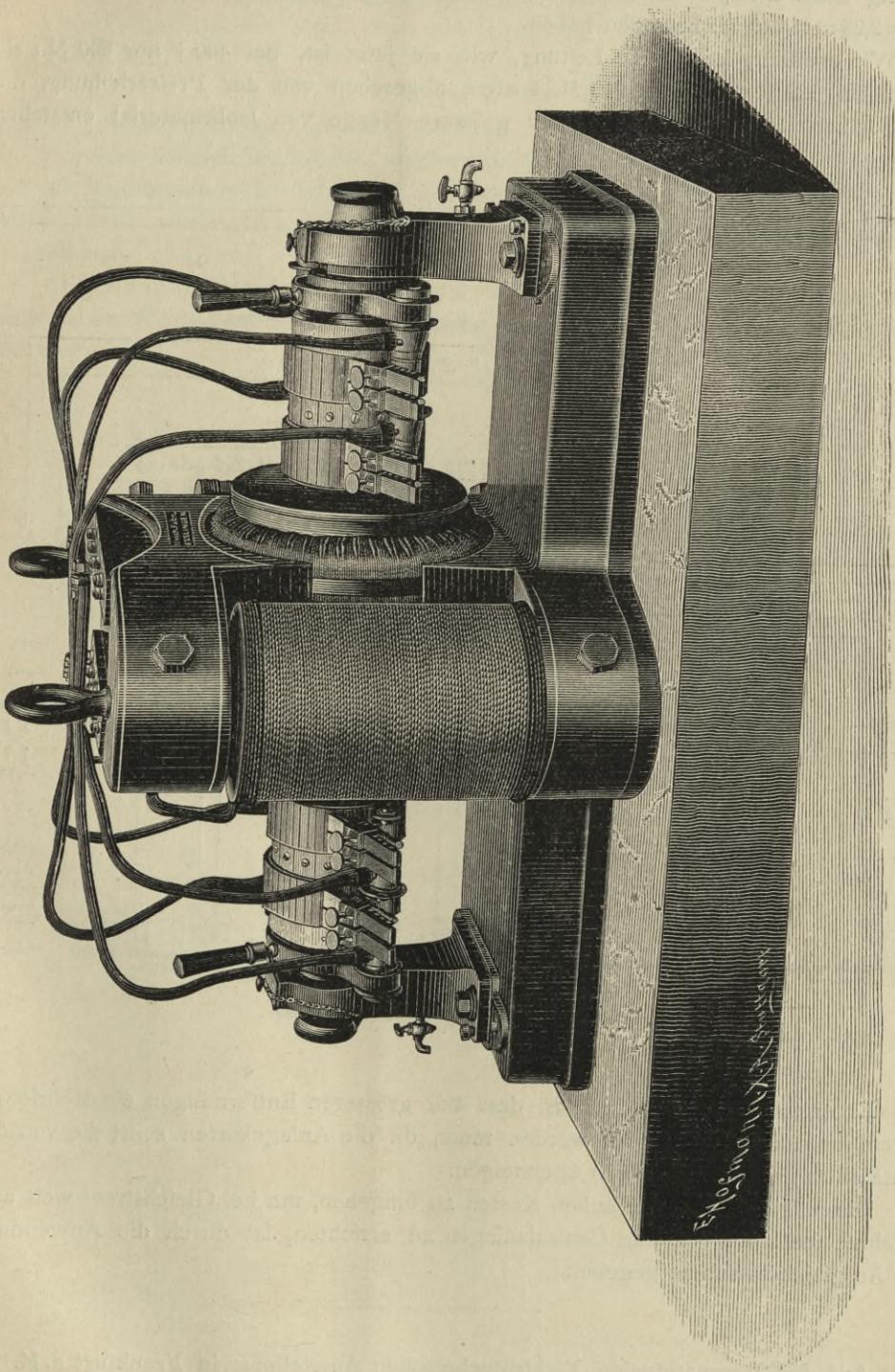


Fig. 6. Ausgleichsmaschine

Ein Kabel ist um etwa 25 M. auf 100 kg theurer, als Draht; somit würde der Preis für 1 kg nicht 2 M., sondern 2,25 M. betragen; der Gesamtpreis würde demnach $7040 \times 2,25 = 15\,840$ M. betragen haben.

Wie erwähnt, kostet die Leitung, wie sie jetzt ist, bei 480 V nur 800 M.; sie würde bei 120 V jedoch 15840 M. kosten, abgesehen von der Preiserhöhung, die durch höhere Installationskosten und grössere Menge von Isolirmaterial entstehen würde.

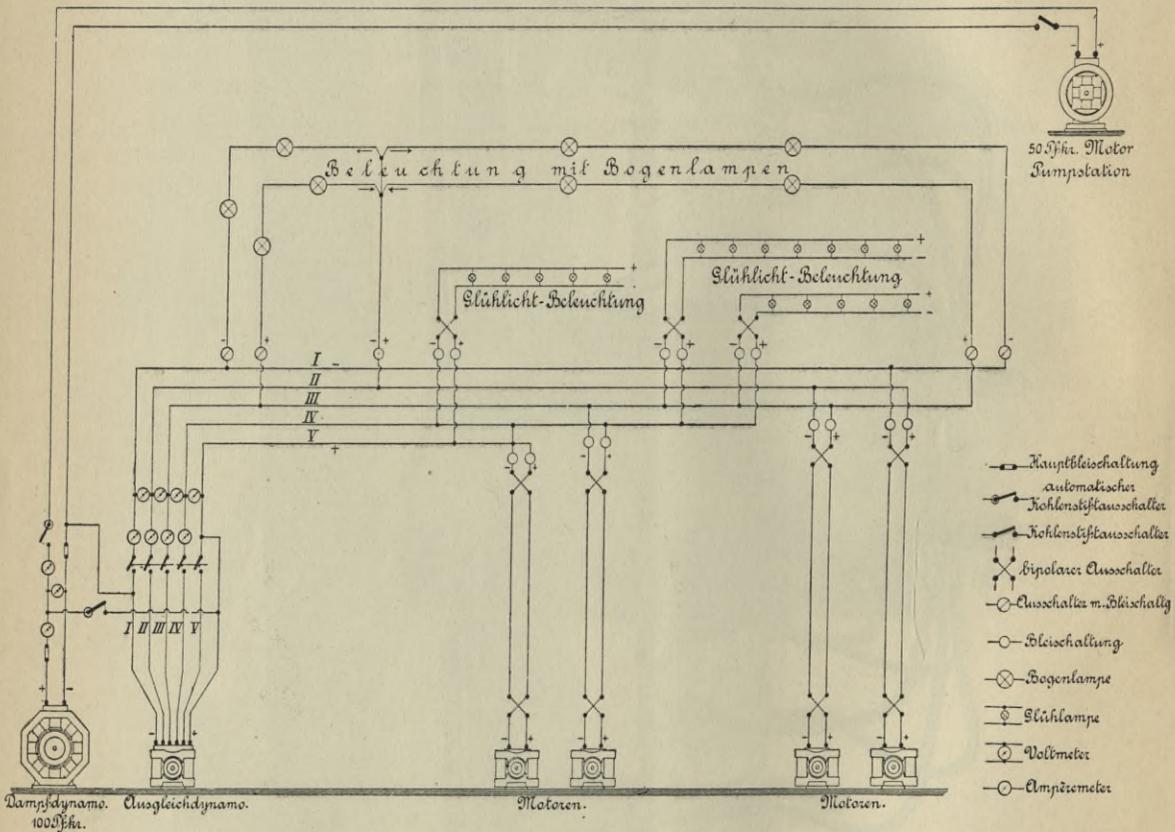


Fig. 7. Schaltungsschema der Ausstellungsanlage.

Es ergibt sich also hieraus, dass bei grösseren Entfernungen ein Mehrleitersystem unbedingt verwendet werden muss, da die Anlagekosten sonst die von der Rentabilität gesetzten Grenzen übersteigen.

Die Möglichkeit, diese hohen Kosten zu umgehen, um bei Gleichstrom weit ausgedehnte und doch rentable Centralanlagen zu errichten, ist durch die Anwendung der Ausgleichsmaschine gegeben.

Auf der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a. M. hat die Maschinenfabrik Esslingen eine kleinere Anlage nach dem Fünfleitersystem ausgeführt.

Fig. 5 stellt die ausgestellte Primärmaschine mit Dampfmaschine dar, Fig. 6 die Ausgleichsdynamo, Fig. 7 das Schaltungsschema der ganzen Anlage.

Die Primärmaschine Fig. 5 hat eine Spannung von 480 V und eine Stromstärke von rund 125 A.

Von hier aus wird der Elektromotor in der Pumpstation am Main direkt, ohne die Ausgleichsdynamo zu berühren, betrieben.

Von der Ausgleichsmaschine, welche 4 Kollektoren und 4 Ringwickelungen, jedoch nur ein Magnetsystem besitzt, wird die elektrische Energie in das Fünfleitersystem vertheilt und werden von hier aus die kleineren Elektromotoren, sowie Glüh- und Bogenlampen gespeist.

Die Maschinenfabrik Esslingen ist augenblicklich mit der Ausarbeitung eines neuen Wechselstromsystems beschäftigt und wird dasselbe in allernächster Zeit veröffentlichen.

OSCAR VON MILLER IN MÜNCHEN.

Vom Jahre 1883—1890 hatte ich als Direktor der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft und der Berliner Elektrizitäts-Werke gemeinsam mit Herrn Direktor Rathenau den Bau und Betrieb der Berliner Centralstation zu leiten.

Im Jahre 1890 errichtete ich in meiner Vaterstadt München ein elektrotechnisches Bureau und hatte im Auftrage mehrerer Städte und Privatkonsortien eine grössere Anzahl von Elektrizitätswerken für elektrische Beleuchtung und Kraftübertragung nach verschiedenen Systemen zu projektiren.

Von diesen Projekten ist dasjenige für die Stadt Cassel bereits seit 15. Mai d. J. von mir fertig- und in Betrieb gestellt, während eine zweite Centralstation in Heilbronn, deren Ausführung ich für Rechnung des Württembergischen Portland-Cement-Werkes Lauffen übernahm, im Bau begriffen ist.

I. Elektrizitätswerk in Cassel.

In einer Entfernung von 6—7 km von Cassel liegt an der Fulda eine Mühle mit 200 PS, welche von der Stadt erworben wurde, um in den heissen Sommermonaten, in welchen die bestehende Quellwasserleitung nicht genügend Wasser liefert, ein Reservepumpwerk in Betrieb zu setzen.

Da im Winter das Wasserwerk fast gar nicht gebraucht wird und im Sommer eine elektrische Beleuchtungscentrale sehr wenig Kraft erfordert, so wurde beschlossen, diese Mühle gleichzeitig als Reservewasserwerk und als Kraftquelle für die in Cassel zu errichtenden elektrischen Centralstationen zu benutzen.

Von zwei Turbinen, Fig. 1, wird eine Transmission angetrieben, welche gleichzeitig mit einer Reservelokomobile von 100 PS in Verbindung steht.

Die Transmission betreibt zwei Wechselstrommaschinen à 100 PS, welche parallel geschaltet werden und zusammen einen Strom von 2200 V und 60 A erzeugen.

Dieser Strom wird durch ein konzentrisches Doppelkabel von je 60 qmm Querschnitt nach zwei Sekundärstationen in Cassel geleitet, von denen eine in einem Hofraume des städtischen Messhauses und die andere im Keller eines Schulhauses sich befindet. Der hochgespannte Strom treibt in jeder der Stationen einen Wechselstrommotor von 75—80 PS_e, der je zwei zur Stromerzeugung dienende Dynamomaschinen antreibt (Fig. 3).

Diese Dynamomaschinen erzeugen nun Gleichstrom von ca. 110 V, welcher nach dem Dreileitersystem in der Stadt vertheilt wird.

In einer der Stationen befindet sich eine Akkumulatorenbatterie, welche am Tage während der Zeit des schwachen Konsums den elektrischen Strom aufspeichert und am Abend während des Maximalkonsums die Dynamomaschinen bei der Stromlieferung unterstützt.

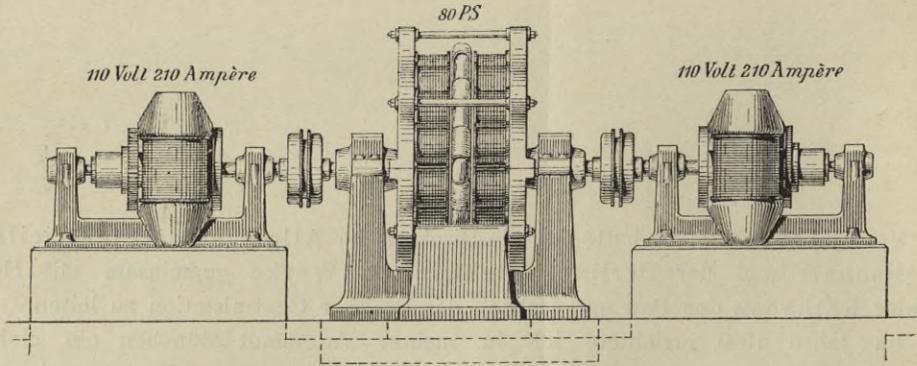


Fig. 3. Wechselstrom-Gleichstrom-Transformator.

Diese in Fig. 4 dargestellte Disposition ist weiter nichts als eine einfache elektrische Kraftübertragung für eine gewöhnliche nach dem Dreileitersystem mit Akkumulatorenbetrieb gebaute Centralstation, bei welcher die Dynamomaschinen statt mit Dampfmaschinen von Elektromotoren angetrieben werden.

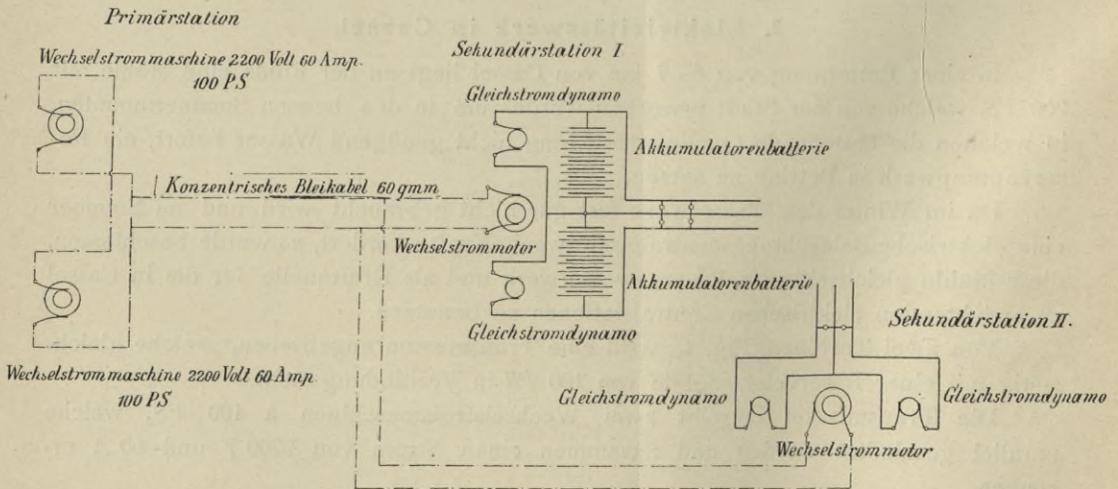


Fig. 4. Schaltungsschema.

Ich habe zur Kraftübertragung gewöhnliche Wechselstrommotoren gewählt, weil diese Maschinen keinen Kommutator besitzen und sich deshalb für Spannungen von 2000 V besser isoliren lassen, als Gleichstrommaschinen.

Die Nachteile der Wechselstrommotoren, dass sie sehr schwer und nur mit grosser Funkenbildung anlaufen, sind bei der von mir gewählten Disposition dadurch ver-

TURBINEN- UND MASCHINENHAUS IN DER NEUMÜHLE
 FÜR DAS
 ELEKTRIZITÄTSWERK KASSEL.

OSCAR VON MILLER IN MÜNCHEN.

QUERSCHNITT.

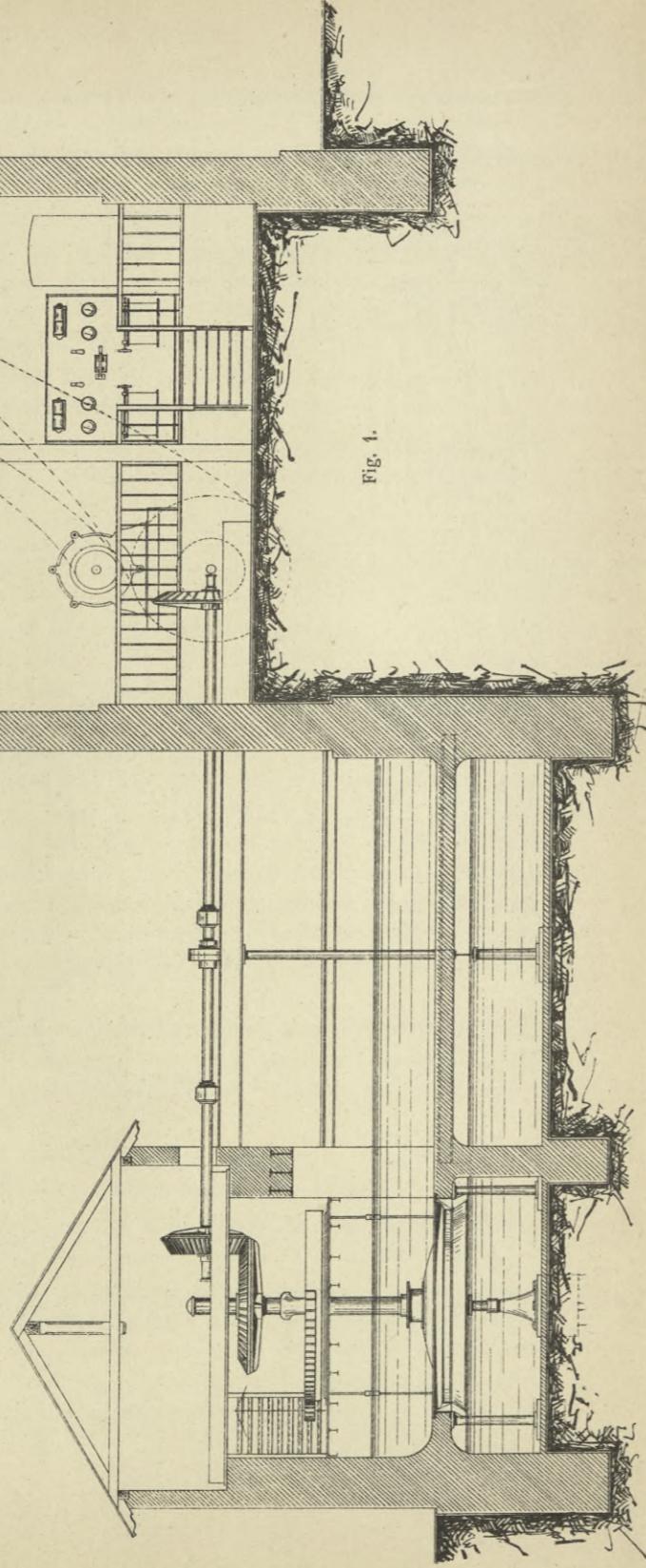


Fig. 1.

GRUNDRISS.

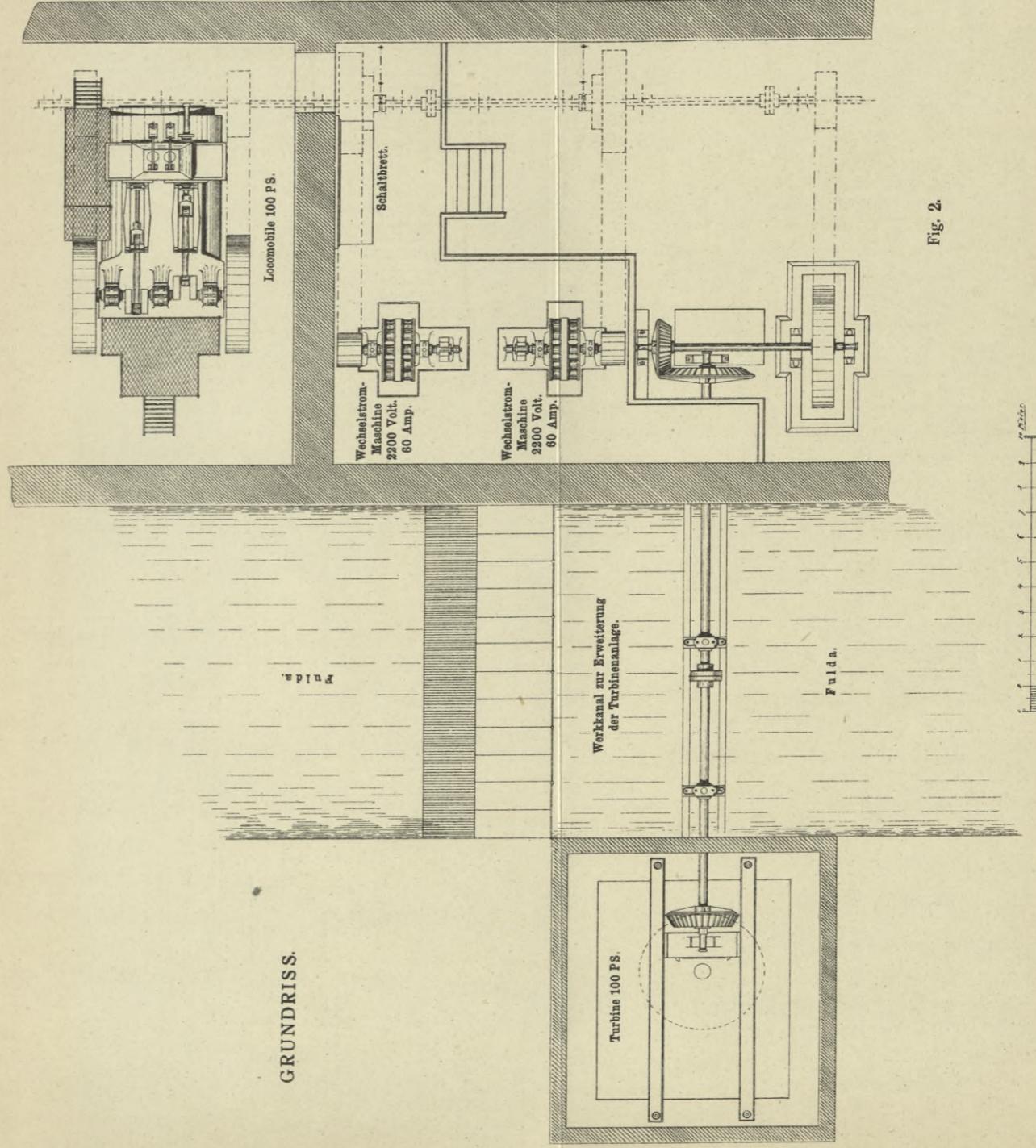


Fig. 2.

vermieden, dass beim Anlaufen der sekundären Wechselstrommaschinen die mit ihnen gekuppelten Dynamomaschinen als Motoren dienen, welche den zum Antrieb nöthigen Strom von den Akkumulatoren erhalten, so dass die primären und sekundären Wechselstrommaschinen erst zusammengeschaltet werden, wenn beide die gleiche Tourenzahl erreicht haben.

Diese Art der Stromvertheilung, bei welcher gleichgerichtete Ströme in den Sekundärstationen erhalten werden, eignet sich besonders für Städte, welche, wie z. B. Cassel, über eine entfernt liegende kleine Wasserkraft verfügen, die zur Befriedigung des gesammten Stromkonsums in Akkumulatoren aufgespeichert werden muss.

Das Elektrizitätswerk ist seit 15. Mai 1891 im Betriebe und genügt zur Zeit für 2600 gleichzeitig brennende oder 3500 installirte Lampen à 16 N. K.

Durch Vermehrung der Akkumulatoren und Aufstellung weiterer Turbinen kann die Leistungsfähigkeit der Centrale bis auf 9000 gleichzeitig brennende oder 12 000 installirte Lampen erhöht werden.

II. Elektrizitätswerk in Lauffen-Heilbronn.

Das Portland-Cement-Werk Lauffen, welches die Koncession zur Errichtung eines Elektrizitätswerkes für Heilbronn erworben hat, besitzt am Neckar in einer Entfernung von ca. 12 km von Heilbronn eine Wasserkraft mit ca. 1500 PS, von welchen 600 PS für die Cementfabrikation und 900 PS für die Vertheilung von Kraft und Licht verwendet werden sollen. Es wird bei dieser Anlage für die Stromvertheilung der mehrphasige Wechselstrom, der sogenannte Drehstrom, zum ersten Male zur Anwendung kommen, weil so hohe Spannungen, wie sie zur Fortleitung von Strömen auf eine Entfernung von 12 km nöthig sind, nur mit Wechselstrommaschinen sicher erzeugt werden können und weil mehrphasige Wechselströme sich besonders gut für kleine Elektromotoren eignen, welche in der Stadt Heilbronn einen bedeutenden Theil des Konsums bilden werden.

Die Umwandlung der Wechselströme in gleichgerichtete Ströme zur Füllung von Akkumulatoren war in diesem Falle nicht nöthig, da die Wasserkraft äusserst billig und hinlänglich gross ist, um auch den grössten für die Stadt Heilbronn zu erwartenden Konsum zu befriedigen.

Von den für das Elektrizitätswerk bestimmten drei Turbinen wird zunächst nur eine mit 300 PS zum Antrieb einer Drehstrommaschine benutzt. (Fig. 5.)

Diese Maschine erzeugt einen Strom von 50 V und 4000 A, welcher nach einem Transformator geleitet und dort in einen Strom von 5000 V und 39 A umgewandelt wird.

Diese primäre Transformirung ist der Benutzung einer Maschine, welche direkt hohe Spannungen erzeugt, vorzuziehen, da Maschinen mit niedrigen Spannungen nicht nur sicherer zu isoliren sind, sondern auch einen wesentlich höheren Wirkungsgrad haben, als Maschinen von sehr hohen Spannungen, sodass der im Transformator stattfindende Energieverlust von ca. 3% durch den höheren Wirkungsgrad der Maschine vollkommen ausgeglichen wird.

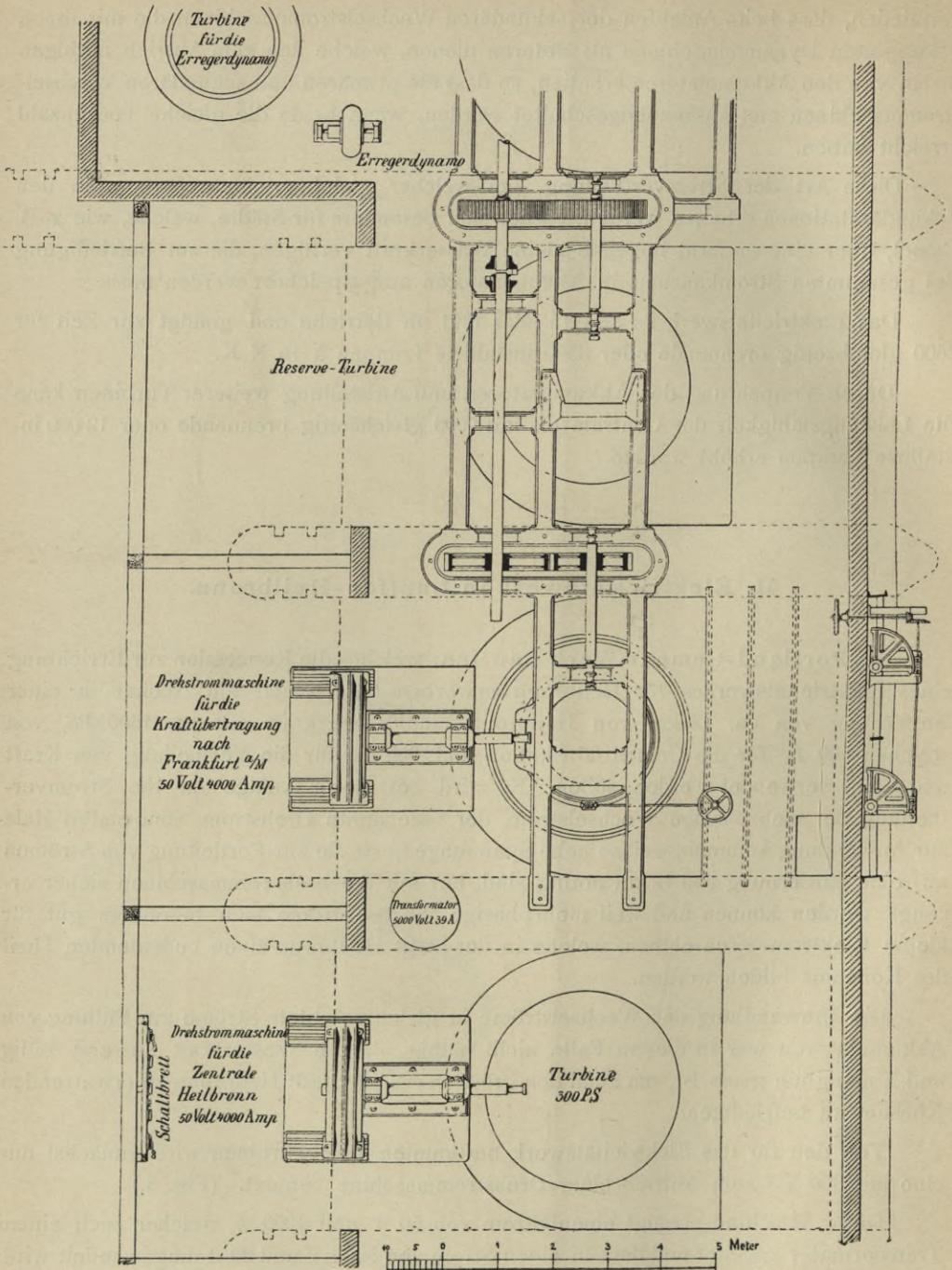


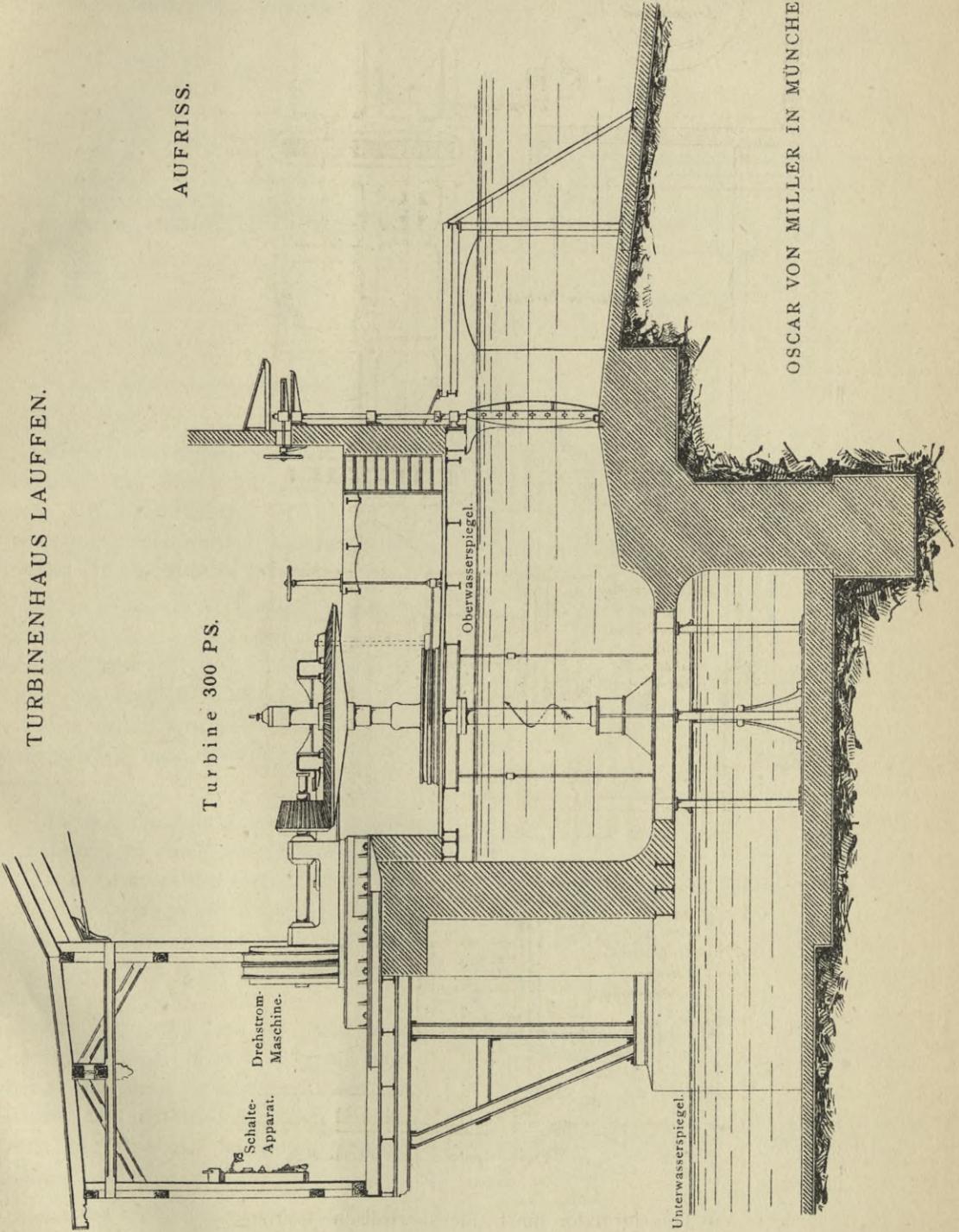
Fig. 5. Grundriss der Turbinenanlage.

Von dem Transformator führt eine oberirdische Leitung, welche aus drei blanken Kupferdrähten von 6 mm Durchmesser besteht, bis zur Stadtgrenze von Heilbronn. Zur Isolierung der Drähte dienen Oelisolatoren (Fig. 7 und 8), welche auf Querhölzern angeschraubt und auf Masten von 8—14 m Höhe befestigt werden, sodass die

FIG. 6.

TURBINENHAUS LAUFEN.

AUFRISS.



OSCAR VON MILLER IN MÜNCHEN.



Drähte mindestens 1 m über den höchsten Obstbäumen, die der ganzen Landstrasse entlang gepflanzt sind, hinwegführen.

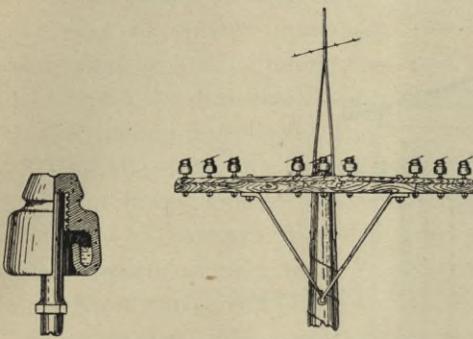


Fig. 7 und 8. Öltransformator-Gestänge.

Ueber den Drähten wird auf der ganzen Linie ein Stacheldraht befestigt, der nach den Erfahrungen, welche in der Schweiz gemacht wurden, der beste Blitzableiter für oberirdische Leitungen ist.

Die oberirdische Leitung endet vor der Stadt Heilbronn in einem Haupttransformator, welcher dem in der Maschinenstation zu Lauffen vollständig gleich ist und den Strom von 5000 V Spannung in einen solchen von 1500 V Spannung verwandelt.

Diese Ermässigung der Spannung vor dem Eintritt in Heilbronn ist erforderlich, weil die Leitungen innerhalb der Stadt unterirdisch verlegt werden sollen und mir bisher noch kein Kabelsystem für Spannungen von 5000 V als genügend erprobt schien.

Für die zunächst zur Ausführung kommende Anlage führt eine Hauptspeiseleitung von dem erwähnten Haupttransformator bis zur Mitte der Stadt und verzweigt sich von hier nach den einzelnen Strassen.

An das hierdurch entstehende Primär-Vertheilungsnetz von hoher Spannung sind in Abständen von ca. 200 m Sekundärtransformatoren angeschlossen, welche den Strom von 1500 V in einen solchen von 100 V umwandeln. (Fig. 9.)

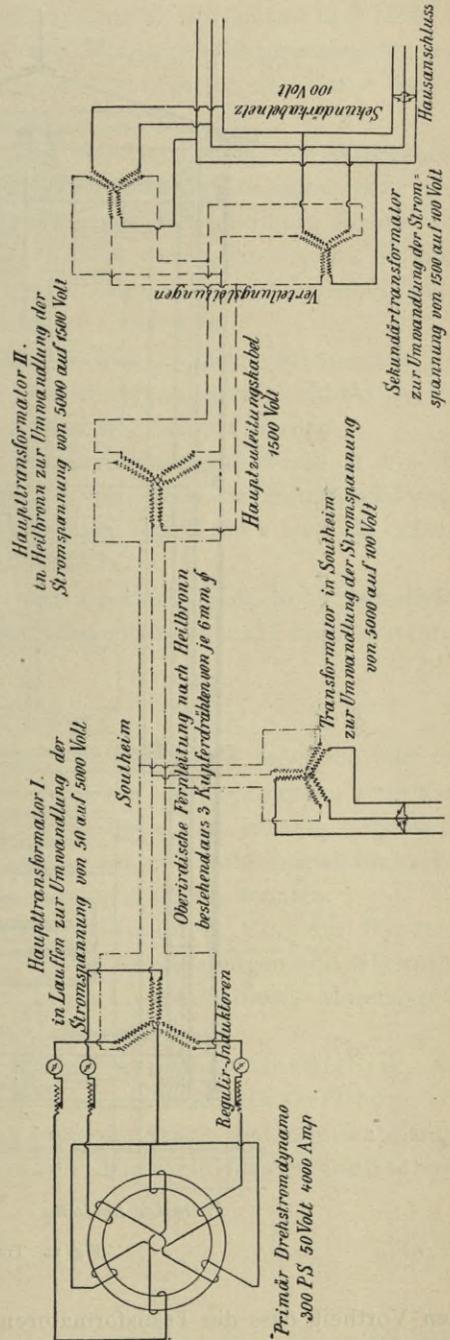


Fig. 9. Strom-Vertheilungs-Schema Lauffen-Heilbronn.

Die Transformatoren sind in Häuschen untergebracht, welche den Litfasssäulen ähnlich sehen und auch als solche benutzt werden. (Fig. 10.) Diese Disposition hat

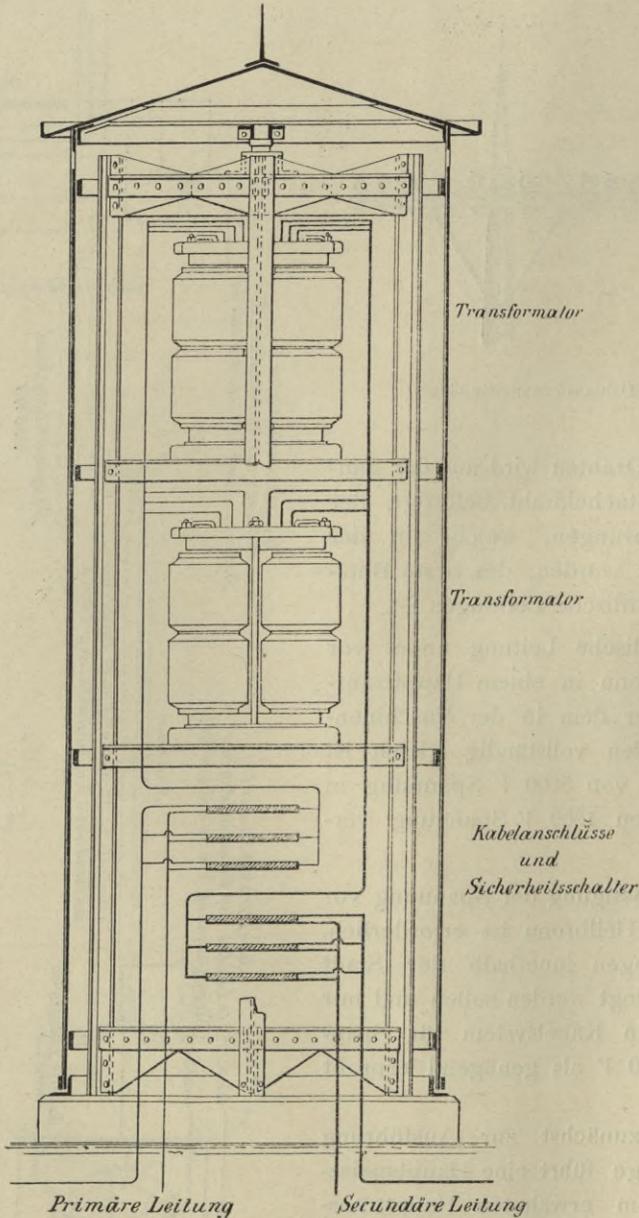


Fig. 10. Transformatorenhäuschen.

den Vortheil, dass die Transformatoren sehr leicht zugänglich bleiben und dass die Verbindungen der einzelnen Kabelleitungen in den Häuschen sehr einfach und sicher ausgeführt werden können.

Von diesen Transformatoren zweigt das sekundäre Vertheilungsnetz ab, an das sodann die einzelnen Häuser angeschlossen sind (Fig. 9.).

Der Gesamtverlust in den ca. 12 km langen Leitungen und in den zwischen-geschalteten Transformatoren beträgt nur 20%, sodass von den in Lauffen erzeugten 200 000 VA, 160 000 VA zu den Konsumenten nach Heilbronn gelangen, welche 3200 Glühlampen à 16 N.K. oder deren Stromäquivalent in Bogenlicht und Motoren gleichzeitig zu speisen vermögen. Da nicht alle Konsumstellen gleichzeitig voll belastet sind, so können mindestens 4200 sechzehnkerzige Lampen oder deren Stromäquivalent an das Kabelnetz angeschlossen werden.

Die gesammte Anlage kostet incl. Erwerbung und Gewinnung der Wasserkraft ca. 375 000 M., sodass pro installirte Lampe nicht ganz 90 M. aufzuwenden sind.

Wenn man berücksichtigt, dass bei Betrieben mit Wasserkraften ausser der Verzinsung und Amortisation nur sehr geringe Kosten verursacht werden, so kann man beurtheilen, welch' grosser Vortheil durch die Uebertragung und Vertheilung einer billigen Kraft nach einer entfernt liegenden Stadt zu erzielen ist.

Eine zweite Turbine mit Drehstrommaschine, welche zunächst als Reserve aufgestellt wird, soll während der elektrischen Ausstellung zu einer Kraftübertragung von Lauffen nach Frankfurt a. M. auf 175 km Entfernung benutzt werden.

Die hierfür zur Verwendung kommenden Einrichtungen sind dieselben wie die für das Elektrizitätswerk Heilbronn vorgesehenen, nur dass die Haupttransformatoren während dieses Versuches für eine Stromspannung von 25 000 V statt für 5000 V umgewickelt werden.

Die Betriebseröffnung der Centrale findet vertragsmässig Ende November dieses Jahres statt und es sind bereits 1000 Glühlampen, 25 Bogenlampen und 7 Elektromotoren angemeldet.

Für die Lieferung der Maschinen, Leitungen und Apparate habe ich, da ich weder durch Verträge noch durch eigene Fabriken an bestimmte Fabrikate gebunden bin, diejenigen Firmen gewählt, deren Systeme den jeweilig gegebenen Verhältnissen am besten entsprachen, oder welche — sei es durch Specialfabrikation oder örtliche Verhältnisse — die günstigsten Bedingungen stellen konnten.

In Kassel sind die Turbinen von Briegleb, Hansen & Co., die Dynamomaschinen von der Maschinenfabrik Oerlikon, die Kabelleitungen von Siemens & Halske und die Akkumulatoren von der Akkumulatorenfabrik, Aktiengesellschaft in Hagen (vormals Müller & Einbeck), ausgeführt.

In Lauffen werden die Turbinen von der Geislinger Maschinenfabrik, die Dynamomaschinen und Transformatoren von der Maschinenfabrik Oerlikon, die unterirdischen Leitungen von Siemens & Halske und die Schalt- und Regulirapparate sowie die Elektromotoren von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft geliefert.

GEBRUEDER NAGLO IN BERLIN.

Von den in der letzten Zeit von der Firma Gebrueder Naglo in Berlin ausgeführten grösseren Anlagen bieten vornehmlich die nachstehend beschriebenen manches Interessante, dessen Veröffentlichung in diesen Blättern den Zwecken des Städtekongresses förderlich sein dürfte. Ausser den Centralanlagen zweier Städte (einer Grossstadt und einer kleineren Stadt), Centralen, welche in ihrer Verschiedenheit als Vertreter zweier Typen gelten können, soll die Beleuchtungsanlage eines grossen Berliner städtischen Krankenhauses behandelt werden, da dieselbe, wie weiter unten ausgeführt ist, hervorragendes Interesse seitens städtischer Verwaltungen in Anspruch zu nehmen berechtigt ist.

I. Das Elektrizitätswerk der Stadt Königsberg i. Pr.

Die Stadt Königsberg übertrug im Sommer 1889 der Firma Gebrueder Naglo die Ausführung des elektrischen Theiles der projektirten Centralanlage. Dieselbe sollte in einem Umfange ausgeführt werden, dass 8000 Glühlampen zu 16 N. K. oder deren Aequivalent gleichzeitig gespeist werden können; das Leitungsnetz, welches von vornherein zu einer Leistung von 30 000 Glühlampen projektirt war, sollte im Fünfleitersystem ausgeführt werden. Die Arbeiten wurden seitens der beauftragten Firma im September 1889 in Angriff genommen und der Betrieb am 1. Oktober 1890 eröffnet.

Dem Werke ist schon durch den Umstand, dass es im reinen Fünfleitersystem ausgeführt ist und das erste und bisher einzige dieser Art ist, ein besonderes, auch historisches Interesse gesichert; die Ausführungen zeigen in ihrer Gesamtheit und in Einzelheiten manches Bemerkenswerthe, das einer ausführlicheren Beschreibung würdig ist. In dieser Beschreibung soll das Werk von dem Orte des Verbrauches bis zu dem Orte der Erzeugung der elektrischen Energie beschrieben werden.

Der Stromverbrauch beschränkt sich zunächst auf Entnahme zu Beleuchtungszwecken und zwar sind es ausser öffentlichen Gebäuden vorzüglich Verkaufsläden, Geschäftsräume und Restaurationen, welche bis jetzt angeschlossen sind. Die Lieferung von Strom zum Betriebe von Motoren ist in Aussicht genommen und auch die elektrische Beleuchtung der Strassen und Plätze der Stadt in Erwägung gezogen.

Bei den Anschlüssen der einzelnen Hausinstallationen wurde der Grundsatz festgehalten, dass bei kleineren Abzweigungen bis zu 12 A nur zwei Zuleitungen von den fünf Leitungen des Netzes aus in das Haus eingeführt wurden, bei 12—24 A wurden drei, bei 24—36 A vier und bei höherer Stromentnahme alle fünf Leiter in das Haus bis zum Schaltbrett geführt. Die Verbrauchsspannung an den Klemmen

der Lampen beträgt 110 V, sodass also zwischen den beiden Aussenleitern 440 V Gebrauchsspannung herrscht.

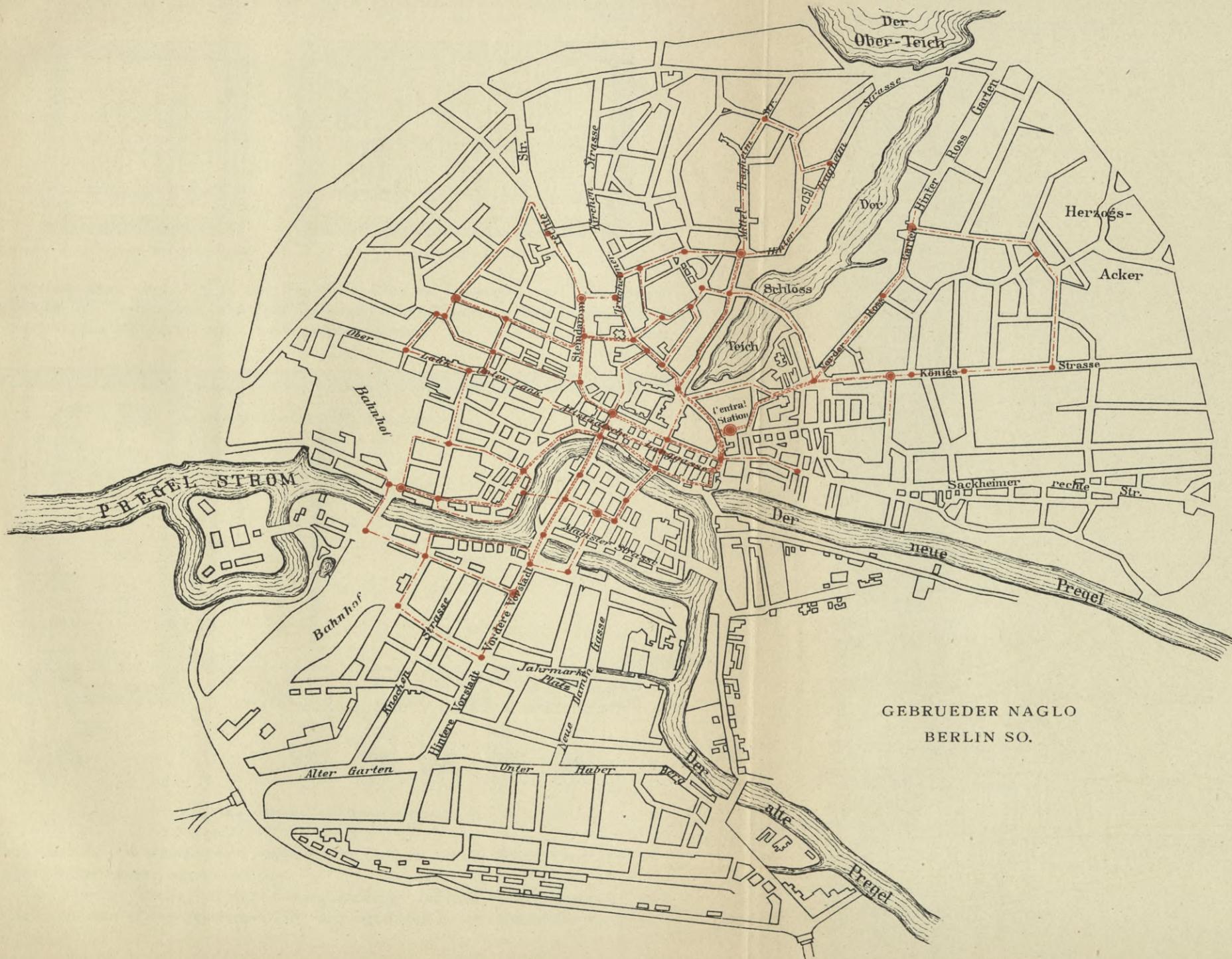
Von den im Keller der Häuser angebrachten Hausanschlüssen, bestehend aus Hauptbleisicherungen und Hauptausschaltern, führen eisengepanzerte Kabel an das Leitungsnetz in den Strassen. Dieses ist also, wie schon erwähnt, durchweg nach dem Fünfleitersystem ausgeführt worden. Die Lage des Netzes ist auf der Abbildung Fig. 1 zu erkennen; es dehnt sich schon jetzt auf den grössten Theil des Stadtgebietes aus. Auf der Zeichnung sind durch kleine Punkte die Kreuzungspunkte hervorgehoben, in denen Leitungen mehrerer Strassenzüge zusammenstossen; Kreis und Punkt geben die sogenannten Speisepunkte an. Die Gestalt und Lage des Netzes bzw. der zu beleuchtenden Strassen, besonders aber auch die Lage der Centralstation relativ zum Netze ist insofern eine ungünstige zu nennen, als das Netz sich sehr schmal und lang hinzieht und das Elektrizitätswerk nicht annähernd in den Schwerpunkt des Konsums gelegt werden konnte.

Ueber die Bedeutung der Mehrleitersysteme sei hier kurz Folgendes erinnert: Die Anwendung derselben ist bekanntlich auf das Bestreben zurückzuführen, die Stromstärke bei Gleichstromanlagen durch Hintereinanderschaltung von Lampen im Interesse einer billigeren Leitung zu reduciren, während durch die Mittelleiter das Ein- und Ausschalten einzelner Lampen ermöglicht wird. Man vertheilt also elektrische Energie unter entsprechender Erhöhung der Spannung durch kleine Stromstärken und hat hiermit den unschätzbaren Vorzug verknüpft, dass die Anwendung von Akkumulatoren gestattet bleibt. Der hohe Werth dieser Speicher für die elektrische Energie, hinsichtlich der Rentabilität und Sicherheit des Betriebes hat denselben überall schnell Eingang verschafft. Bisher ist von den Mehrleitersystemen hauptsächlich das Dreileitersystem zur Anwendung gebracht, die Königsberger Installation im Fünfleitersystem muss als ein weiterer bedeutungsvoller Schritt in dem erwähnten Sinne betrachtet werden, welcher in jeder Beziehung ein glücklicher genannt werden kann. Die Belastungsschwankungen in den einzelnen Abtheilungen des Netzes entsprechen völlig den vorherigen Berechnungen, und die Anordnungen, welche zum Verfolgen derselben dienen, haben sich als durchaus zweckmässig erwiesen.

Ueber die Ausführung des Netzes sei Folgendes erwähnt: Da in jeder Strasse mindestens fünf getrennte Leiter, wo Vertheilungs- und Speiseleitungen zusammengeführt werden mussten, sogar zehn und fünfzehn Leiter nebeneinander zu verlegen waren, war in Erwägung zu ziehen, ob sich hier nicht ein anderes System der Verlegung als das der unterirdischen Kabel empfehlen würde, und es fand hier der Vorschlag der Firma Gebrueder Naglo Beifall, nach dem blanke Kupferschienen in Monier-Kanälen verlegt werden sollten. Auch in dieser Beziehung ist das Königsberger Werk ganz besonders bemerkenswerth. Die Abbildungen Fig. 2 und Fig. 3, welche die Querschnitte von Kanälen darstellen, und Fig. 4, welche die Art des Anschlusses der zu den Häusern geführten Kabel veranschaulicht, lassen die Ausführung der Kanalleitungen erkennen: In den Monier-Kanälen sind Porzellan-Isolatoren angebracht, auf welchen die Kupferschienen verlegt sind. Biessame Stücke in S-Form aus demselben Metall sind von Zeit zu Zeit zwischengeschaltet, damit die durch die Temperaturveränderungen hervorgerufenen Längendifferenzen ausgeglichen werden. Die Kreuzungs- und Speise-Punkte sind in Gestalt von gemauerten Brunnen zur Ausführung gekommen, wie es in Fig. 5 veranschaulicht wird. An den inneren Wänden

PLAN DER KÖNIGL. HAUPT- UND RESIDENZSTADT KÖNIGSBERG i. Pr.
MIT DEN LEITUNGEN DES STÄDTISCHEN ELEKTRICITÄTSWERKES.

FIG. 1.



eines solchen Brunnens ruhen, dem Fünfleitersystem entsprechend, fünf Kupferringe auf Isolatoren. An diese Ringe sind durch Vermittelung von zwischengeschalteten

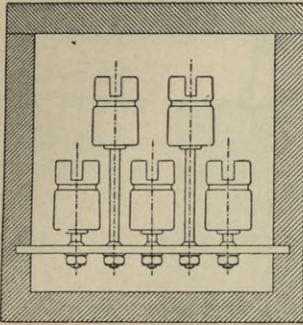


Fig. 2. Querschnitt der Leitungskanäle.

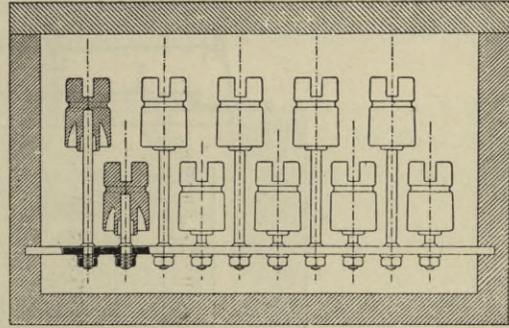


Fig. 3. Querschnitt der Leitungskanäle.

Bleisicherungen, (vgl. Fig. 6 und Fig. 7) welche die Leitungen vor Ueberlastung schützen, die Vertheilungs- und Speiseleitungen angeschlossen, welche in den seitlich einmündenden Monier-Kanälen weitergeführt werden. Der Ring lässt innen Platz

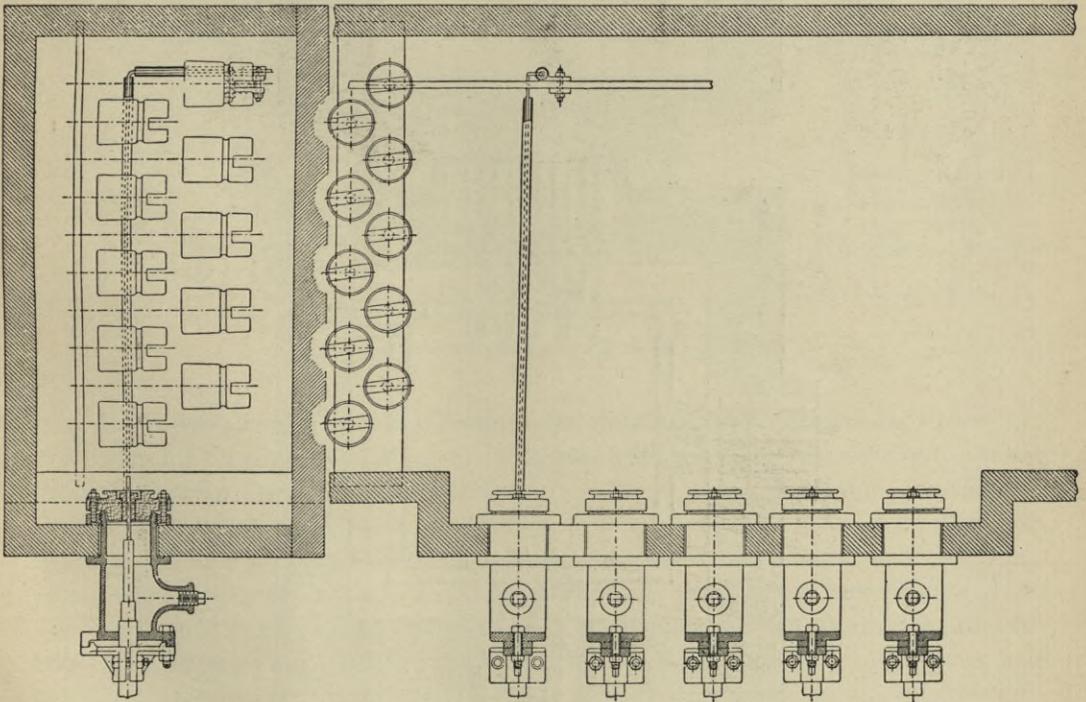


Fig. 4. Abzweigung für Hausverschlüsse.

genug, dass die zur Montage und später für Messungen erforderlichen Verrichtungen bequem vorgenommen werden können.

Die Vorzüge dieser Art der Leitungsführung sind seit Inbetriebsetzung des Werkes voll zur Geltung gekommen. Die Leitungen sind leicht zugänglich, was einer

guten Kontrolle sehr zu statten kommt, oder von Vortheil ist, wenn die Schienen vielleicht in Folge unerwartet starken Anschlusses gegen grössere ausgetauscht werden sollen. Die gute Ventilation der Kanäle führt die entwickelte Wärme schnell und

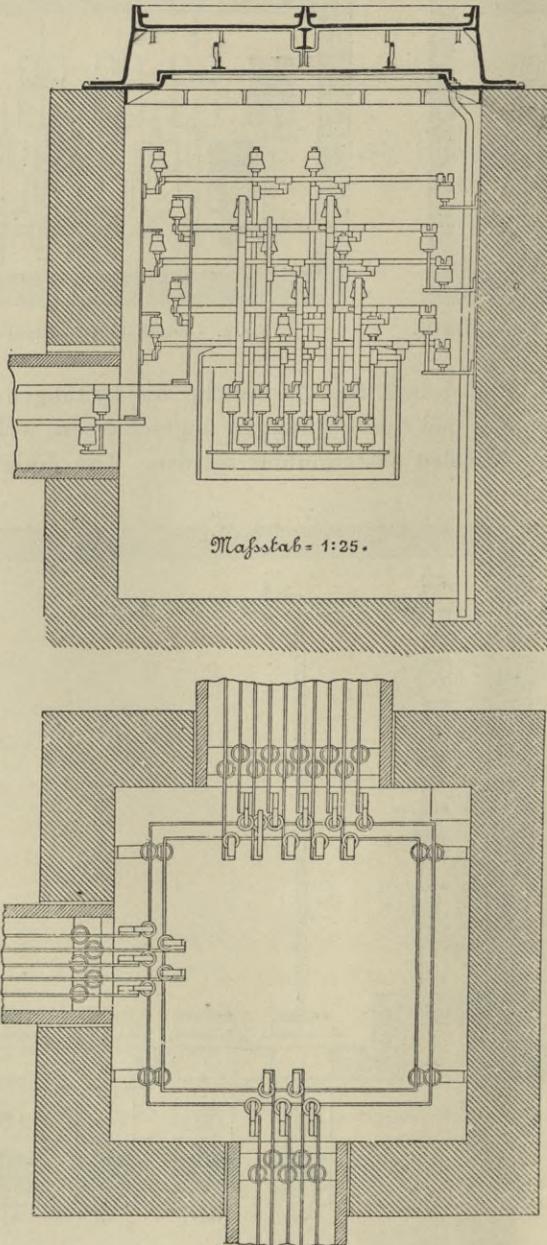


Fig. 5. Besteigbarer Verteilungskasten.

leicht ab und etwaige feuchte Niederschläge auf den Isolatoren werden durch den Stromdurchgang sofort absorbiert, sodass die Isolationsfähigkeit immer annähernd konstant bleibt.

Die ganze Anlage hat sich denn auch so vorzüglich bewährt, obwohl die Witterungsverhältnisse im verflossenen Winter die denkbar ungünstigsten waren, dass der weitere Ausbau des Leitungsnetzes, welcher bereits in Angriff genommen ist, auch nach demselben Systeme zur Ausführung gelangt. Es bedarf noch der Erwähnung, dass die Leitungsführung durch die Wasserläufe vermittelt besonders stark gepanzertes Kabel geschehen ist.

Das Fünfleitersystem verlangt, dass im Allgemeinen 4 Dynamos, zwischen je zwei Leitern eine, im Betriebe zu halten sind. Wir sehen daher im Maschinenhause der Centralstation, welche in Fig. 8 im Grundriss abgebildet ist, zwei Gruppen von je vier gleichen Dynamos aufgestellt. Diese Maschinen, Model Ri 450 und Ri 900, sind nach dem Typus der Innenpolmaschinen gebaut und leisten je 32 000 bzw. 64 000 Watt. Die Klemmenspannung kann zwischen 90 und 160 V variirt werden, so-

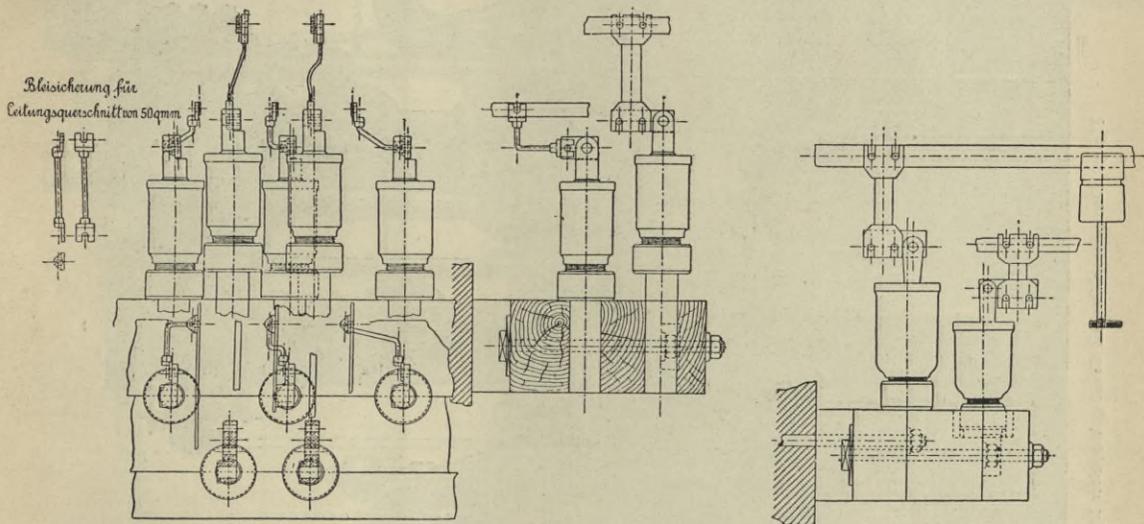


Fig. 6 und 7. Bleisicherungen in den Vertheilungskästen.

dass den Schwankungen in der Belastung der einzelnen Abtheilungen des Netzes und der dadurch bedingten Aenderung der Spannungsverluste in jeder Beziehung Rechnung getragen werden kann; die hohe Spannung von 160 V wird beim Laden der Akkumulatoren erforderlich. Die kleineren Maschinen zeigen vier, die grösseren sechs Feldmagnete, welche an die Gestelle der Dampfmaschinen angeschraubt sind; die Ringanker sind demgemäss auf die Welle der Dampfmaschinen direkt aufgekeilt, etwa in der Anordnung, welche Fig. 9 giebt. Von den Maschinen, stehende Dreifachexpansions-Maschinen, leisten zwei 100 PS und zwei 200 PS bei 200 Umläufen in der Minute; jede derselben treibt in der beschriebenen Weise zwei Dynamos an.

Die Dynamos sind mit einer Akkumulatorenbatterie Type 24, von 248 Zellen Tudor'schen Systemes, von der Akkumulatoren-Fabrik Aktien-Gesellschaft, Hagen i. W., verbunden, von denen aus durch Vermittelung von automatischen Zellschaltern der Strom in das Leitungsnetz geschickt wird. Die Batterie ist in unmittelbarer Nähe des Maschinenhauses aufgestellt, sodass die geringe Bedienung, welche dieselbe erfordert, von den Maschinenwärtern mitbesorgt wird. In der Nähe der

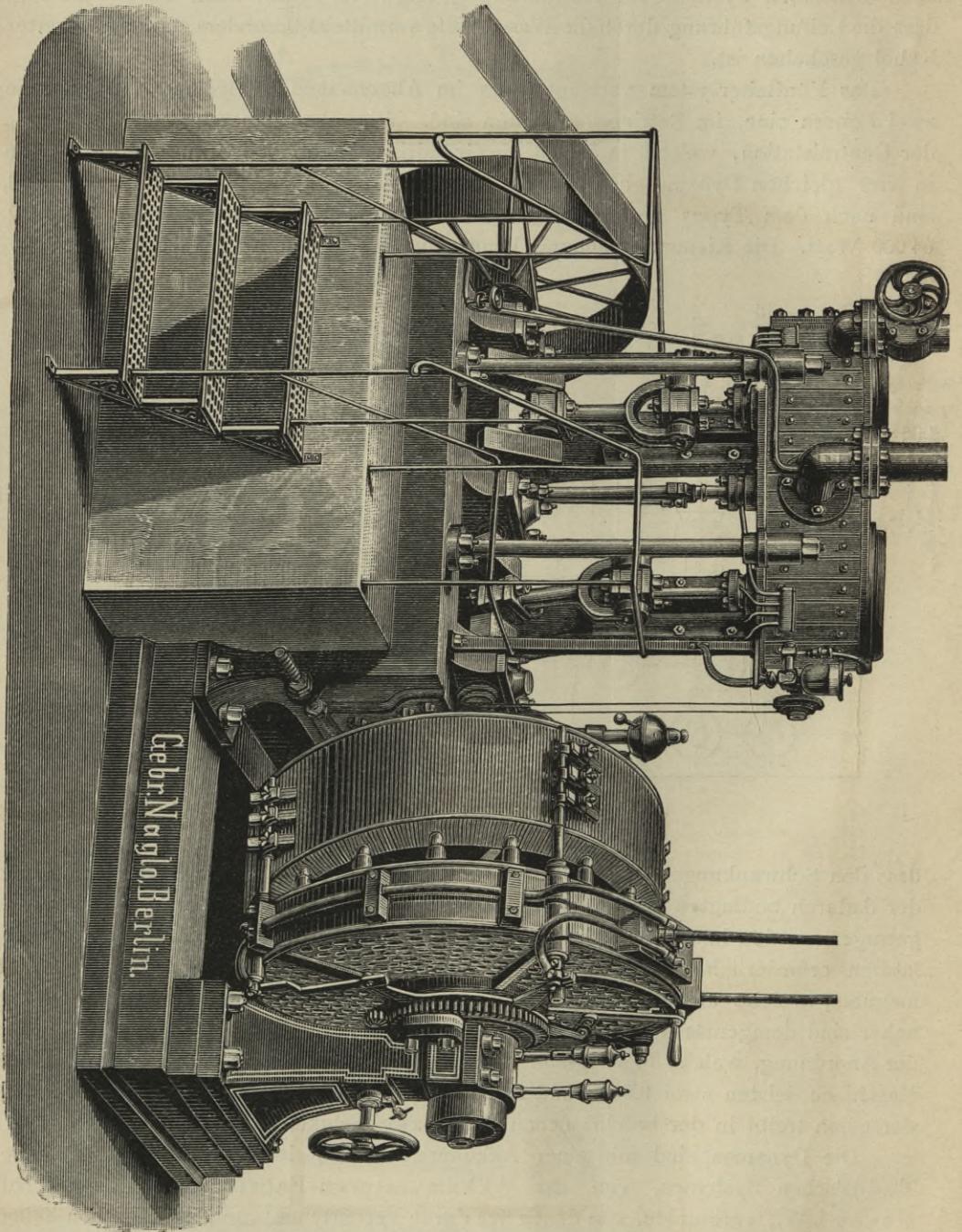
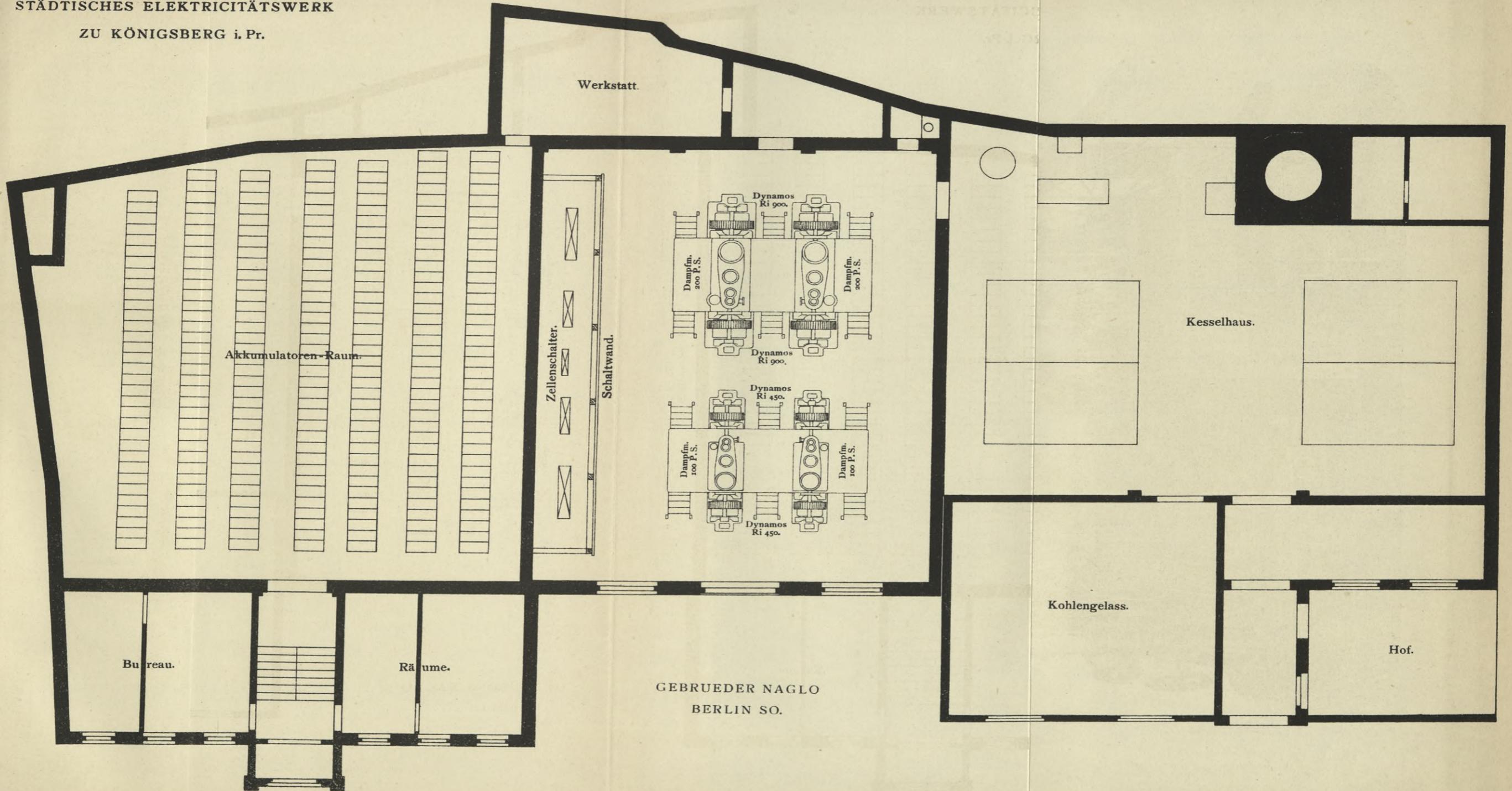
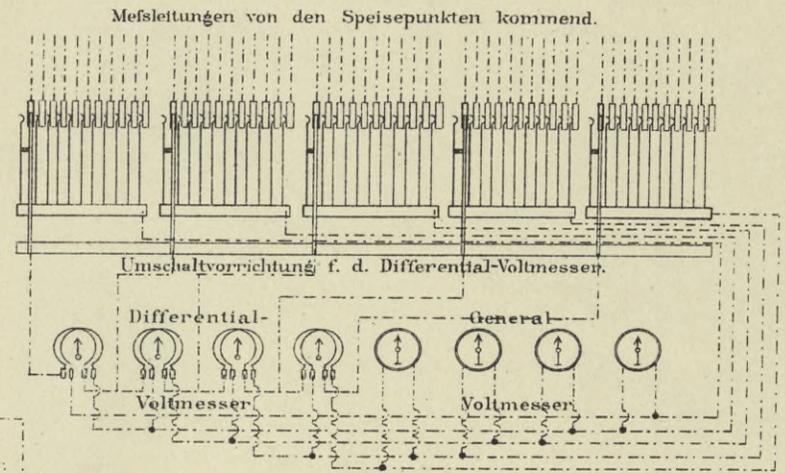
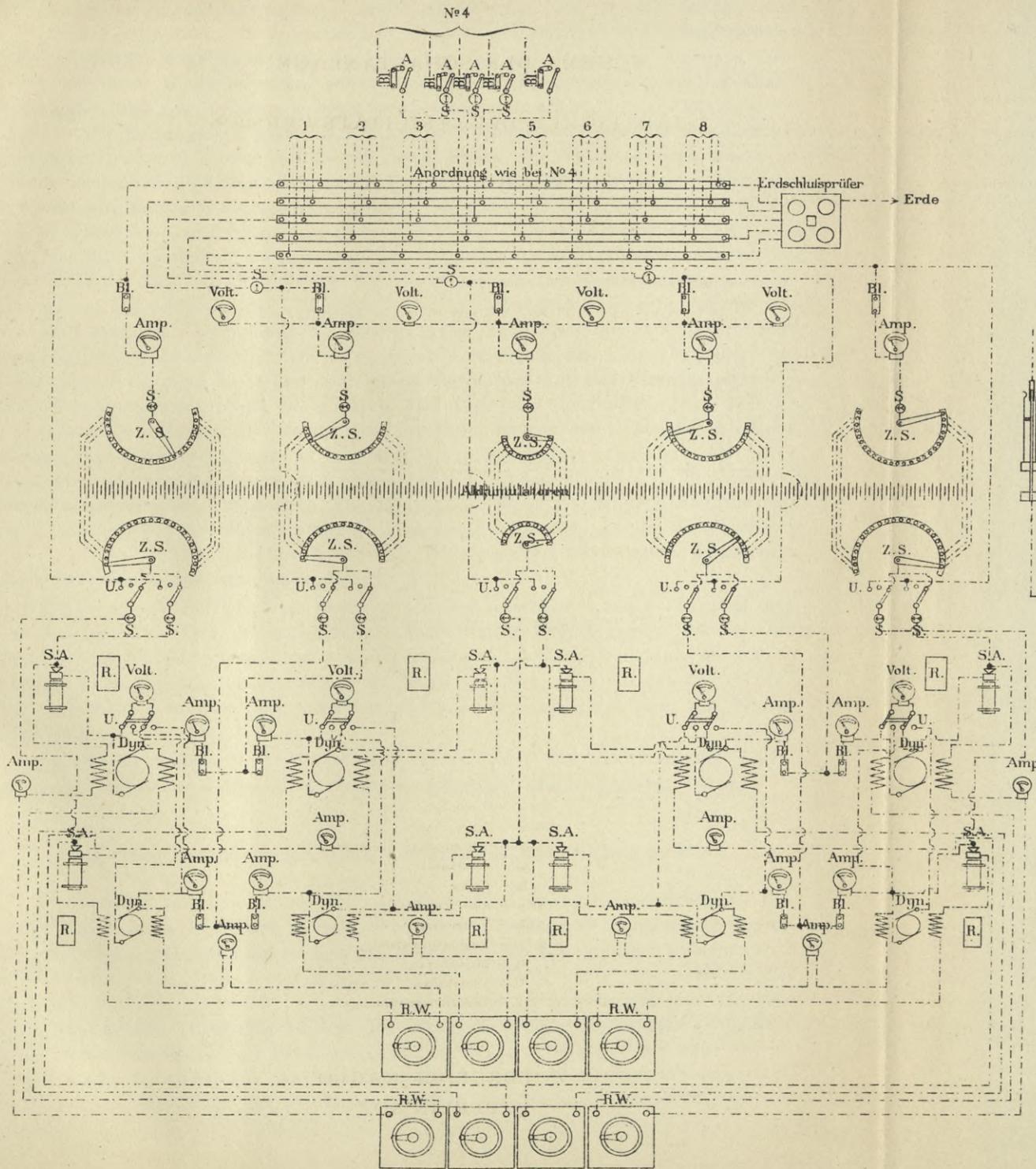


Fig. 9. Dampfmaschine mit direkt gekuppelter Dynamo.

STÄDTISCHES ELEKTRICITÄTSWERK
ZU KÖNIGSBERG i. Pr.



SCHEMA DER SCHALTANLAGE
DES
STÄDTISCHEN ELEKTRICITÄTSWERKES
ZU
KÖNIGSBERG i. Pr.



- Dyn. — Dynamomaschine.
- Z. S. — Zellschalter.
- S. A. — Selbstthätiger Ausschalter.
- A. — Ausschalter.
- R. — Relais.
- Amp. — Ampèremesser.
- Volt. — Voltmesser.
- R. W. — Regulirwiderstand.
- Bl. — Bleisicherung.
- U. — Umschalter.
- S. — Stromrichtungsanzeiger.

GEBRUEDER NAGLO
BERLIN SO.

Wand, welche Akkumulatoren-Raum und Maschinenhaus von einander trennt, ist die Schaltwand aufgestellt. An dieser sind sämtliche zum Betriebe der Anlage erforderlichen Apparate angebracht (vgl. Fig. 10). Der von den Maschinen erzeugte Strom wird hier durch Bleisicherungen, selbstthätige Ausschalter, Strommesser und Hauptausschalter, und von hier aus, je nach dem jeweiligen Betriebe, in die Akkumulatoren oder in das Leitungsnetz geführt. Die an der Schaltwand ebenfalls angebrachten Doppelzellenschalter haben den Zweck, beim Laden der Akkumulatoren schon geladene Zellen abzuschalten oder beim Entladen Zellen selbstthätig ab- oder zuzuschalten, um hierdurch die Betriebsspannung unter denselben Bedingungen zu ändern, wie es früher bei den Dynamos geschah. Die übrigen Apparate dienen zur Regulirung der Maschinenspannung, zur Messung der Spannung an den einzelnen Theilen der Schaltanlage, oder zur Regulirung der Spannung an den Speisepunkten u. a. m. Hierbei sei besonders auf die Differentialvoltmeter aufmerksam gemacht, welche den Zweck haben, die Abweichung der Spannung des einen Speisepunktes von der mittleren Spannung anzuzeigen. Diese Apparate erleichtern den Ueberblick über die Spannungsverhältnisse im Netze und geben im Verein mit den Generalvoltmetern dem Maschinenwärter stets ein genaues Bild über die Zustände in der Leitung. Ausserdem sind zahlreiche Stromrichtungsanzeiger eingeschaltet, welche die Beurtheilung der Stromverhältnisse in den Mittelleitern des Netzes erleichtern oder beim Parallelbetrieb von Maschinen und Akkumulatoren erkennen lassen, ob die letzteren Strom abgeben oder empfangen. An der anderen Seite des Maschinenhauses sind vier Dampfkessel (Röhrensystem von Dürr-Ratingen) aufgestellt, welche die Maschinen mit Dampf von 10 Atm. Ueberdruck versehen. Kohlengelass, Büreauräume und Nebenräume vervollständigen das Elektrizitätswerk.

Der maximale Betrieb fand bisher in der Zeit zwischen 6 und 8 Uhr statt, was sich aus dem Charakter der hauptsächlich beleuchteten Räumlichkeiten erklärt. Die Nachfrage nach elektrischem Strom war von Anfang an sehr lebhaft und man hat sich so schnell an die Vorzüge des elektrischen Lichtes gewöhnt, dass bei den fortwährend sich mehrenden Gesuchen um Anschluss schon jetzt eine Erweiterung des Netzes nothwendig wurde.

Ueber das finanzielle Ergebniss des Werkes sind der Stadtverordneten-Versammlung seitens der Betriebsbehörde bereits günstige Zahlen vorgelegt worden.

II. Das Elektrizitätswerk der Stadt Blankenburg a. H.

Der enorme Aufschwung und der ausserordentlich starke Fremdenverkehr, der sich im Laufe der letzten Jahre in dem altberühmten Luftkurort Blankenburg (Kreisstadt des Herzogthums Braunschweig), am Nordrande des Harzgebirges gelegen, ausgebildet hatte, verlangten immer dringender die Schaffung einer den neuesten Erfindungen der modernen Technik entsprechenden Beleuchtungsanlage für das ganze Stadtgebiet. Ermuthigend für die Inangriffnahme eines solchen Projektes wirkte hierbei im Kreise der Stadtverwaltung noch die Thatsache des mit ausserordentlich günstigem Erfolge durchgeführten Baues eines städtischen Wasserwerkes zur Versorgung der Stadt mit Trinkwasser, sowie zur Speisung der Hydranten für die Feuerwehr.

Man konnte sich der Erkenntniss nicht verschliessen, dass hier überhaupt nur eine elektrische Beleuchtungsanlage in Frage kommen konnte, und man folgte dem Beispiel anderer grösserer Städte, indem man eine Reihe bedeutender Firmen zur Ausarbeitung eingehender Projekte aufforderte. Von den verschiedenen eingereichten Projekten fand das der Firma Gebrueder Naglo in Berlin den Beifall der Stadtverwaltung und es wurde daher diese Firma mit der Ausführung des Unternehmens betraut.

Gehen wir nunmehr zu einer Beschreibung dieser in so vielen Beziehungen hochinteressanten Anlage über.

Die Stadt Blankenburg, in einem Thalkessel liegend, rings von hohen Bergen (Ziegenkopf, Schlossberg, Regenstein, Heidelberg, Teufelsmauer) umschlossen und dabei selbst noch im Innern starke Niveaudifferenzen zeigend, was den Strassenzügen ein ungemein charakteristisches Aussehen verleiht, umfasst in seiner augenblicklichen Ausdehnung ein Areal von etwa 2 520 000 qm und ist in fortwährender lebhafter Weiterentwicklung begriffen. In Fig. 11 geben wir den Plan der Stadt, in welchem gleichzeitig die Leitungen eingetragen sind.

Nach eingehender Erwägung und Prüfung hatte man sich entschlossen, die ganze Anlage ausschliesslich mit Gleichstrom auszuführen, und man wählte, um auch die erforderliche Oekonomie zu wahren, das Dreileitersystem.

Um einen rationellen und übersichtlichen Betrieb zu erhalten, wurde das ganze Stadtgebiet in drei Bezirke getheilt und in dem Schwerpunkt des Konsums der einzelnen Bezirke je ein „Speisepunkt“ angeordnet, welcher vermittelt besonderer „Speiseleitungen“ von der Centrale aus Strom erhält. Von diesen Speisepunkten aus findet erst der Anschluss der einzelnen Strassenleitungen statt, welche bei Strassenkreuzungen, den „Kreuzungspunkten“, wieder mit einander verbunden werden, sodass ein vollständiges Leitungsnetz gebildet wird, in dem sich Spannungsdifferenzen leicht und sicher von selbst ausgleichen.

Diesem Zwecke dienen ausserdem noch die starken Ausgleichsleitungen, welche die Speisepunkte ringförmig mit einander verbinden. Hierdurch ist dann ein Leitungsnetz geschaffen, in dem ein vorzüglicher, unmerklicher Spannungsausgleich erfolgt. Sämmtliche Abzweigungen von den Speisepunkten, ebenso wie die Strassenabzweigungen unter sich sind durch Bleisicherungen vor Ueberlastung geschützt. An mehreren Stellen des Leitungsnetzes angebrachte Plattenblitzableiter schützen in vollkommener Weise gegen die Einflüsse der atmosphärischen Elektrizität.

Nach eingehender Prüfung der einschlägigen Verhältnisse entschied man sich bei der Wahl des Systemes zur Leitungsführung für oberirdische Leitungen. Maassgebend hierbei waren die hohen Kosten, welche im Verhältniss zu diesen die unterirdische Verlegung erfordert und die im vorliegenden Falle in Folge des vielfach felsigen Untergrundes der Strassen noch so erheblich gesteigert worden wären, dass die Rentabilität des ganzen Unternehmens leicht hätte in Frage gestellt werden können.

Es sind also oberirdische Kupferleitungen auf Isolatoren zur Verlegung gekommen und zwar wurden mit geringen Ausnahmen, in denen die Telegraphenverwaltung wegen der Nähe ihrer Leitungen isolirte Drähte forderte, blanke Kupferdrähte verwendet.



BIBLIOTEKA

KRAKÓW

Politechniczna

Als Träger für die Isolatoren wurden im Allgemeinen mit Sublimat imprägnirte, an den Bordsteinen der Strassen oder den Zäunen der Vorgärten entlang aufgestellte Holzpfosten mit Querträgern aus demselben Material verwendet. In einzelnen Strassen machten besondere Umstände die Anwendung von eisernen Konsolen erforderlich, welche entweder an den Häusern unmittelbar, oder, wo dies nicht angängig war, an Holzmasten angebracht wurden, welche direkt an den Häuserfaçaden aufgestellt wurden. In analoger Weise fand die Konstruktion der drei weiter oben erwähnten Speisepunkte statt, nämlich auf einem Holzgestänge oder auf eisernen Konsolen. Die letztere Art der Ausführung ist in Fig. 12 zur Darstellung gebracht. Auf dieser

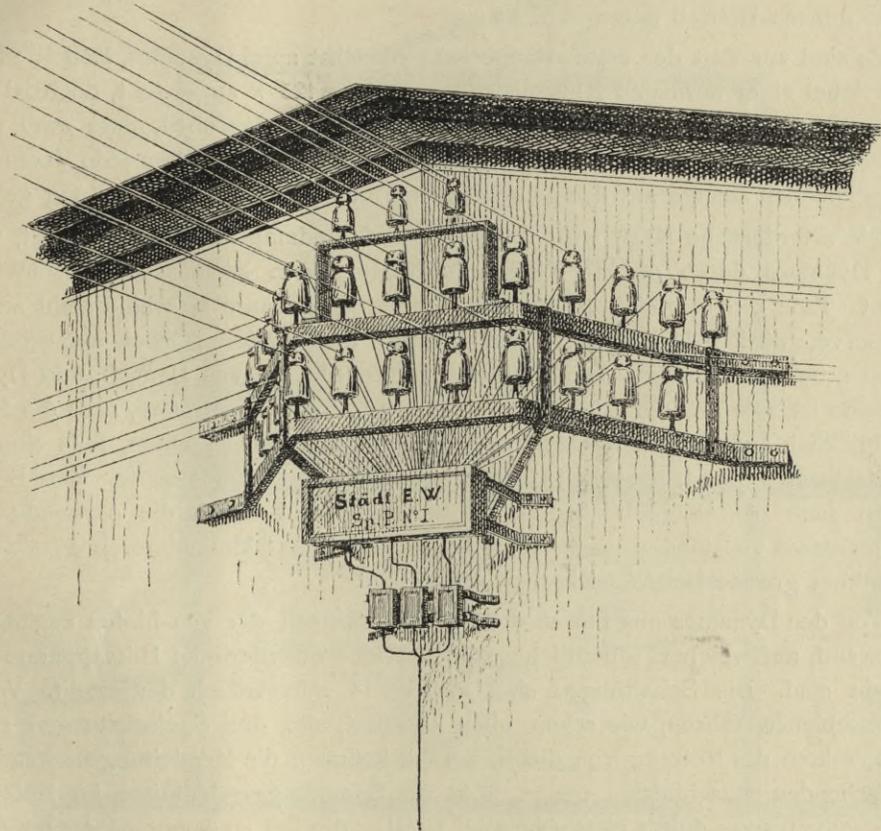


Fig. 12. Oberirdischer Vertheilungspunkt.

Abbildung ist zu erkennen, wie die Leitungen alle nach dem die Bleisicherungen enthaltenden Kasten geführt werden, von welchem aus auch die Blitzableiterdrähte abgezweigt sind.

Die von den Speisepunkten kommenden Speiseleitungen münden in der Centralstation in einen Einführungsthurm ein, von dem aus sie zur Schaltwand geführt werden. Aussen an der Façade des Gebäudes sind noch einmal Blitzableiter für die ankommenden Leitungen angebracht.

Zur Installation gelangen zuvörderst etwa 1000 Glühlampen zu 16 N. K. bzw. deren Aequivalent. Hiervon dienen etwa 200 Lampen höherer Lichtstärke und eine grössere Anzahl Bogenlampen zur Beleuchtung der Strassen und öffentlichen Plätze.

Die Glühlampen sind mit starkem Emailreflektor versehen und an den Leitungspfeilen oder den Häuserfaçaden angebracht. Die Bogenlampen sind an verzierten schmiedeeisernen Mastaufsätzen befestigt und können zum Einsetzen der Kohlen heruntergelassen werden.

Vom Maschinenhause ist in Fig. 13 das Erdgeschoss im Grundriss abgebildet. Der eine Flügel bildet den Akkumulatorenraum, in welchem 132 Elemente Type 7c, System Tudor, hergestellt von der Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft, Hagen i. W., Aufstellung gefunden haben. Im ersten Stockwerk über diesem Raume ist ein gleich grosser Akkumulatorenraum für spätere Erweiterungen vorgesehen. In der Mitte des Gebäudes liegt der Maschinenraum, in dem auch die grosse Schaltanlage für den ganzen Betrieb untergebracht ist.

Es sind zur Zeit der ersten Bauperiode zunächst zwei Dynamos, Modell T 300, zu je 210 A bei einer normalen Klemmenspannung von 125 V aufgestellt, doch ist gleich bei der ersten Anlage eine Erweiterung in der Weise vorgesehen, dass zwei weitere Dynamos, welche das Werk auf die doppelte Leistung heben, ohne jede Veränderung der bestehenden Anlage auf den gemeinsamen Fundamenten zur Aufstellung gelangen.

Die erforderliche Kraft wird von einer Verbunddampfmaschine geliefert, welche beide Dynamos durch direkte Riemenübertragung vom Riemenscheibenschwungrad antreibt. Eine zweite gleich gross und gleichartig gebaute Maschine steht zunächst in Reserve, wird jedoch später zum Antrieb der weiteren zwei aufzustellenden Dynamos benutzt werden. Die gegenseitige Anordnung von Dampf- und Dynamomaschinen ist, wie aus der Abbildung hervorgeht, derartig getroffen, dass die Riemen augenblicklich auf die zweite Dampfmaschine gelegt werden können, falls einmal bei der Betriebsmaschine irgend eine Unregelmässigkeit vorkommen sollte. Eine Betriebsstörung, auch eine augenblickliche, ist hierdurch und durch die Anwendung von Akkumulatoren vollständig ausgeschlossen, wie denn die Akkumulatoren an sich schon die denkbar grösste Betriebssicherheit gewähren.

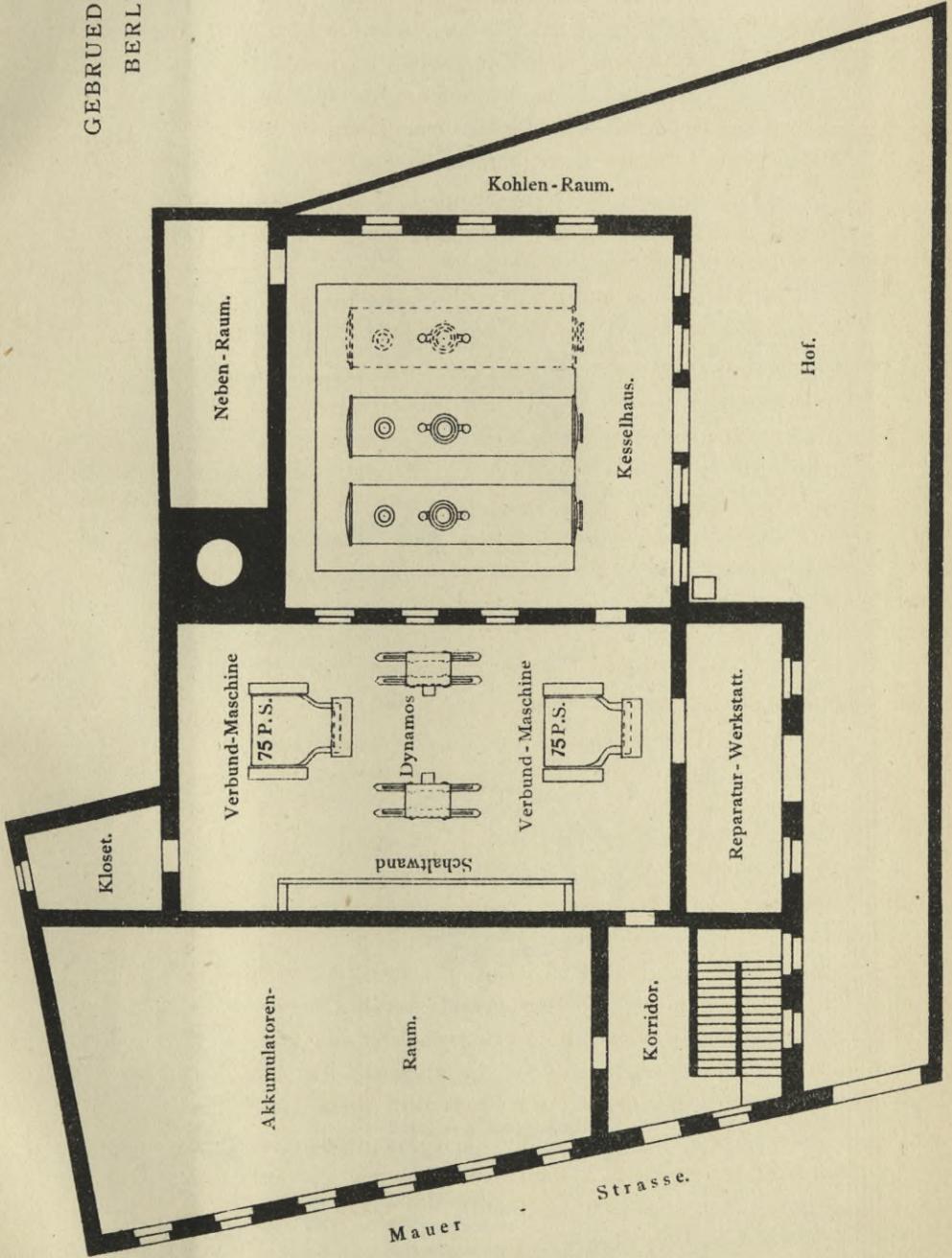
Von den Dynamos aus führen die Hauptkabel nach der von hinten zugänglichen Schaltwand, auf welcher sämtliche zum Betriebe erforderliche Hilfsapparate untergebracht sind. Die Schaltungen sind in Fig. 14 schematisch dargestellt. Von den Sammelschienen führen, wie schon oben erwähnt, die drei Speiseleitungen zu den Speisepunkten des Netzes. Von diesen zurück kommen die Messleitungen, welche den diensthabenden Maschinisten genau über die Spannungsverhältnisse im Netze Aufschluss geben, was durch eingeschaltete Relais, die bei zu hoher oder zu niedriger Spannung Läutewerke in Thätigkeit setzen, unterstützt wird. Die angebrachten General-Ampèremeter gestatten einen Ueberblick über den jeweiligen Stromverbrauch in der Stadt und geben somit dem Betriebsleiter zu erkennen, wann die Dampfmaschinen ausser Betrieb gesetzt und der Nachtbetrieb den Akkumulatoren allein überlassen werden kann. Dies findet etwa um 11 Uhr Abends statt.

Zur Erzeugung des erforderlichen Dampfes sind vorläufig zwei Stück Wellrohrdampfkessel aufgestellt. Dieselben erzeugen in der Stunde gemeinschaftlich ein Dampfquantum von 1200 kg Dampf bei mässiger Beanspruchung. Die Spannung beträgt 9 Atm. Ueberdruck.

Die Speisung der Kessel erfolgt durch Pumpe und Injektor; das Wasser wird der städtischen Rohrleitung durch zwei besondere Leitungen entnommen.

STÄDTISCHES ELEKTRIZITÄTSWERK ZU BLANKENBURG a. H.

GEBRUEDER NAGLO
BERLIN SO.



Eine Anzahl zweckmässig gewählter Nebenräume, welche als Bureau, Aufenthaltszimmer für das Dienstpersonal u. s. w. dienen, schliessen sich, wie aus der Abbildung zu erkennen ist, an das Elektrizitätswerk an.

Zur Vervollständigung der Beschreibung sollen die amtlichen Bestimmungen in Betreff der Stromlieferung und der Ausführung der Installationen hiermit zum Ausdruck kommen.

Bedingungen für die Lieferung von elektrischem Strom aus dem städtischen Elektrizitätswerk zu Blankenburg a. H.

§ 1.

Der Magistrat liefert nach den Grundstücken, vor welchen Leitungen des städtischen Elektrizitätswerkes verlegt sind, an die Eigenthümer, Besitzer oder Miether derselben auf deren nach dem vorgeschriebenen Formular gestellten Antrag ihren Bedarf an elektrischem Strom unter den folgenden Bedingungen:

Ist der Besteller nicht zugleich Eigenthümer des Grundstücks, in welches elektrisches Licht eingeführt werden soll, so hat derselbe die Genehmigung des Eigenthümers beizubringen und dafür zu sorgen, dass der Verwaltung des Elektrizitätswerkes bei der Einrichtung keine Hindernisse bereitet werden.

Die Abgabe des elektrischen Stromes erfolgt mittelst eines für jeden Abnehmer besonders aufzustellenden Elektrizitätsmessers oder nach Vereinbarung jederzeit ohne Unterbrechung Nachts und bei Tage; nur wenn Betriebsstörungen es verhindern, findet die Abgabe des Stromes so lange nicht statt, bis die Störung beseitigt ist.

§ 2.

Den Anschluss an die in den Strassen verlegte Hauptleitung und die Verlegung der Zuführungen bis zu dem Elektrizitätsmesser oder Hausanschluss, sowie die Einschaltung des letzteren besorgt der Magistrat auf Kosten des Abnehmers nach einer jährlich festzustellenden Preisliste.

Diese Kosten sind im Voraus zu bezahlen.

§ 3.

Die Elektrizitätsmesser beschafft der Magistrat und giebt dieselben käuflich oder miethweise zu alljährlich zu bestimmenden Preisen ab.

Die Elektrizitätsmesser sind an einem geeigneten, trockenen, gut geschützten Platze anzubringen und auf Verlangen der Verwaltung mit einem verschliessbaren Kasten auf Kosten des Abnehmers gegen äussere Beschädigung zu sichern.

Die Reparaturen an den vermieteten Elektrizitätsmessern besorgt der Magistrat und stellt den Miethern dafür die Kosten nicht in Rechnung, wenn dieselben nicht nach seinem Ermessen durch gewaltsame Verletzung oder fehlerhafte Behandlung seitens des Abnehmers herbeigeführt sind. Bei den von den Stromkonsumenten eigenthümlich erworbenen Messern führt die Verwaltung gleichfalls die Reparaturen aus, jedoch auf Kosten des Besitzers. Das Betriebsmaterial, wie Glühlampen und Kohlenstifte, sind von der Centrale zu beziehen.

§ 4.

Die Beschaffung der für die elektrische Beleuchtung erforderlichen inneren Einrichtungen ist Sache des Abnehmers, doch soll die Ausführung dieser Einrichtung,

um ein einheitliches Ganzes zu erzielen, von den Erbauern der Centrale bewirkt werden.

Aenderungen an bestehenden Einrichtungen unterliegen der Zustimmung des Magistrats.

Bogenlampen werden in zwei Grössen geliefert zu 500 und 1000 N.K., von denen stets 2 Stück zusammen brennen.

§ 5.

Sollte eine Störung in der elektrischen Anlage des Abnehmers eintreten, so ist durch letzteren dem Elektrizitätswerke schleunige Mittheilung zu machen. Besteht die Störung in einer höheren Erwärmung der Leitungsdrähte, bzw. in einem Durchschmelzen der Bleisicherungen, so ist ausserdem zunächst der betreffende Stromkreis durch Oeffnen des Ausschalters und, wenn nöthig, des Hauptausschalters zu unterbrechen.

In diesem Falle darf der Stromkreis nur von einem Angestellten der Verwaltung wieder geschlossen werden.

§ 6.

Bei Verbrauch elektrischen Stromes zu Beleuchtungszwecken wird als Einheit der Abrechnungen eine stündliche Leistung von 50 (fünfzig) VA, angezeigt durch den Elektrizitätsmesser im Hause, zu Grunde gelegt und als Lampenstunde (Lst) bezeichnet, wenn nicht anders verabredet worden.

Es sind zu zahlen:

Bei einem Verbrauch im Jahre

	von Lst	kosten die aufeinander folgenden Lst, und zwar die ersten	Pf.	also für das Jahr		die Lst im Durchschnitt Pf.
				im Einzelnen	im Ganzen M.	
1	5 000	5 000	je 4	200	200	4
2	10 000	die folgenden 5 000	„ 3,8	190	200 + 190 = 390	3,9
3	15 000	„ „ 5 000	„ 3,6	180	390 + 180 = 570	3,8
4	20 000	„ „ 5 000	„ 3,4	170	570 + 170 = 740	3,7
5	30 000	„ „ 10 000	„ 3,2	320	740 + 320 = 1 060	3,54
6	40 000	„ „ 10 000	„ 3,0	300	1 060 + 300 = 1 360	3,4
7	60 000	„ „ 20 000	„ 2,9	580	1 360 + 580 = 1 940	3,24
8	90 000	„ „ 30 000	„ 2,8	840	1 940 + 840 = 2 780	3,09

Bogenlampen von 500 N. K. pro Stunde 20 Pf.

„ „ 1000 „ „ „ 40 „

Bei Verbrauch elektrischen Stromes zu Bewegungszwecken bzw. zur Kraftlieferung wird als Einheit den Abrechnungen eine stündliche Leistung von 1000 (tausend) VA, angezeigt durch den Elektrizitätsmesser im Hause, zu Grunde gelegt und diese Leistung als elektrische Pferdekraftstunde bezeichnet.

Es sind zu zahlen für die elektrische Pferdekraftstunde bei einem Verbrauch im Jahre bis 10000 elektrische Pferdekraftstunden 20 Pf., für jede folgende Pferdekraftstunde 15 Pf.

Abänderungen der vorstehenden Preise können durch Gemeindebeschluss festgesetzt werden und treten drei Monate nach erfolgter öffentlicher Bekanntmachung in Kraft.

§ 7.

Die Menge des von dem Abnehmer verbrauchten Stromes wird durch den Elektrizitätsmesser festgestellt. Das Ablesen desselben erfolgt durch einen Beamten des Elektrizitätswerkes, der dem Abnehmer über den gefundenen Stand Mittheilung macht.

In Fällen, in denen der Elektrizitätsmesser wegen Reparatur entfernt wurde oder nachweislich unrichtig bzw. gar nicht registriert hat, wird der Verbrauch nach dem in der gleichen Zeit des Vorjahres stattgehabten berechnet, unter billiger Berücksichtigung der Angaben des Abnehmers.

Hat der Abnehmer noch nicht ein Jahr hindurch elektrischen Strom bezogen oder dauert die Unterbrechung nur wenige Tage, so wird für dieselben der Verbrauch angenommen, welchen der Elektrizitätsmesser in der gleichen Anzahl von Tagen von seiner Wiederbenutzung ab anzeigt.

§ 8.

Die Miethe für den Elektrizitätsmesser, sowie der Betrag des Preises für den gelieferten Strom ist in der Regel vierteljährlich und innerhalb 8 Tagen nach Vorlegung der Rechnung an die Stadthauptkasse zu entrichten. Der Magistrat ist berechtigt, zur Sicherung dieser Forderungen Kautions zu verlangen.

§ 9.

Es steht dem Magistrat das Recht zu, die Elektrizitätsmesser, Leitungen u. s. w. jederzeit zu revidiren und auf Kosten des Abnehmers in Stand setzen zu lassen. Der Letztere muss den Beauftragten der Verwaltung den Zutritt zu den betreffenden Räumlichkeiten für diesen Zweck gestatten.

§ 10.

Beabsichtigt der Abnehmer in seinen Räumen den elektrischen Strom nicht mehr zu benutzen, so hat er hiervon der Verwaltung schriftliche Anzeige zu machen. Bis zur Beseitigung des Anschlusses haftet derselbe für den von dem Elektrizitätsmesser angezeigten Stromverbrauch.

§ 11.

Der Magistrat behält sich das Recht vor, nach voraufgegangener dreimonatlicher schriftlicher Aufkündigung, die jedoch mit dem Quartal zusammenfallen müsste, die Zuführung von elektrischem Strom einzustellen.

Zur sofortigen Entziehung des Stromes hat der Magistrat das Recht:

- a) wenn der Abnehmer seine Zahlungsverbindlichkeiten nicht pünktlich erfüllt,
- b) wenn den dem Magistrate in den vorstehenden Bedingungen vorbehaltenen Anordnungen nicht Folge geleistet wird,
- c) wenn den damit Beauftragten des Electricitätswerks der Zutritt zu den Räumen, in denen sich Leitungsanlagen befinden, ohne genügenden Grund verweigert wird oder unmöglich gemacht ist.

III. Das städtische Krankenhaus Am Urban in Berlin.

Das überschriftlich genannte Krankenhaus wurde in den Jahren 1889 und 1890 erbaut und zwar in einer Weise, dass allen Anforderungen, welche in neuester Zeit an grosse Anstalten dieser Art gestellt werden können, in vollem Maasse Rechnung getragen wird. Als eine bedeutungsvolle Neuerung in dieser Hinsicht ist es zu begrüssen, dass die Beleuchtung ausschliesslich durch den elektrischen Strom ohne Anwendung irgend welcher Nothbeleuchtung, welche man bislang für derartige Anstalten noch immer für nöthig hielt, geschehen ist.

Die Ausführung der elektrischen Anlage wurde der Firma Gebrueder Naglo übertragen. Die Aufgabe, das Werk unbedingt betriebssicher herzustellen, ist als vollkommen gelöst zu betrachten, nachdem während des nunmehr fast zweijährigen Betriebes nicht nur eine Betriebsstörung nicht vorgekommen ist, sondern noch nicht einmal Veranlassung vorhanden gewesen ist, die zur Ueberwindung einer Betriebsstörung besonders vorgesehenen Einrichtungen zu diesem Zwecke in Gebrauch zu nehmen. Durch diese Einrichtungen ist auch in der That jedes Bedenken, dass die Anlage jemals versagen könnte, völlig ausgeschlossen.

Einmal ist sowohl die maschinelle als die Leitungsanlage in zwei von einander unabhängige Hälften getheilt, ein Princip, welches öfters und z. B. auch bei der Beleuchtung des Festplatzes des deutschen Bundesschiessens im Jahre 1890 durch dieselbe Firma Anwendung fand, um die Betriebssicherheit zu erhöhen, zweitens aber ist eine Akkumulatorenbatterie von nicht unbeträchtlicher Grösse aufgestellt. Ein Versagen einer Dampfmaschine oder einer Dynamo würde also gar keinen Einfluss auf die Lichtabgabe haben.

Selbst das gänzliche Unbrauchbarwerden des einen der beiden Leitungssysteme könnte nur das Erlöschen eines Theiles der Lampen eines jeden Raumes zur Folge haben.

Der Lageplan Fig. 15 giebt die einzelnen Pavillons und die Art der Leitungsführung an.

Die Maschinen stehen im Keller des Wirthschaftsgebäudes, der Dampf wird denselben von dem benachbarten Kesselhaus zugeführt, in welchem sechs Kessel zur Versorgung der Centralheizung und für den genannten Zweck errichtet sind.

Die einzelnen Pavillons sind durch geräumige unterirdische Gänge mit einander verbunden, welche zur Aufnahme der Dampfrohren für die Heizung und der Wasserleitungsröhren dienen, sowie auch zum Transport von Kranken und Leichen; in den Gängen sind ebenfalls die elektrischen Leitungen untergebracht.

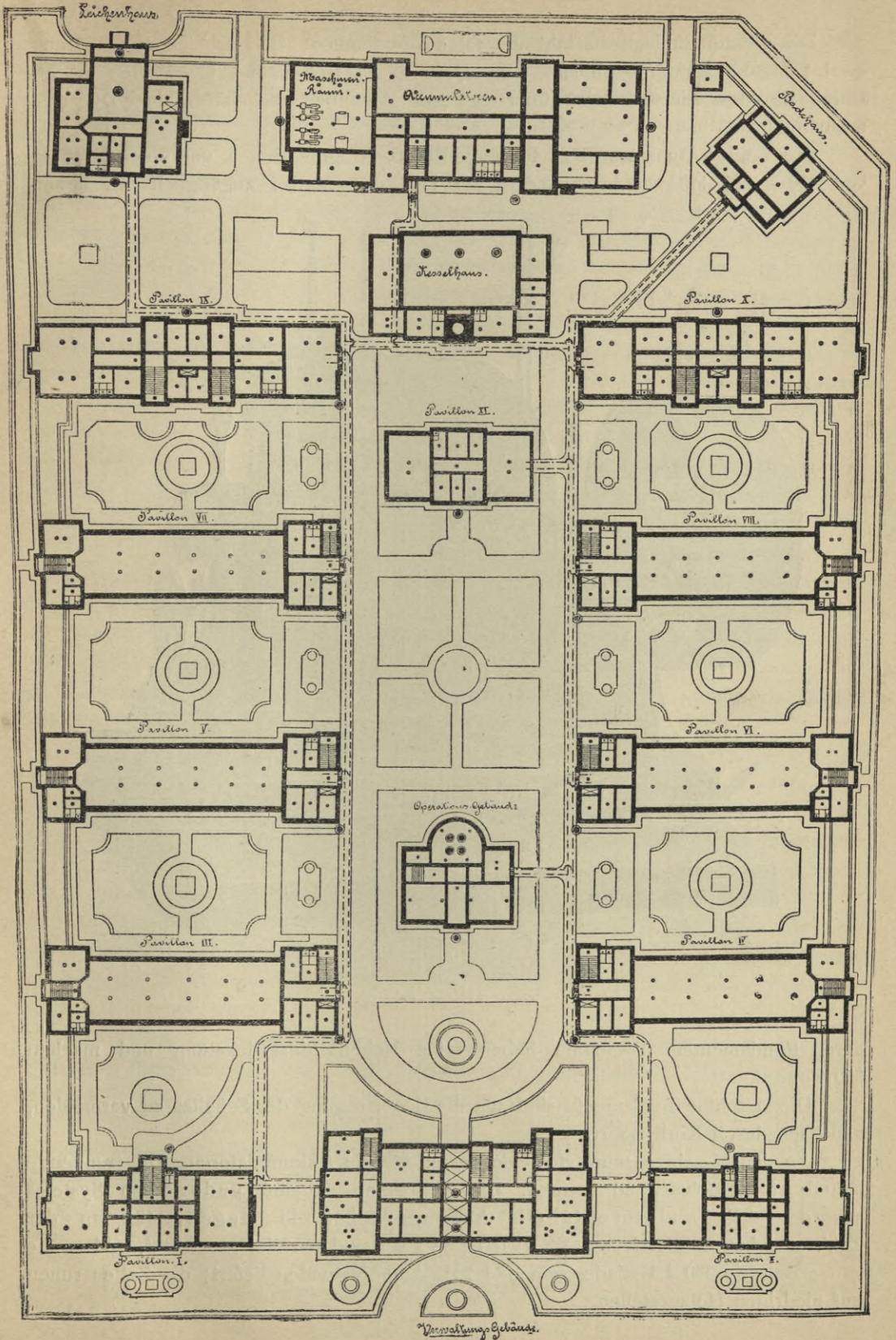


Fig. 15. Lageplan des städtischen Krankenhauses Am Urban in Berlin.

Die Gesamtanlage besteht aus folgenden Theilen: Im Maschinenraum stehen zwei Compounddampfmaschinen, deren jede 75 PS leistet und 130 Touren macht. Durch direkten Riemenbetrieb überträgt jede derselben die Arbeit einer Dynamomaschine.

Die beiden Dynamos (Fig. 16) Type Ri 600, Ringmaschinen von einer Leistung von 400 A bei 110 V und von 300 A bei 150 V, liegen frei zugänglich auf beson-

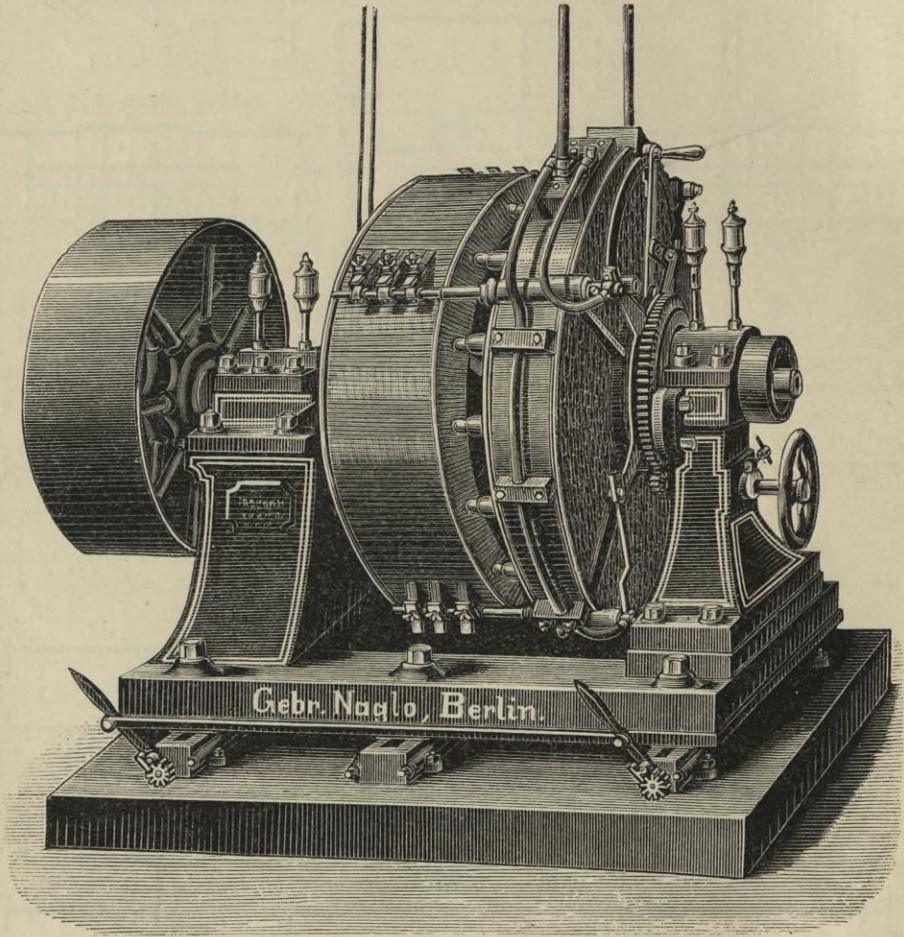


Fig. 16. Dynamomaschine.

deren Fundamenten. Dieselben haben reine Nebenschlusswicklung und machen 350 Touren.

Die Maschinenfundamente sind, um die Uebertragung des Schalles zu vermeiden, akustisch durch Kork isolirt.

An den Maschinenraum stösst der Raum für die Akkumulatoren. Die trennende Wand ist als Schaltwand benutzt. Die Akkumulatoren sind Tudor'schen Systems aus der Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft in Hagen, 124 an der Zahl, und haben die Grösse XXXVIIIb; je zwei sind parallel geschaltet, sodass die ganze Batterie 350 A Entladestrom und 2200 Ampèrestunden liefert; die Zellen ruhen auf niedrigen Holzgestellen.

Die von den abzuschaltenden Zellen kommenden Kupferleitungen gehen unterwegs durch auf eisernen Trägern befestigte Porzellanisolatoren unterstützt, durch die der Schaltwand benachbarte Mauer hindurch und sind von derselben durch Hartgummiröhren isolirt, welche ihrerseits wieder durch Ausgiessen mit Dichtungsasphalt säurebeständig und luftdicht verschlossen sind.

Die Schaltwand weist folgende Apparate auf: In der Mitte sitzt eine Schalttafel, auf welcher zwei selbstthätige Ein- und Ausschalter, drei Ampère- und zwei Volt-Messer angebracht sind. Je einer jener Ausschalter dient dazu, je eine Maschine mit dem Zellschalter zu verbinden. Zwei Ampèremesser zeigen den Strom der beiden Maschinen an, während der mittelste Ampèremesser den durch die Akkumulatoren fließenden Strom anzeigt; um zu erkennen, ob die Akkumulatoren geladen oder entladen werden, ist vor jenen Ampèremessern ein Stromrichtungsanzeiger geschaltet. Von den beiden Voltmessern dient der eine zum Ablesen der Verbrauchsspannung, der andere kann beliebig auf Maschine 1 oder 2 oder die Akkumulatoren geschaltet werden.

Links an der Schaltwand ist der selbstthätige Zellschalter angebracht, welcher innerhalb eines Spielraumes von $3V$ sehr sicher arbeitet, sodass bereits bei einer Mehr- oder Minder-Spannung von nur etwas über der Hälfte der Einzelzellenspannung, d. h. bei höchstens $1,5V$ Unterschied, eine Zelle ab- bzw. zugeschaltet wird.

Zwischen den beiden genannten Schalttafeln sind zwei Umschalter angebracht, welche gestatten, die Maschine nach Bedürfniss mit dem Zellschalter oder mit der Leitung in Verbindung zu bringen, sowie der Umschalter und das Relais zum Betriebe des Zellschalters.

Rechts oben befindet sich das Hauptabzweigungsbrett, an welches die beiden bis dorthin getrennt geführten Hauptleitungen münden.

Der diesen Letzteren zugeführte Strom nimmt seinen Weg vorher noch durch 2 Ampèremesser und 2 Hauptausschalter. Weiter rechts befindet sich ein kleineres Abzweigungsbrett für die Bogenlichtleitungen, welche getrennt durch die unten entlang angebrachten Vorschaltwiderstände und Ausschalter der einzelnen Bogenlampen gehen. Die gemeinschaftlichen beiden Rückleitungen enden an zwei Ausschaltern unter dem zugehörigen kleinen Abzweigungsbrett.

Die Kurbeln der beiden Nebenschlusswiderstände der Dynamos haben unten in der Mitte der Schaltwand ihren Platz erhalten in Form geneigter Konsolen, während die zugehörigen Widerstände hinter der Schaltwand und die Ausschalter derselben seitlich angebracht sind.

An die Sammelschienen ist noch ein weiteres Relais angeschlossen, welches bei einer Spannung über 112 oder unter $106V$ Kontakt giebt und dadurch einen Wecker in Thätigkeit setzt. Sollte also aus irgend einem Grunde die Spannung der Maschine sich plötzlich verändern oder der Zellschalter nicht gehörig arbeiten, so wird der Maschinenführer durch das Alarmsignal hierauf aufmerksam gemacht, um dem Uebelstande abzuhelpen.

Die Einrichtung der beschriebenen Schaltwand ist in Fig. 17 schematisch dargestellt.

In der Hauptsache ist in derselben die Anordnung der einzelnen Apparate, wie diese auf der Schaltwand angebracht sind, beibehalten.

Der Strom jeder Maschine fließt getrennt durch eine Bleisicherung, einen Ampèremesser, einen selbstthätigen Ausschalter, einen Umschalter und von hier entweder zu dem Zellschalter oder direkt zu einer Sammelschiene des Hauptschaltbrettes, während die Leitungen vom anderen Pol sich vereinigen und sowohl zu den Akkumulatoren, und zwar durch einen Stromrichtungsanzeiger, einen Ampèremesser, als auch zu der zweiten Sammelschiene führen.

An dem Ladehebel des Zellschalters ist eine Vorrichtung zum Messen der Einzelspannung der Zellen angebracht, welcher in der Figur durch einen Voltmesser gekennzeichnet ist.

Von dem Schaltbrett führen Leitung 1 und 2 durch je einen Ausschalter und Ampèremesser zu den Kanalleitungen, die sich von da, wie besprochen, verzweigen.

Wie ebenfalls oben besprochen, sind die Bogenlampenstromkreise von besonderer Abzweigungsstelle abgeführt, sodass diese von der Schaltwand aus ein- und ausgeschaltet werden, und ist nur noch der Vollständigkeit wegen der Erdschlussprüfer zu nennen.

Von dem Maschinenhaus aus gehen die Hauptleitungen nach dem Keller des Kesselhauses und von dort aus durch die oben erwähnten unterirdischen Gänge (Fig. 18)

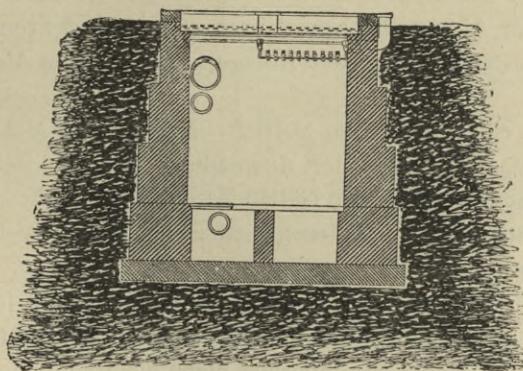


Fig. 18. Unterirdischer Gang für die Leitungen.

zu sämtlichen Gebäuden und zwar in Form eines an der Innenseite derselben entlanggeführten Ringes, welcher unter dem Verwaltungsgebäude durch Kabel geschlossen ist. Im Uebrigen sind die Leitungen in der Form von blanken Kupferschienen auf Porzellanisolatoren ausgeführt, derartig, dass eine Reihe solcher Isolatoren nebeneinander auf eisernem Träger angebracht sind, welcher seinerseits mit Schellen an den T-Trägern befestigt ist, die das Gewölbe der Gänge tragen.

Jeder Pavillon hat für jedes Leitungssystem einen gesonderten Hauptanschluss, also zwei Anschlüsse, welche in einem eisernen Kasten untergebracht und mit Bleischaltungen, auf Schiefer montirt, gesichert sind.

Von den inneren Einrichtungen der Pavillons sind besonders die Dunkelstellvorrichtungen erwähnenswerth, welche es ermöglichen, die in den Krankensälen befindlichen Lampen hell, dunkler, ganz schwach zu stellen oder ganz auszuschalten. Dieser Zweck wird in einfacher Weise durch Vorschalten geeigneter Widerstände erreicht, und man hat dadurch mit der Annehmlichkeit des elektrischen Lichtes, kaum Wärme auszustrahlen und die Luft nicht zu verschlechtern, den Vorzug anderer

Beleuchtungsarten, in der Lichtstärke der einzelnen Lampen unabhängig und beliebig zu variiren, vereinigt.

Der in der Mitte des Areals belegene Operationssaal wird ferner ausser seiner Beleuchtung durch Bogenlicht mit einer Vorrichtung ausgestattet, um die Galvanokauter, welche man sonst durch Tauchbatterien betreibt und welche eine Spannung von nur etwa 3 V erfordern, an das Leitungsnetz anschliessen zu können. Ausser einem Vorschaltwiderstande, welcher im Keller aufgestellt wird, befindet sich zu diesem Zweck ein Abzweigewiderstand im Operationssaal, neben welchen die Instrumente durch Schnüre geschaltet werden. Die Spannung lässt sich bequem durch eine Kurbel reguliren. Sonden, welche Glühlampen zum Ausleuchten von Körperhöhlen enthalten, können ebenfalls an die besprochene Vorrichtung angeschlossen werden.

Der Betrieb der Anlage stellt sich ungefähr folgendermaassen:

Im Winter wird die Batterie von 9—3 Uhr geladen unter gleichzeitiger Speisung der eingeschalteten Lampen, von 3 oder $\frac{1}{2}$ —9 Uhr arbeiten Maschinen und Akkumulatoren parallel in die Leitung und von 9 Uhr an übernimmt die Batterie den Betrieb ohne Wartung allein. Der Dienst der Wärter dauert also von 9 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends. Im Sommer beschränkt sich dieser Dienst auf die Zeit von 9 bis 2 Uhr. Das Laden der Akkumulatoren dauert etwa nur 3 Stunden (von 9—12), die übrige Zeit ist auf Instandhaltung der Anlage, Prüfung der Akkumulatoren u. s. w. zu verwenden.

Die Anlage hat einen tadellosen Betrieb ergeben, die Motoren arbeiten regelmässig und ruhig, sodass in Folge der Anwendung von Korkisolation die Bewegung derselben in den übrigen Räumen des Gebäudes durchaus nicht wahrgenommen wird.

Die Dynamos entsprechen bei der geringen Tourenzahl vollkommen und geben ihren Strom funkenlos ab.

Die Akkumulatorbatterie zeigt einen gesunden Zustand jeder einzelnen Elektrode und ergiebt der Erdschlussprüfer einen so günstigen Zustand des weitverzweigten Leitungsnetzes, dass von einem Stromverlust nicht die Rede sein kann.

Zum Schlusse seien noch einige kleinere Centralen, welche von der Firma Gebrueder Naglo ausgeführt wurden, kurz erwähnt, nämlich die Blockcentralen für die Beleuchtung der dem Herrn Baumeister Winckler gehörigen, an der Herkulesbrücke in Berlin gelegenen Häuser und die Anlagen für die Geschäfts- und Verwaltungsgebäude des Deutschen Offizier-Vereins zu Berlin (Neustädtische Kirchstrasse) und endlich die Beleuchtungscentrale für die Provinzial-Irrenanstalt zu Kortau bei Allenstein in Ostpreussen.

Die erste Anlage besteht in einer im Keller eines der Häuser installirten Kraftstation von zwei Dampfmaschinen zu je 50 PS, welche durch zwei Sicherheitskessel mit Dampf versorgt werden. Die Maschinen treiben je eine Dynamo, Modell T 350, mit einer Leistung von 26 950 Watt, hierzu tritt eine Akkumulatorenbatterie der Type 11 Tudor'schen Systemes. Von dem Schaltbrette aus verzweigen sich die Hauptleitungen in die einzelnen Häuser, sodass die Beleuchtung derselben unabhängig von einander bethätigt werden kann. Installirt sind etwa 1000 Glühlampen und 26 Bogenlampen.

Die Häuser des Deutschen Offizier-Vereins werden durch über 1000 Glühlampen und eine Anzahl Bogenlampen beleuchtet. Zum Betriebe sind aufgestellt zwei Deutzer Gasmotoren zu je 40 PS, welche zwei Dynamos, Modell T 300 antreiben. Diese Anlage wird unterstützt durch eine Akkumulatorenbatterie Type 15.

Die Centrale in Kortau dient zur Beleuchtung der aus 17 einzelnen Krankenhäusern, Inspektorhaus, Predigerhaus und einigen anderen Gebäuden bestehenden Anstalt. Es sind hier etwa 1100 Glühlampen installiert, welche durch 4 Dynamos, Modell T 200 und eine, Modell T 100 gespeist werden. Die Leitungsführung fand durch unterirdische Kabel statt, welche die einzelnen Häuser ringförmig mit einander verbinden. Der Antrieb der Dynamos geschieht durch zwei Verbund-Dampfmaschinen.

Sämmtliche Anlagen, im Zweileitersystem ausgeführt, funktionieren vorzüglich und haben ihrerseits die Zweckmässigkeit von Centralanlagen in kleinerem Umfange dargethan.

Statistik.

1. Kraftübertragung: 16 Installationen mit einer Leistung von 128 PS;
2. Elektrische Strassenbahnen: nicht ausgeführt;
3. Elektrische Beleuchtung:
 - 500 Installationen mit einer Leistung von 5 500 000 VA,
 - 80 000 Glühlampen und 4000 Bogenlampen;
4. Elektrochemische Anlagen:
 - a) 2 Anlagen für Reinkupfer-Gewinnung mit einer Leistung von 20 000 VA;
 - b) 60 Anlagen für Metallüberzüge mit einer Leistung von 64 100 VA.

SCHUCKERT & C^o.
KOMMANDITGESELLSCHAFT
IN NÜRNBERG.

Wenn wir der auch an uns gestellten Anforderung, die von uns verwendeten Centralbeleuchtungssysteme und deren praktische Ausführungen zu beschreiben, nur in der vorliegenden skizzenhaften Darstellung nachkommen, so liegt der Grund dafür in der kurzgestellten Frist, die zur Ausarbeitung zur Verfügung stand. Aus demselben Grunde mussten wir es auch unterlassen, statistische finanzielle Ergebnisse zu veröffentlichen, da das nothwendige Material nicht mehr zu beschaffen war. Wir beschränken uns deshalb darauf, die Entwicklung der Vertheilungssysteme zu kennzeichnen und speciell auf das von uns für Hannover zur Anwendung gebrachte System näher einzugehen.

Für die Vertheilung elektrischer Energie in ganzen Städten oder Stadttheilen von einer Centralanlage aus sind sowohl in Deutschland als in anderen Ländern verschiedene Systeme vorgeschlagen und auch in Ausführung gebracht worden, wobei entweder Wechselstrom oder Gleichstrom und zwar in beiden Stromarten unter ausschliesslicher Verwendung direkten Maschinenstromes oder unter Verwendung von Transformatoren oder Akkumulatoren zur Anwendung gebracht wird, welche sich jedoch alle in eine der nachfolgend aufgezählten einreihen lassen.

1. Verwendung von Wechselstrom unmittelbar von der Maschine kommend,
2. Verwendung von Wechselstrom, der unter Anwendung von Transformatoren Spannungsänderungen erleidet,
3. Verwendung von Gleichstrom unmittelbar von den Maschinen kommend,
4. Verwendung von Gleichstrom unter Zufügung von Akkumulatoren,
5. Verwendung von Gleichstrom, der unter Anwendung von Transformatoren Spannungsänderungen erleidet, mit oder ohne Zufügung von Akkumulatoren,
6. Verwendung von Gleichstrom, welcher durch Transformirung aus Wechselstrom gewonnen ist, mit oder ohne Anwendung von Transformatoren oder Akkumulatoren.

Bei der Wahl zwischen Wechselstrom und Gleichstrom ist als Vortheil des ersteren hervorzuheben, dass Wechselstrom die Fortleitung auf grössere Entfernungen unter Anwendung dünner, daher billiger Leitungen und ohne übermässigen Energieverlust gestattet, indem der ursprünglich erzeugte Strom niederer Spannung zur Fortleitung durch Transformatoren auf hohe Spannung und an den Verbrauchsstellen durch Rücktransformatoren wieder auf niedere Spannung gebracht wird. Dem gegenüber steht

aber der Nachtheil, dass der Wechselstrom an sich gegenüber dem Gleichstrom minderwerthig ist: für die Beleuchtung, weil zur gleichen Lichtstärke mehr Energie aufgewendet werden muss und gleichzeitig die Wirkung der Beleuchtung ungünstiger ist, für die Kraftübertragung, weil Motoren mit einfachem Wechselstrom nicht ohne besondere Vorrichtung angehen und grösseres Ueberlasten nicht vertragen.

Der Gleichstrom dagegen besitzt die für die Kraftübertragung besonders bei Anwendung in der Kleinindustrie sehr wichtige Eigenschaft, dass die von ihm gespeisten Motoren ohne Weiteres angehen, sowie Strom eingeleitet wird, und zwar selbst unter erheblicher Ueberlastung, und dass ihre Geschwindigkeit sich durch einfache Handhabung eines Widerstandes bzw. einer Kurbel beliebig regeln lässt.

Ferner ist zu erwägen, dass die für eine Centrale nöthige Betriebsicherheit nur unter Anwendung von Akkumulatoren voll erreicht werden kann, wodurch wiederum die Anwendung von Gleichstrom geboten ist.

Im Allgemeinen ist ein ausschliessendes Urtheil, ob Gleichstrom, ob Wechselstrom vorzuziehen, nicht möglich, sondern es ist die Frage vielmehr nach den Umständen und Verhältnissen jedes einzelnen Falles zu behandeln.

Vielleicht dürfte das am Schlusse dieser Abhandlung beschriebene System berufen sein, die Vortheile beider Systeme in gewissen Fällen zu vereinigen. Dasselbe wird bei gleichzeitiger und in einander greifender Anwendung des Wechsel- und Gleichstroms dann zur Anwendung kommen, wenn es sich um Uebertragung auf weite Entfernungen handelt, und dennoch die Vorzüge des Gleichstroms gewahrt bleiben sollen.

Historische Entwicklung der Vertheilungssysteme.

Kurz nach der Einführung der Glühlampe trat man auch der Frage der elektrischen Centralbeleuchtung näher. Damit war die Aufgabe gestellt, eine Centralleitung herzustellen, von welcher aus jeder Konsument seinen Stromantheil beziehen konnte.

Die nächstliegende Idee war einfach, von zwei starken Zuleitungen, welche sich in den Strassen verzweigen, nach den einzelnen Konsumstellen weiter abzuzweigen. Die sich dabei ergebenden ausserordentlich starken Kupferquerschnitte wurden durch die Einführung des Speiseleitersystems wesentlich reducirt. In der Hauptsache lässt sich dieses System dahin zusammenfassen, dass durch dasselbe Vertheilungscentren, gewissermaassen Schwerpunkte des Stromverbrauches, geschaffen werden, nach welchen Speiseleitungen gehen, während die Vertheilungscentren unter einander durch Vertheilungsleitungen verbunden sind, welche letzteren endlich zu den Hausleitungen der einzelnen Abnehmer führen.

Dadurch nun, dass man von den erstgenannten Speiseleitungen keine unmittelbaren Abzweigungen herstellt, kann ein grösserer Verlust in dieselben verlegt werden, wenn nur die Spannung in den einzelnen Vertheilungscentren gleich und konstant erhalten und der Verlust in den Vertheilungsleitungen unter 1,5 *V* bleibt.

Noch heute bildet dieses System die Grundlage aller Vertheilungssysteme.

Nach diesem System wurden unsere ersten Centralanlagen ausgeführt. Als Beispiele nennen wir:

I. Die Beleuchtungsanlage für das Hamburger Freihafengebiet.

Der Umfang dieser Anlage wurde auf etwa 5000 Glühlampen zu 16 N.K. (für die Comptoire und zugehörigen Nebenräume der Speicherblöcke, für die Zollabfertigungsschuppen, die Central-Maschinenstation und das Kesselhaus u. s. w.), sowie 33 Bogenlampen zu 12 A (für den Zollkanal nebst Zollgrenze, die Freihafenkanäle u. s. w.) berechnet. Für die Bogenlampen waren von vornherein nicht nur andere Betriebszeiten, sondern auch andere Betriebsverhältnisse vorauszusehen, wie für die Glühlampen der Privatkonsumenten. Deshalb wurde für die Bogenlampen eine besondere Anlage mit Reihenschaltung gewählt, wofür des weiteren noch der rationellere Betrieb und (wegen der weit zerstreuten Lage) die Ersparniss an Leitungsmaterial sprachen. Demgemäss umfasste das Projekt ausser den elektrischen Fernleitungen 6 Glühlichtdynamos für 360000 VA und 6 Bogenlichtdynamos für 36000 VA Gesamtleistung und zum Antrieb derselben 3 Dampfmaschinen zu 138 PS, 1 Dampfmaschine zu 50 PS normaler Leistungsfähigkeit.

Die grösseren Dampfmaschinen sind horizontale Compoundmaschinen mit Kondensation, geliefert von der Sächsischen Maschinenfabrik zu Chemnitz. Die Cylinderdurchmesser betragen 400 bzw. 600 mm, der Hub 800 mm und die Umlaufzahl 100 in der Minute. Die Leistung ist bei $\frac{1}{4}$ Füllung des kleinen Cylinders und 6 Atm. Admissionsüberdruck 138 PS e.; dieselbe kann durch Aenderung des Füllungsgrades auf 224 PS e. gesteigert werden. Die kleinere Dampfmaschine mit 360 mm Cylinderdurchmesser und 720 mm Hub ist eine horizontale Hochdruckexpansionsmaschine. Dieselbe leistet bei $\frac{1}{4}$ Füllung 6 Atm. Admissionsüberdruck und 90 Umdrehungen in der Minute 55 PS e. normal.

Die Dynamomaschinen sind von der bekannten Schuckert'schen Flachringtype mit horizontalen Elektromagneten. Das Maschinengestell bildet ein in sich geschlossenes festes Ganzes, an dessen Aussenseite sich die Lager für die stählerne Achse befinden, welche an den vorstehenden Enden einerseits die Antriebscheibe, andererseits den Stromabgeber trägt. Die Elektromagnete der Glühlichtdynamos sind mit gemischter Wickelung, diejenigen der Bogenlichtdynamos mit direkter Wickelung versehen.

Die Apparatenwand befindet sich an der einen Breitseite des Maschinensaales in unmittelbarer Nähe der Glühlichtdynamos. Ausser den üblichen Ausschaltern, Bleischaltungen, Strommessern, Spannungsmessern, Sammelleitungen für die Dynamos wie für die einzelnen Speisestromkreise, dem Generalumschalter für die Bogenlampenkreise mögen noch besonders hervorgehoben werden: die automatischen Spannungsregulatoren welche in erster Linie zum Ausgleich der mit dem Verbräuche wechselnden Leitungsverluste, in zweiter Linie aber auch zur Kompensirung etwaiger Aenderungen der Umlaufzahl (in Folge wechselnder Belastung) dienen, sodass die Aufmerksamkeit des Betriebspersonals weniger in Anspruch genommen wird. (Fig. 1.) Der Regulator zeichnet sich insbesondere aus: einerseits durch das sehr sorgfältig ausgeführte Relais, in welchem als alleinige Gegenkraft das Gewicht des beweglichen Eisenkernes benutzt ist und die Kontakte durch den Eisenkern selbst ohne Zwischenglieder hergestellt werden, andererseits durch Parallelschaltung der Widerstände, welche den gesammten Strom auf eine Reihe von Kontakten vertheilt und dadurch den Uebergangswiderstand, sowie die Funkenbildung auf das geringste Maass reducirt. Für

jeden Hauptstromkreis ist ein Regulator, im Ganzen also 15 Stück, vorhanden, welche einen gemeinschaftlichen Antrieb von einer besonderen kleineren Transmission erhalten. Diese wird ihrerseits von der Haupttransmission angetrieben, ist also im Gange, so lange überhaupt der Betrieb stattfindet.

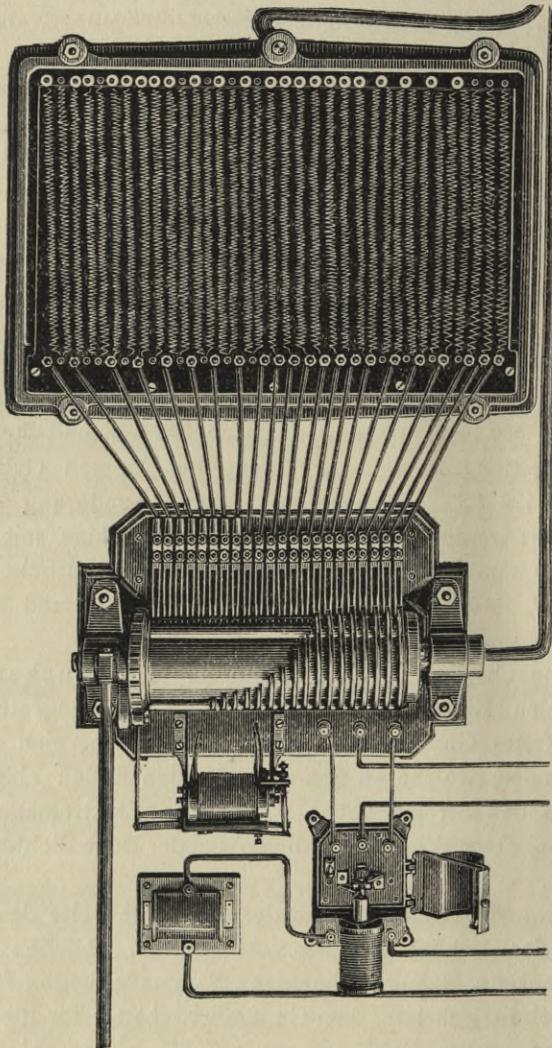


Fig. 1. Regulator.

Leitungen.

Als System der Stromvertheilung für die Glühlampen wurde die einfache Parallelschaltung (Zweileitersystem) gewählt, welche sich im vorliegenden Falle anderen Systemen (dem Dreileitersystem und insbesondere der indirekten Vertheilung mittels Transformatoren) gegenüber als das günstigste herausstellte und deshalb sowie wegen der grösseren Einfachheit in der Anlage und beim Betriebe den Vorzug verdiente. Die sämtlichen Glühlampen sind auf 15 Hauptstromkreise vertheilt, welche den Strom von den Sammelleitungen der Apparatenwand nach den Speicherblöcken führen und

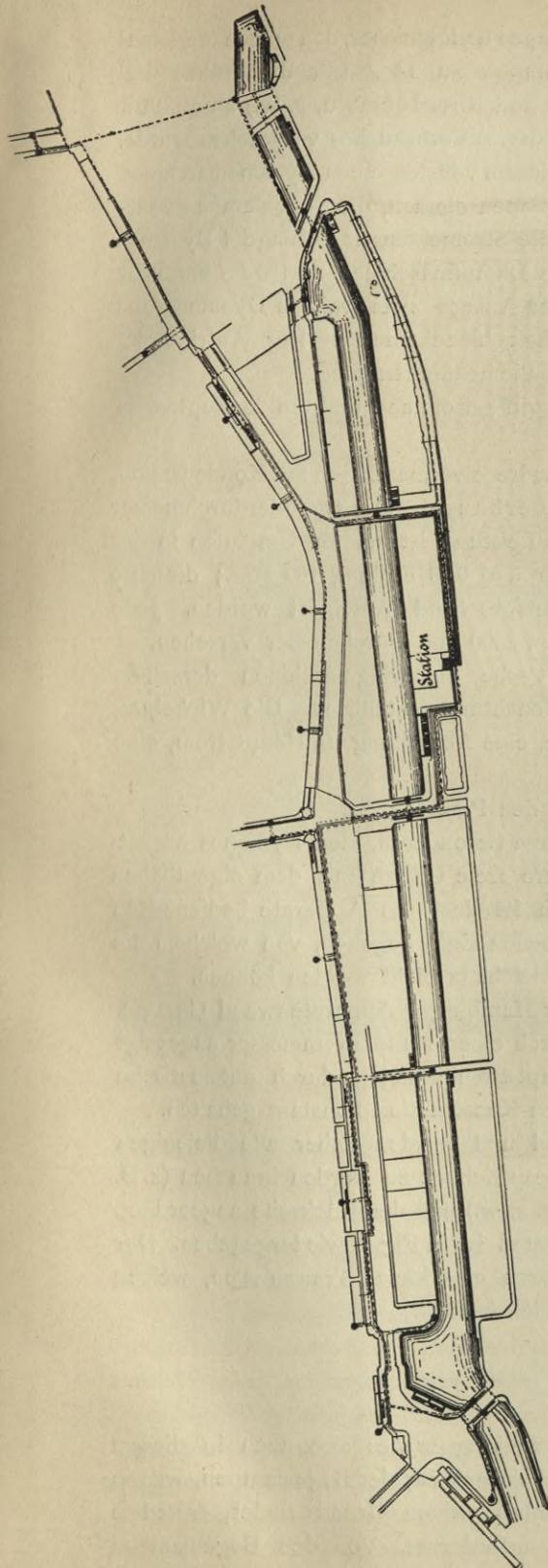


Fig. 2. Leitungsplan der Freihafen-Beleuchtungsanlage Hamburg.

direkt an dieselben durch 1 bis 3 Abzweigungen abgeben. Die Gesamtlänge der Hauptleitungen (hin und zurück) beträgt zwischen 100 und 700 m, die Spannungsabnahme in denselben bei Maximalbeanspruchung (d. h. wenn alle installierten Lampen brennen) 12 V , bei 103 V normaler Lampenspannung. Betreffs der Situation ist auf den Leitungsplan, Fig. 2, zu verweisen. Die Hauptleitungen sind unterirdisch und bestehen aus Kabeln mit doppeltem Bleimantel, welche in U-Eisen gebettet und mit starken Eisenplatten abgedeckt sind (vgl. Fig. 3 u. 4). Die Hin- und Rück-Leitung bildet je ein

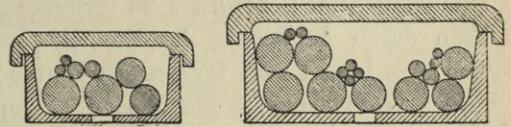


Fig. 3.

Fig. 4.

In U-Eisen gebettete Kabel.

besonderes Kabel für sich. Die Spannungsleitungen sind besondere Bleikabel von entsprechend geringem Querschnitt und neben den Hauptkabeln in die U-Eisen gebettet.

Die vorläufig aufgestellten 33 Bogenlampen sind in drei getrennten Stromkreisen hinter einander geschaltet. Die Leitungen sind ebenfalls Kabel mit doppeltem Bleimantel, welche in U-Eisen gebettet und mit starken Eisenplatten abgedeckt sind, wozu bei Parallelstrecken die U-Eisen der Glühlichtleitungen mitbenützt wurden.

II. Die Beleuchtungsanlage für das Bremer Freihafengebiet.

Diese Anlage wurde für eine Kapazität der Maschinen und Leitungen von 2000 Glühlampen zu 16 N.K. (für das Hafenhause, Restaurationsgebäude,

die Verwaltungs- und Bureau-Gebäude, Quaischuppen und Speicher, den Quaimauerkanal und Fussgängertunnel u. s. w.) und 80 Bogenlampen zu 12 *A* (für die Krähne und freien Plätze, Lokomotivschuppen, Maschinen- und Kessel-Haus u. s. w.) ausgeführt, wobei die Erweiterungsfähigkeit um die Hälfte dieses Verbrauches vorgesehen wurde.

Die Bogen- und Glüh-Lampen werden gemeinsam von denselben Dynamomaschinen gespeist, und zu diesem Zwecke sind die Glühlampen einfach, die Bogenlampen paarweise parallel geschaltet. Demgemäss umfasst die Stromerzeugungsanlage 4 Dynamos zu je 67 000 *VA* und zum Antrieb derselben zwei Dampfmaschinen zu 180 *PS* normaler Leistungsfähigkeit, wozu bei Vergrösserung der Anlage zwei weitere Dynamos und eine Dampfmaschine derselben Leistungsfähigkeit hinzukommen. Der Antrieb der Dynamos erfolgt direkt (ohne Vorgelege) durch Riemenübertragung.

Die Anlage wurde im Frühjahr 1888 in Angriff genommen und am 25. September in Betrieb gesetzt.

Die Dampfmaschinen sind stehende Compoundreivermaschinen mit Kondensation, geliefert von der Gutehoffnungshütte in Oberhausen. Die Cylinderdurchmesser betragen 380 bzw. 660, der Hub 500 mm. Die Leistung ist bei 150 Umläufen in der Minute, 6 Atm. Ueberdruck im kleinen Cylinder und 0,38 Füllung 180 *PS e.*; dieselbe kann durch Aenderung des Füllungsgrades entsprechend gesteigert werden. Jede Maschine ist mit zwei Riemenschwungrädern von 2500 mm Durchmesser versehen.

Die Dynamomaschinen sind Schuckert'sche Flachringmaschinen derselben Bauart, wie die für die Hamburger Freihafenbeleuchtung installirten. Die Wickelung der Elektromagnete ist ebenfalls eine gemischte, eine Abtheilung im Hauptstrom, eine im Nebenschlusse.

Bezüglich der Disposition der Anlage vgl. den Plan Fig. 5.

Die Apparatenwand befindet sich in einem besonderen, den Dynamos nächstgelegenen Nebenraume, welcher durch mehrere freie Gänge mit dem eigentlichen Maschinenraum in Verbindung steht. Dadurch ist dem die Apparate bedienenden Elektriker ein abgesonderter Standpunkt zur ebenen Erde gegeben, von welchem die sämtlichen Maschinen bequem übersehen und leicht erreicht werden können.

Bezüglich der Apparate gilt das von der Hamburger Apparatenwand Gesagte. Auch hier wird der gesammte Verbrauch durch einen Hauptstrommesser angezeigt und die Spannung an den Enden der Hauptstromleitungen durch automatische Spannungsregulatoren der in Fig. 1 dargestellten Konstruktion konstant gehalten.

Die Apparatenwand selbst ist freistehend und wurden daher alle diejenigen Theile, welche nicht unmittelbar bedient und beaufsichtigt zu werden brauchen (z. B. die Regulirwiderstände der Hauptstromkreise u. s. w.) auf der Rückseite angeordnet. Die Vorder- und Seiten-Ansicht der Apparatenwand ist in Fig. 6 wiedergegeben. Der Antrieb der Automaten erfolgt mechanisch durch eine kleine Transmission, welche von jeder Dampfmaschine in Gang gesetzt werden kann.

Leitungen.

Als das günstigste System der Stromvertheilung erwies sich auch in diesem Falle das Zweileitersystem bei paarweiser Parallelschaltung der Bogenlampen, was in der speciellen Gruppierung des Hauptverbrauches seinen Grund findet, trotzdem einige entferntere Gebäude lange Zuleitungen erforderten. Von den Bogenlampen

wird der weitaus grösste Theil durch besondere Zuleitungen gespeist, und es entfallen von zwölf für den jetzigen Umfang vorgesehenen Hauptstromkreisen zwei allein auf Bogenlicht und zehn auf Bogen- und Glühlicht gemeinschaftlich. Die Gesamtlänge der einzelnen Hauptleitungen (hin und zurück) beträgt zwischen 100 und 1900 m, die Spannungsabnahme in denselben beträgt bei der höchsten Beanspruchung (d. h. bei

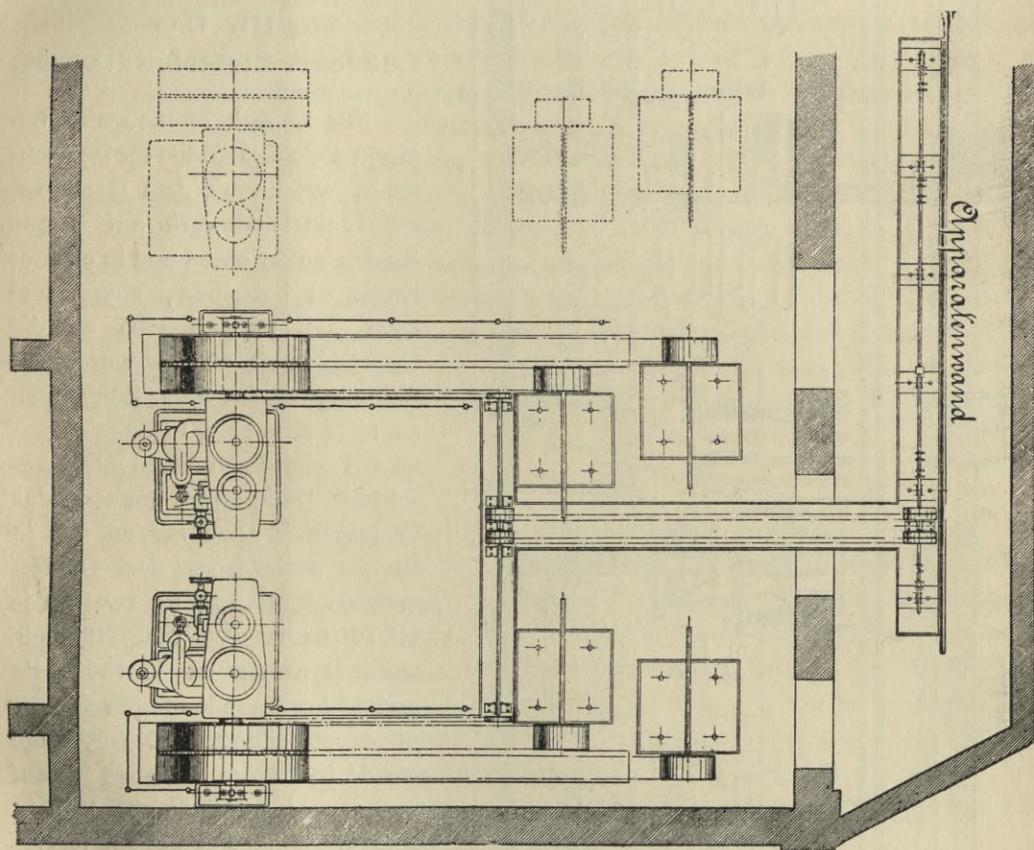


Fig. 5. Maschinenhaus.

gleichzeitigem Brennen von 2000 Glühlampen zu 16 N.K. und 80 Bogenlampen zu 12 A) 15 V.

Die Hauptleitungen selbst sind Kabel mit doppeltem Bleimantel, welche theils, wie bei der Hamburger Anlage, in U-Eisen gebettet und mit Eisenplatten abgedeckt, theils mit Eisenbandarmatur versehen und in den Quaimauerkanälen verlegt sind.

Die Spannungsleitungen sind isolirte, in die Hauptkabel eingelegte Drähte, wodurch für die Kontroll- und Regulir-Apparate, sowie für die Signalvorrichtungen je ein besonderer Spannungskreis geschaffen ist.

Die Hauptleitungen münden in sogenannte Vertheilungskästen, von denen die Vertheilungsleitungen nach den Gebäuden bzw. nach den einzelnen Lampengruppen ausgehen. Zu dem Hafenhause, der Restauration, den Büreaugebäuden und Speichern gehen von den betreffenden Vertheilungspunkten aus je zwei Stromkreise, welche innerhalb der Gebäude miteinander in Verbindung gebracht werden können. In den

Feuerungsanlage steht durch einen gemeinschaftlichen Fuchs mit dem 40 m hohen Schornstein in Verbindung.

Die Dampfmaschinen sind liegende Kondensationsmaschinen mit Ventilsteuerung, geliefert von der Nürnberger Maschinenbau-Aktiengesellschaft. Die beiden grösseren, vorläufig für den Hauptbetrieb bestimmt, sind compoundirt. Die Cylinderdurchmesser betragen 380 bzw. 570 mm, der Hub 800 mm. Die Leistung beträgt bei 85 Umläufen in der Minute und 7 Atm. Ueberdruck im kleinen Cylinder 115 PS, dieselbe kann jedoch auf 200 PS gesteigert werden.

Die kleine Maschine hat 650 mm Hub und leistet bei 85 Umläufen in der Minute und 7 Atm. Ueberdruck 50 PS. Die gesammte Normalleistung der Dampfmaschinen ist auch bei dieser Anlage geringer bemessen, als zur vollen Ausnützung der sechs Dynamos erforderlich wäre, wodurch, wie oben bemerkt, der Materialverbrauch vermindert und die Reserve in die betriebenen Maschinen verlegt wird.

Die Dynamomaschinen sind, wie bei den beschriebenen Anlagen, Schuckert'sche Flachringmaschinen mit gemischter Wickelung.

Die Apparatenwand befindet sich in unmittelbarer Nähe der Dynamos in der Mitte der einen Längsseite des Maschinensaales. Die Einrichtung und der Antrieb der Automaten ist im Wesentlichen identisch mit der Apparatenwand der Hamburger Freihafenanlage.

Leitungen.

Als System der Stromvertheilung verdiente auch in diesem Falle bei der günstigen Lage der Station und dem geschlossenen Konsumgebiete das Zweileiternetz mit ungefähr 103 V Spannung für paarweise Parallelschaltung der Bogenlampen den Vorzug. Der gesammte verbrauchte Strom wird von neun Hauptstromkreisen dem Vertheilungsnetze zugeführt. Der Spannungsverlust beträgt bei Höchstbeanspruchung 15 V in den Hauptleitungen und bis 1,5 V in den Vertheilungsleitungen. Die Gesammtleitungslänge ist 10 km bei einer Ausdehnung des Konsumgebietes bis zu 550 m von der Station. Sämmtliche Leitungen sind Kabel mit doppeltem Bleimantel, welche in U-Eisen verlegt und mit Eisenplatten abgedeckt sind. Die Anordnung des Leitungsnetzes ist aus dem Plane (Fig. 7) zu ersehen.

IV. Das Hamburger Elektrizitätswerk.

Diese Anlage wurde für eine Leistungsfähigkeit von 12 000 Glühlampen zu 16 N. K. in Angriff genommen, wobei eine Erweiterung auf das Doppelte vorgesehen wurde. Demnach wurden vorläufig ausgeführt: ein Zweileiternetz für 12 000 gleichzeitig brennende 16 kerzige Lampen, eine Dynamo für 67 000 VA und 5 Dynamos für je 134 000 VA. Die kleinere und eine grössere Dynamo erhielten je eine besondere Antriebsdampfmaschine, während die übrigen vier je zwei von einer Dampfmaschine angetrieben werden. Die Dampfmaschinen, vertikale Compoundmaschinen mit Kondensatoren, wurden von Gebrüder Howaldt in Kiel, die Kessel von K. & Th. Möller in Brackwede i. W. geliefert. Am 18. December 1888 wurde der bis dahin fertiggestellte Theil der Anlage dem Betriebe übergeben.

Die Dynamomaschinen sind Schuckert'sche Flachringmaschinen, welche bei 300 Umdrehungen die oben genannte Leistung von 67 000 bzw. 134 VA geben. Die Elektromagnete sind mit gemischter Wickelung versehen.

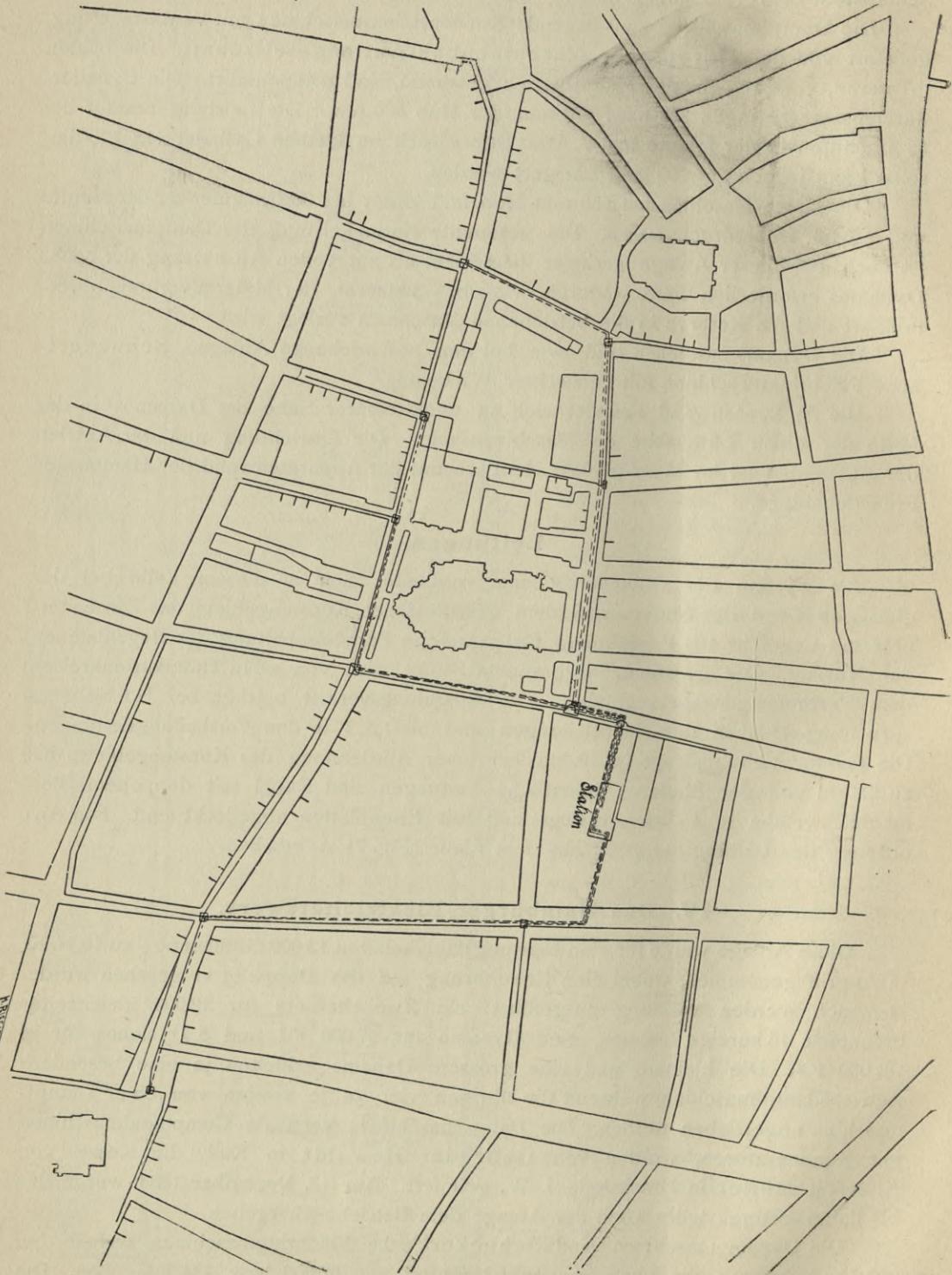
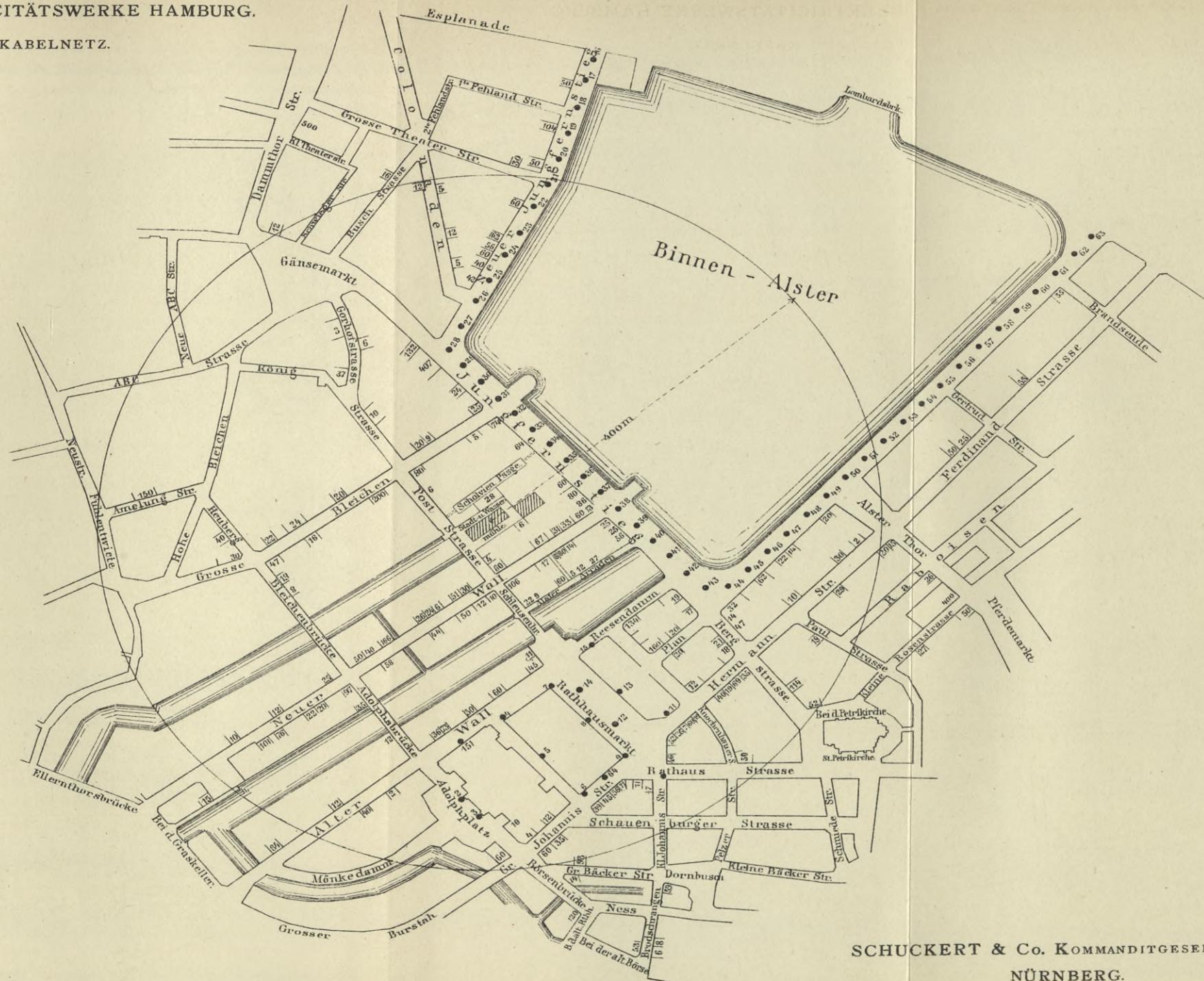


Fig. 7. Leitungsplan der Lubbecker Elektrizitätswerke.

STÄDTISCHE ELEKTRICITÄTSWERKE HAMBURG.

PLAN ZUM KABELNETZ.

FIG. 8.



SCHUCKERT & Co. KOMMANDITGESELLSCHAFT
NÜRNBERG.

Die Apparatenwand befindet sich auf einer Gallerie an der Breitseite des Maschinensaales. Die Einrichtung ist im Wesentlichen mit der oben beschriebenen übereinstimmend. Der Antrieb der Automaten erfolgt durch zwei Elektromotoren.

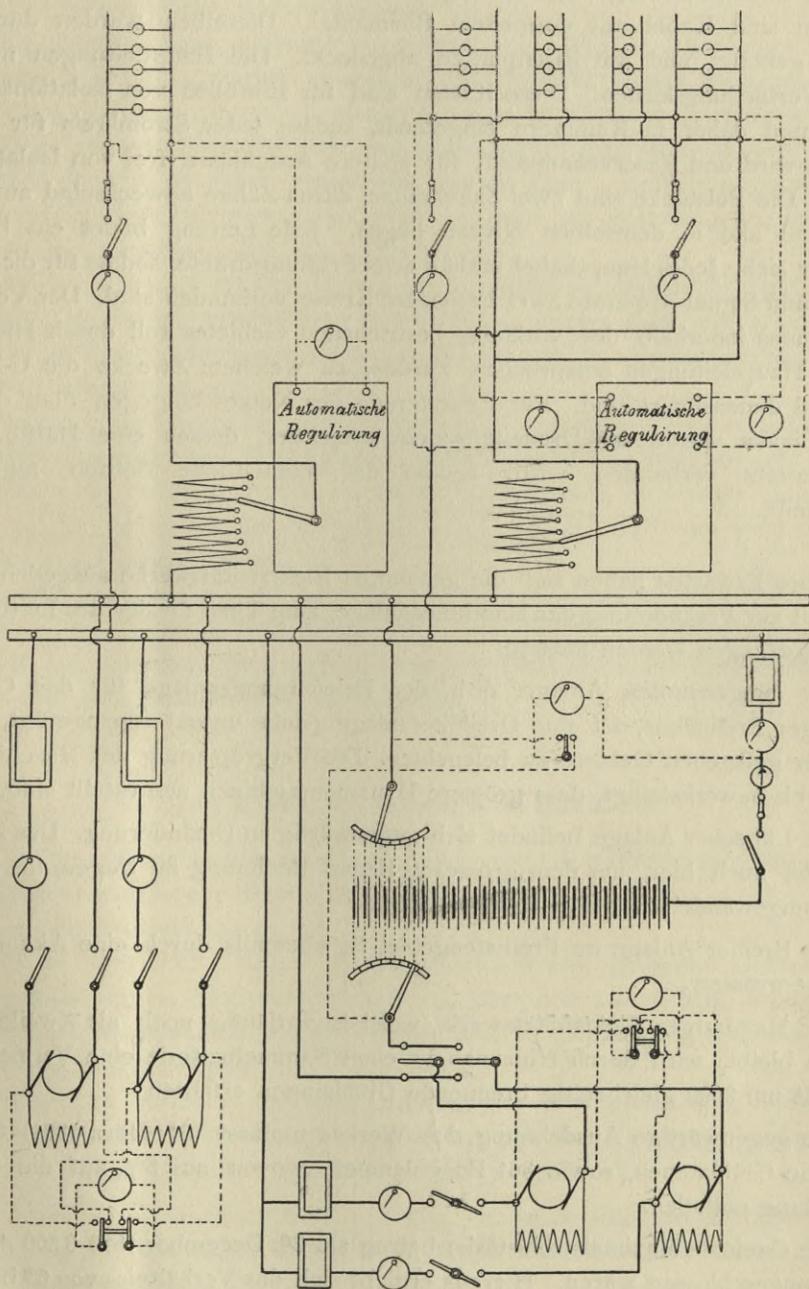


Fig. 8 a. Schaltung der Akkumulatorenbatterie in Hamburg.

Das Leitungsnetz für die vorläufige Anlage ist nach dem Zweileitersystem ausgeführt. Der gesammte Konsum ist auf 18 Hauptstromkreise vertheilt, von denen

zwei auf Theater entfallen. Die Spannungsabnahme ist für den vollen Konsum von 12 000 Lampen auf 15 V in den Hauptleitungen und 1,5 V in den Vertheilungsleitungen festgesetzt.

Die Gesamtleitungslänge beträgt 30 km bei Entfernungen bis zu 900 m. Die Leitungen sind Kabel mit doppeltem Bleimantel. Dieselben wurden durchweg in U-Eisen gebettet und mit Eisenplatten abgedeckt. Die Hauptleitungen münden in eiserne Vertheilungskästen. Diese Kästen sind für Einfüllen von Isolationsmasse berechnet und daher in Kammern eingetheilt, sodass jeder Stromkreis für sich ausgegossen wird und Reservekammern für spätere Anschlüsse frei von Isolationsmasse bleiben. Die Polstücke sind zwei Zahnkränze, deren Zähne abwechselnd auf einander folgen und alle in demselben Niveau liegen. Jede Leitung bildet ein besonderes Kabel für sich. Jedes Hauptkabel enthält zwei Prüfungsdrähte, sodass für die Kontroll-, Regulir- und Signal-Apparate zwei besondere Kreise vorhanden sind. Der Vermehrung des Konsums innerhalb des vorläufig bestrichenen Gebietes soll durch Hinzufügung weiterer Hauptleitungen entsprochen werden, zu welchem Zwecke die U-Eisen entsprechend dimensionirt sind. Für Erweiterung des Netzes hingegen über das jetzige Gebiet hinaus wurde das Dreileitersystem projektirt, dessen eine Hälfte mit dem Zweileiternetz verbunden wird, sodass der einheitliche Betrieb aufrecht erhalten bleibt.

Ueber Erwarten haben sich die genannten Elektrizitätswerke ausgedehnt, sodass zum Theil zur Veränderung der Maschinenanlage, zum Theil zu der des Leitungsnetzes hat übergegangen werden müssen.

Der erstgenannten Anlage, d. h. der Beleuchtungsanlage für das Gebiet des Hamburger Freihafens, ist eine Dreileiteranlage (siehe unten) hinzugefügt, um auch die ferner gelegenen Gebiete zu beleuchten. Die Vergrösserung der Maschinenanlage ist dadurch bewerkstelligt, dass grössere Dynamomaschinen aufgestellt sind.

Die Lübecker Anlage befindet sich gegenwärtig in Umänderung. Das Zweileitersystem ist auch hier, um dem grösseren Bedarf Rechnung zu tragen, ins Dreileitersystem umgewandelt.

Die Bremer Anlage im Freihafengebiet ist ebenfalls durch eine Akkumulatorenanlage vergrössert.

Das Hamburger Elektrizitätswerk, welches vorläufig noch als Zweileitersystem bestehen bleibt, wird durch Hinzunahme einer Sammelbatterie eine Vermehrung der Kapazität um 3000 gleichzeitig brennende Glühlampen erfahren.

Die gegenwärtige Ausdehnung des Werkes umfasst (31. März 1891) 8970 angeschlossene Glühlampen, sowie 361 Bogenlampen, wovon nur 5% auf die öffentliche Beleuchtung entfallen.

Die erreichte Maximalstromstärke betrug am 20. December 1890 3 500 A, während 5 559 A angeschlossen waren. Hieraus ergibt sich das Verhältniss von 63 brennenden Lampen auf 100 installirte.

Ein zweiter Schritt in der Entwicklung der Systeme geschah durch die Anordnung des Dreileitersystems, welches wohl von Dr. Hopkinson zuerst angegeben ist. Wie bekannt, beruht dasselbe auf der Anwendung zweier hintereinander geschalteten Maschinen, zwischen denen ein Ausgleichsdraht (der Mittelleiter) abzweigt, sodass die Lampen in zwei Gruppen brennen.

Der Mittelleiter nimmt diejenige Stromstärke auf, welche dem Unterschied des Konsums in den beiden Gruppen entspricht. Der Vortheil dieses Systems liegt in der Reducirung der Querschnitte, da einmal dieselbe Stromstärke jetzt für zwei statt für eine Lampe genügt, zweitens aber der Spannungsverlust sich auf zwei Lampen vertheilt, also doppelt so gross genommen werden kann. Stellt man genauere Berechnungen unter Berücksichtigung der erfahrungsmässigen Belastung an, so ergibt sich, dass die Kupfermengen sich wie 5:2 verhalten.

Von uns wurden nach diesem System die Centralen in Barmen, Neapel, Verona, Berchtesgaden, Malmö etc. ausgeführt. Ebenso hat in letzter Zeit, wie erwähnt, die Umänderung der Elektrizitätswerke in Lübeck, Hamburger und Bremer Freihafen nach diesem System stattgefunden.

Man hat vorgeschlagen, das Dreileitersystem fortzusetzen und zum Vier- und Fünfleitersystem auszubilden. Wir haben davon abgesehen und zwar aus dem Grunde, weil die durch das Fünfleitersystem bedingte Komplikation in Anlage und Betrieb durch die Ersparniss an Kupfer im Leitungsnetz, welches wiederum mehr Isolation erfordert, nicht aufgewogen wird.

Ausserdem aber sind sowohl durch Anwendung der Gleichstromtransformatoren in Verbindung mit Akkumulatorenstationen als des Wechselstroms bzw. Mehrphasenstroms etc. Anordnungen gegeben, welche in einfacherer und durchgreifenderer Weise die Frage der Fernleitungen lösen können.

V. Das Elektrizitätswerk in Barmen.

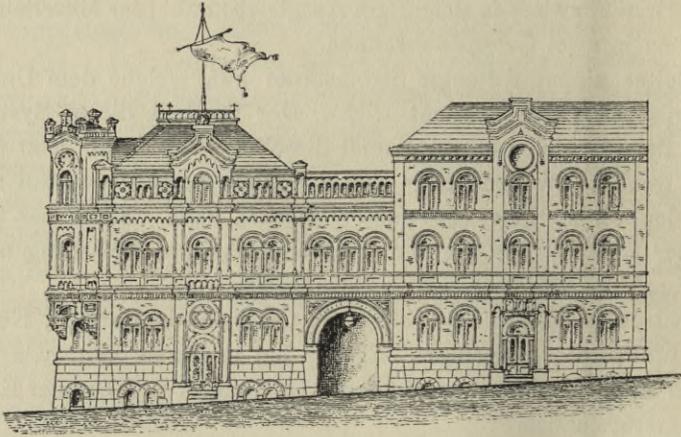
Einen weiteren Fortschritt in der Entwicklung von Centrallichtanlagen bezeichnet das nachstehend beschriebene Elektrizitätswerk der Stadt Barmen, bei welchem Akkumulatoren zur Anwendung kamen.

Die an der Heubruch-, Viktor- und Karolinen-Strasse gelegene Centralstation desselben umfasst einen Flächenraum von ca. 2300 qm und erhält in zweckentsprechender Weise zu einander gruppirt: Kesselhaus, Maschinenhalle, Akkumulatorenraum und Verwaltungsgebäude.

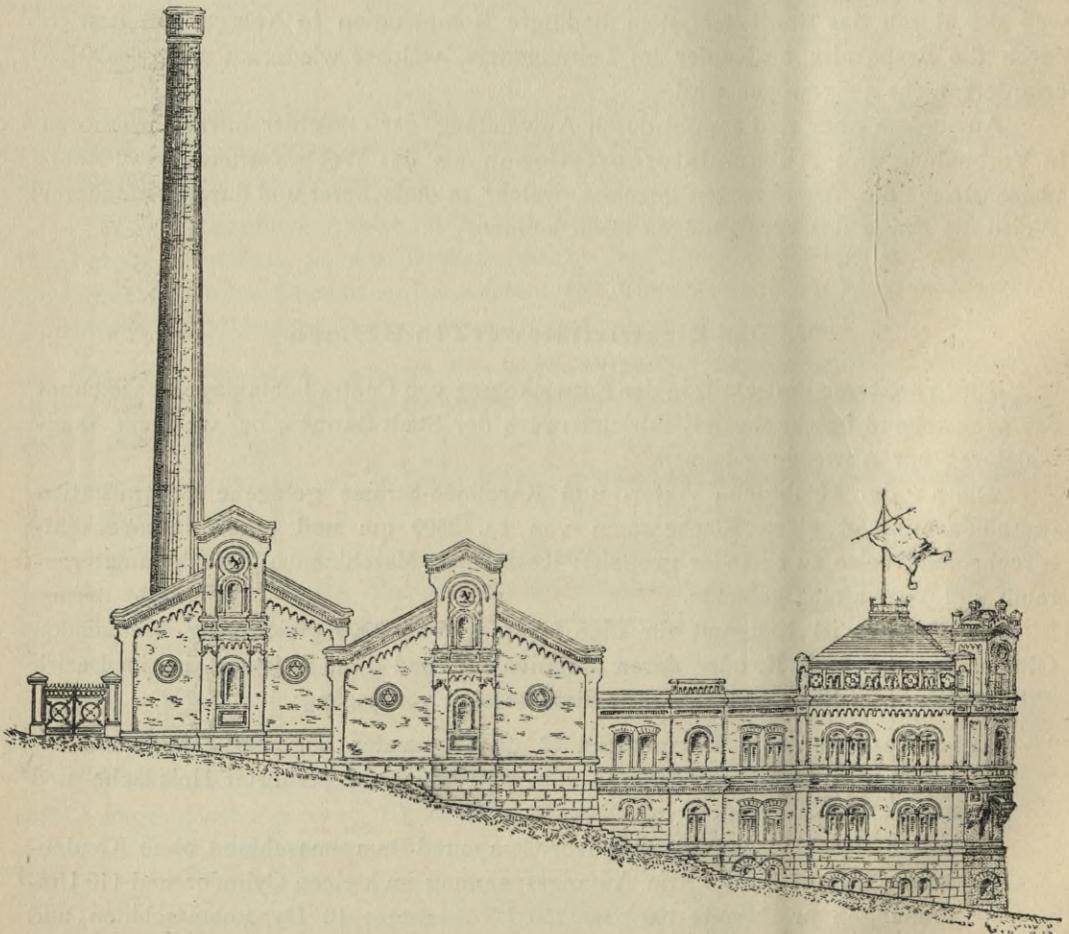
Die Anlage ist bestimmt für eine Leistung von 5000 gleichzeitig brennenden Glühlampen zu 16 N.K. oder deren Aequivalent, und diese Leistung ist im Bezirk Mittel-Barmen vertheilt gedacht. Für dieselbe sind vorgesehen:

- a) im Kesselhause: 6 Dampfkessel (2 über einander liegende Zweiflammrohrkessel mit Galloway-Röhren von je 93 qm wasserberührter Heizfläche und 8 Atm. Ueberdruck);
- b) in der Maschinenhalle: 5 Receiver-Compound-Dampfmaschinen ohne Kondensation, welche bei 7,5 Atm. Anfangsspannung im kleinen Cylinder und 110 Umdrehungen pro Minute 100 bzw. 150 *PS e.* leisten; 10 Dynamomaschinen und die Apparatenanlage;

Elektrische Centrale der Stadt Barmen.

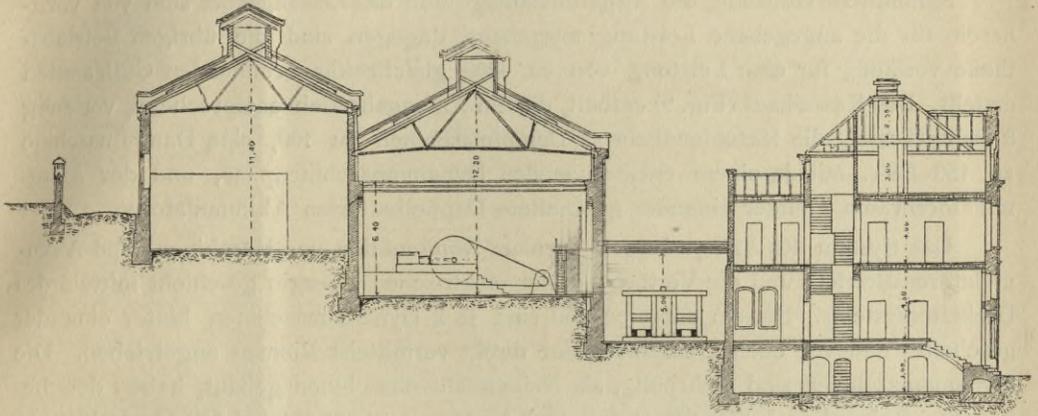


Ansicht in der Victorstrasse.

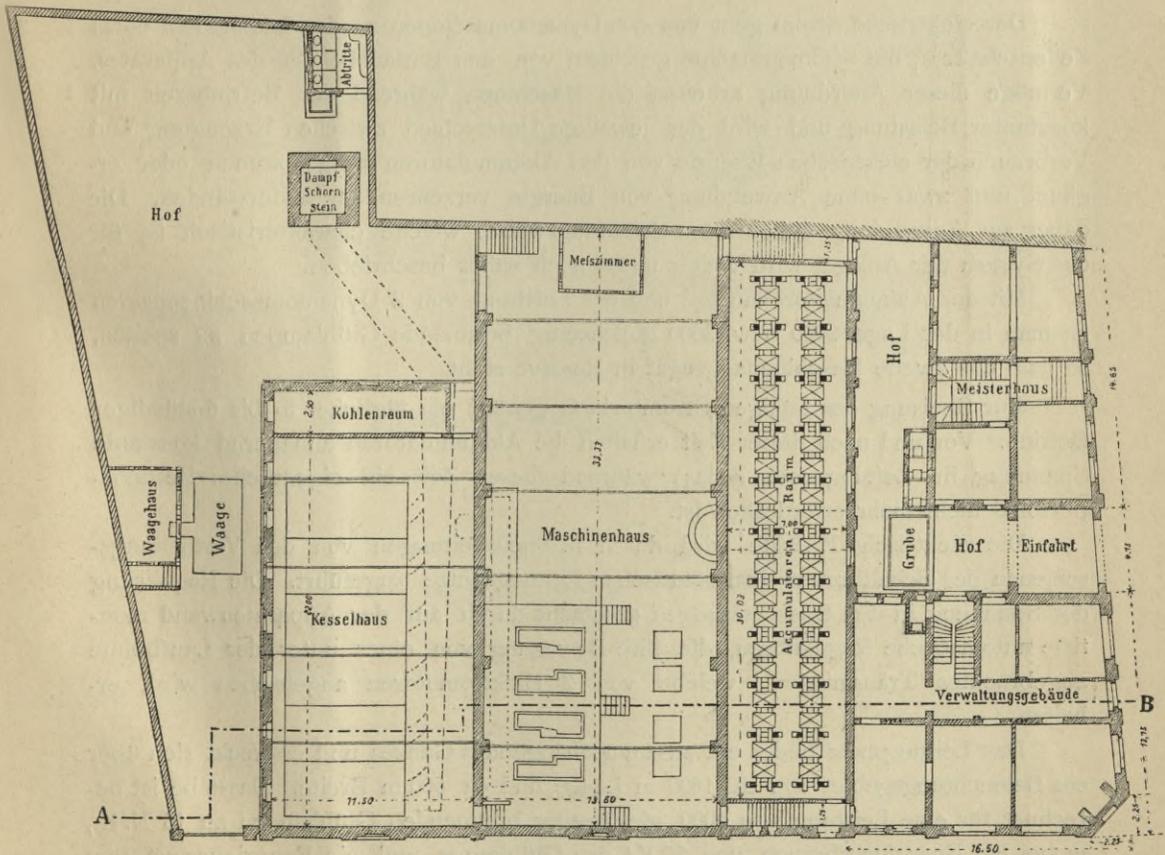


Ansicht in der Heubruchstrasse.

Elektrische Centrale der Stadt Barmen.



Querschnitt.



Grundriss.

- c) im Akkumulatorenraum: 4 Doppelbatterien Akkumulatoren von je 68 Zellen, Tudor'scher Konstruktion, mit einer Entladestromstärke von 220 A. (1 Dampfmaschine mit den zugehörigen Dynamos und 1 Dampfkessel dienen als Reserve).

Sämtliche Gebäude, die Apparatenanlage und das Leitungsnetz sind von vornherein für die angegebene Leistung ausgebaut, dagegen sind die übrigen Betriebs-theile vorläufig für eine Leistung von ca. 4000 gleichzeitig brennenden Glühlampen erstellt. Das Kesselhaus (Fig. 9) enthält, diesem Anfangsbetrieb entsprechend, vorläufig 3 Dampfkessel, die Maschinenhalle 2 Dampfmaschinen zu 100, eine Dampfmaschine zu 150 PS e. mit je einem entsprechenden Dynamomaschinenpaar, und der Akkumulatorenraum 2 hinter einander geschaltete Doppelbatterien Akkumulatoren.

Das System der Anlage besteht in einer Kombination von Maschinen- und Akkumulatoren-Betrieb, und die Vertheilung der elektrischen Energie geschieht mittels des Dreileitersystems. Diesem entsprechend sind je 2 Dynamomaschinen hinter einander geschaltet und von einer Dampfmaschine direkt vermittelt Riemen angetrieben. Die Dynamomaschinen sind mehrpolig, als Nebenschlussmaschinen gebaut, haben den bekannten Schuckert'schen Flachring und leisten je 31 250 VA bei 500 Umdrehungen in der Minute.

Mit diesen sind die Akkumulatoren parallel geschaltet.

Der elektrische Strom geht von den Dynamomaschinen zu den Ladehebeln eines Zellschalters; die Stromentnahme geschieht von den Entladehebeln des Apparates. Vermöge dieser Anordnung arbeiten die Maschinen während der Betriebszeit mit konstanter Belastung und wird der jeweilige Unterschied zwischen Erzeugung und Verbrauch der elektrischen Energie von den Akkumulatoren aufgenommen oder ergänzt und zwar ohne Anwendung von Energie verzehrenden Widerständen. Die dabei zur Anwendung gekommene Schaltungsweise, welche charakteristisch ist für das System der Anlage, wird weiter unten noch näher beschrieben.

Mit der Akkumulatorenanlage und der Leistung von 2 Dynamomaschinenpaaren ist man in der Lage, 2900 bzw. 3600 gleichzeitig brennende Glühlampen zu speisen, so dass das zweite Maschinenaggregat in Reserve steht.

Zur Speisung des jetzigen Strombedarfs genügt ein täglicher 5- bis 6-stündiger Betrieb. Vor und nach dieser Zeit erhalten die Akkumulatoren annähernd konstante Spannung im Leitungsnetz, sodass während dieser Zeit ein eigentliches Betriebspersonal nicht mehr erforderlich ist.

Die elektrische Energie wird durch 12 Speiseleitungen von den Vertheilungsschienen des Schaltbrettes dem städtischen Leitungsnetze zugeführt. Die Regulirung der Spannung in den Speiseleitungen geschieht durch auf der Apparatenwand montirte automatische Regulatoren, die ihre Bewegung von einer unter der Laufbühne angebrachten Transmission, welche von 2 Elektromotoren angetrieben wird, erhalten.

Das Leitungsnetz bildet ein zusammenhängendes Ganzes und erstreckt sich über ein Beleuchtungsgebiet von ca. 1600 m Länge und ca. 600 m Breite. Dasselbe ist berechnet für eine Leistung von 5000 gleichzeitig brennenden Glühlampen zu 16 N. K., wobei ein Energieverbrauch von 55 VA pro Glühlampe und ein Energieverlust von 10% zwischen Dynamomaschine und Glühlampe der Berechnung zu Grunde gelegt ist.

Im ganzen Leitungsnetz ist konsequent das Dreileitersystem durchgeführt worden, mit einer Spannung an der Verwendungsstelle von 220 V zwischen den äusseren Zweigen und 110 V an den Polen der Glühlampen. Die Einführung der Speisekabel und die Herstellung der Knotenpunkte der Vertheilungsleitungen ist in 41 gusseisernen Kabelkästen geschehen. Diese sind sämmtlich in den Strassen eingesenkt und fundirt und nach Abheben von gusseisernen Deckeln von der Strassenoberfläche her zugänglich. Die Einrichtung der Kästen ist so getroffen, dass nur dann die Bleisicherungen durchschmelzen, wenn eine Speise- oder Vertheilungs-, Anschluss- oder Haus-Leitung kurzgeschlossen wird; dadurch wird nur der beschädigte Leitungsstrang vom Leitungsnetz losgetrennt; eine Störung in der übrigen Beleuchtung tritt nicht ein. Von den Kästen, welche 8 Anschlussstellen haben, zweigen auch die wichtigeren Hausanschlüsse ab. Die sonstigen Hausanschlüsse gehen direkt von den Vertheilungskabeln, mit denen sie verlöthet sind, nach der Konsumstelle. Die Anschlussleitungen endigen in den Häusern in Umschalter, welche mit Bleisicherungen kombinirt sind; sie gestatten ein Umschalten der Hausstromkreise auf den einen oder anderen Zweig des Dreileiternetzes. Von den Umschaltern an beginnen die Hausleitungen.

Sämmtliche zur Verwendung gekommene Kabel sind gegen Eindringen von Feuchtigkeit durch einen doppelten Bleimantel geschützt, welcher mit einer doppelten Eisenbandarmatur gegen mechanische Einwirkung versehen ist. Die Kabel liegen in einer Sandschicht durchschnittlich 1 m tief unter der Erdoberfläche, sind dann mit einer 10 cm hohen Schicht steinfreier Erde und mit einer Lage hartgebrannter Ziegelsteine überdeckt. An Stellen, wo örtliche Verhältnisse das Einlegen der Kabel in eine Erdschicht von 1 m Tiefe nicht gestatteten, wurden sie gegen Druck, Stoss etc. durch Anbringen von Stein- oder Schmiedeisen-Platten oder Umkleidung mit gusseisernen Röhren geschützt. Bei Kreuzung des Wupperflusses und des Mühlengrabens sind die Kabel in schmiedeeiserne Kästen und in gusseiserne Röhren verlegt worden.

Die Speisekabel haben eine Gesamtlänge von ca. 22 000 m; die Vertheilungskabel eine solche von ca. 28 000 m. Das gesammte Kabelnetz excl. Hausanschlussleitungen hat demnach eine Kabellänge von ca. 50 000 m.

Um die Kabel bei einer Reparaturarbeit oder bei Anschlüssen leicht erkennen zu können, sind bei allen positiven Leitungen zwei Eisendrähte und bei allen negativen ein Draht zwischen Bleimantel und Eisenbandarmatur eingelegt und ausserdem die Anordnung so getroffen, dass alle positiven Leitungen rechts und alle negativen Leitungen links verlegt wurden.

Die Messung des Stromverbrauchs in den Häusern der Abnehmer geschieht wie üblich durch Aron'sche Elektrizitätszähler, und der Preis für die 16kerzige Glühlampenstunde gleich 55 VA ist auf 4 Pf. festgesetzt.

Den Betrieb des Werkes, sowie die Ausführung der Hausinstallationen hat die Stadt Barmen in eigene Regie übernommen, ebenso den Verkauf der Kohlenstifte und Glühlampen.

Die Anlage wurde im Jahre 1888 nach den Plänen des Ingenieurs Hermann Müller ausgeführt und am 6. December des gleichen Jahres in Betrieb gesetzt und funktionirt seitdem zufriedenstellend.

Angeschlossen an das Leitungsnetz sind zur Zeit etwa 110 Bogenlampen von 4 bis 10 A und 3000 Glühlampen zu 10 bis 25 N.K. in 84 Anschlüssen.

Die Kosten der Anlage einschl. Grunderwerb haben ca. 750 000 M. betragen.

Für die Versorgung der Bezirke Ober- und Unter-Barmen, sowie Wichlinghausen mit elektrischem Strome sind 5 neue Akkumulatorenstationen mit besonderen Leitungsnetzen in Aussicht genommen. Diesen soll dann die elektrische Energie von der bestehenden Centralstation aus am Tage durch besondere Ladeleitungen zugeführt und in den Akkumulatoren aufgespeichert werden, welche die Stromlieferung kontinuierlich übernehmen.

Akkumulatoren bilden ein Reservoir für elektrische Energie. Sie sind deshalb dazu berufen, in städtischen Stromerzeugungsanstalten eine Stellung einzunehmen, welche derjenigen der Gas- und Wasser-Reservoirs im Gas- und Wasser-Werksbetrieb analog ist. Eine solche Stellung nimmt der Akkumulator aber nur dann ein, wenn die Möglichkeit geboten ist, ohne complicirte Vorrichtungen und ohne Effektverluste in Widerständen jederzeit die Differenz zwischen Produktion und Konsum der elektrischen Energie in denselben hineinzupumpen bzw. diese Differenz aus demselben zu entnehmen, je nachdem die Produktion grösser oder kleiner ist als der Konsum.

Dies waren die leitenden Momente, welche im Jahre 1887 bei der Projektirung der Barmer Beleuchtungscentrale zu nachstehender Schaltung führten (siehe Fig. 10 und 11). Da diese Schaltung seit ihrer erstmaligen Anwendung in Barmen bedeutungs-

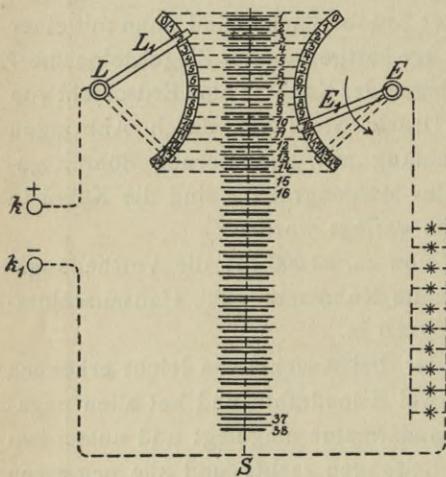


Fig. 10. Ladung.

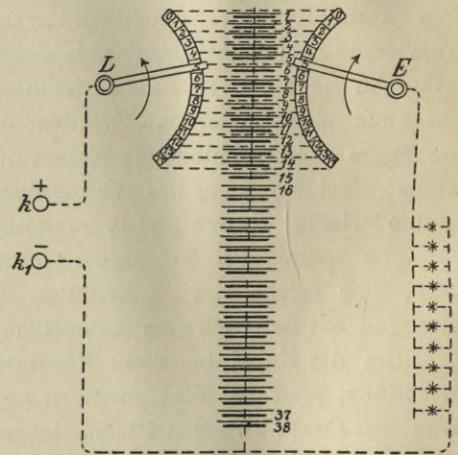


Fig. 11. Entladung.

voll geworden ist für die allgemeine Verwendung von Akkumulatoren in elektrischen Beleuchtungsanlagen, so dürfte nachstehende nähere Erläuterung derselben interessant sein.

Mit dieser Schaltung wird also bezweckt, ein Akkumulatorenaggregat derart mit den Stromerzeugern und dem Leitungsnetz in Verbindung zu bringen, dass bei konstanter Belastung der Stromerzeuger ein Laden oder Entladen der Akkumulatoren stattfindet, je nachdem die erzeugte Stromstärke grösser oder kleiner ist als die jeweiligen verbrauchte Stromstärke. Dabei soll die Verbrauchsspannung bei veränderlicher Belastung des Leitungsnetzes konstant erhalten bleiben und die Ladespannung der Akkumulatoren entsprechend ihrem jeweiligen Ladezustand eingestellt werden können, ohne dass es nöthig ist, Energie verzehrende Widerstände in die nach den

Akkumulatoren oder Verbrauchsstellen führenden Leitungen (Lade- oder Entlade-Leitung) einzuschalten.

Mit Zuhilfenahme der Fig. 10 und 11 ergibt sich nun die Wirkungsweise der Anordnung wie folgt:

Von der Polklemme k des Stromzeugers tritt der Strom durch den Ladekontakt LL_1 in das Akkulatorenaggregat B ein. Letzteres ist schematisch durch eine einzige Batterie, z. B. aus 38 Zellen bestehend, dargestellt, wobei eine Verbrauchsspannung von 65 V vorgesehen ist. Nehmen wir nun an, dass die Stromstärke der erzeugten Energie grösser ist als diejenige der verbrauchten bzw. dass wir uns in der Ladeperiode befinden, so wird der Strom, nachdem er die Zellen 2, 3, 4 bis 10 durchflossen hat, sich verzweigen. Der eine Theil geht direkt nach den Verbrauchsstellen und der andere Theil dient zum Laden der übrigen Zellen. Von der Verbindungsstelle S führt die gemeinschaftliche Rückleitung nach der anderen Polklemme k_1 des Stromerzeugers zurück. Da nun durch die Zellen 2 bis 10 der Strom unverzweigt fliesst, so werden dieselben auch vor den übrigen Zellen geladen sein und können dann nach und nach ausgeschaltet werden. Bekanntlich steigt die Spannung der einzelnen Zellen während der Ladung von $1,8$ bis $2,5\text{ V}$ und sinkt während der Entladung von $2,5$ bis $1,8\text{ V}$ zurück. Wollen wir nun die Verbrauchsspannung (mit einer Genauigkeit von $\pm 2\text{ V}$) auf 65 V erhalten, so müssen wir während der Ladeperiode immer mehr Zellen zwischen den Polen der Verbrauchsleitung ausschalten. Dies geschieht dadurch, dass man den Entladekontakt EE_1 (siehe Fig. 10) in der Richtung des Pfeiles verschiebt. Bei fortgesetzter Ladung wird man schliesslich den Entladekontakt auf die in Fig. 10 punktirt gezeichnete Stellung bringen müssen. In diesem Falle haben wir $38 - 13$ gleich 25 Zellen zwischen den Polen der Verbrauchsleitung eingeschaltet und ergibt sich demgemäss pro Zelle eine Spannung von $65 / 25$ gleich $2,6\text{ V}$, ein Beweis, dass die Zellen geladen sind. Mittlerweile sind auch die vorgeschalteten Zellen 2 bis 10 alle geladen und nach und nach ausgeschaltet worden, sodass nunmehr Lade- und Entlade-Kontakt mit demselben Pol der Batterie in Verbindung stehen, wie dies durch die punktirt gezeichnete Stellung derselben in Fig. 10 angedeutet ist.

Beginnt nun nachgerade der Stromverbrauch die Stromlieferung zu übersteigen, resp. geht die Ladeperiode in die Entladeperiode über, so sinkt die Spannung Anfangs rasch und nach einiger Zeit langsamer. Damit die Spannung von 65 V erhalten bleibt, müssen die beiden Kontakte in symmetrischer Stellung zu einander nach und nach gegen das Ende der Batterie entsprechend der Pfeilrichtung in Fig. 11 verschoben werden. Wird der Maschinenbetrieb ganz eingestellt, so braucht die Stellung des Ladekontaktes nicht weiter berücksichtigt zu werden.

Die Wirkungsweise und Anordnung dieser Schaltung in Verbindung mit einer einfachen Parallelschaltungsanlage dürfte somit klargestellt sein. Es folgt nun die Anwendung derselben zum Betriebe eines Vertheilungsapparates nach dem Dreileitersystem, zu deren Erläuterung umstehendes Schema des Systems der Barmer Centrale (siehe Fig. 12) dienen möge.

Dasselbe bildet, wie aus einem Vergleich mit dem in Fig. 10 dargestellten Schema hervorgeht, eine symmetrische Verdoppelung des letzteren, und es ist deshalb eine besondere Erklärung dieser einfachen Kombination überflüssig. Es sei hier nur beiläufig erwähnt, dass in dem ursprünglichen Schema an Stelle der Dynamomaschinen-

paare für $2 \times 120 \text{ V}$ (nach Dreileitersystem Hopkinson) nur einfache Maschinen für 240 V vorgesehen waren, wobei man zur Theilung des Potentials ausschliesslich auf die Akkumulatoren angewiesen gewesen wäre. Diese Disposition, welche entschieden betriebstechnisch einfacher ist als die zur Ausführung gekommene, wurde deshalb verlassen, weil man gemäss den damaligen Erfahrungen über die Betriebssicherheit von Akkumulatoren es für angezeigt erachtete, die Möglichkeit einer direkten Speisung des Dreileiternetzes mit hinter einander geschalteten Maschinen vorzusehen. Aus demselben Grunde sind auch die im Schema Fig. 12 angedeuteten Um- und Aus-Schalter U_1, U_2, U_3 etc. angeordnet.

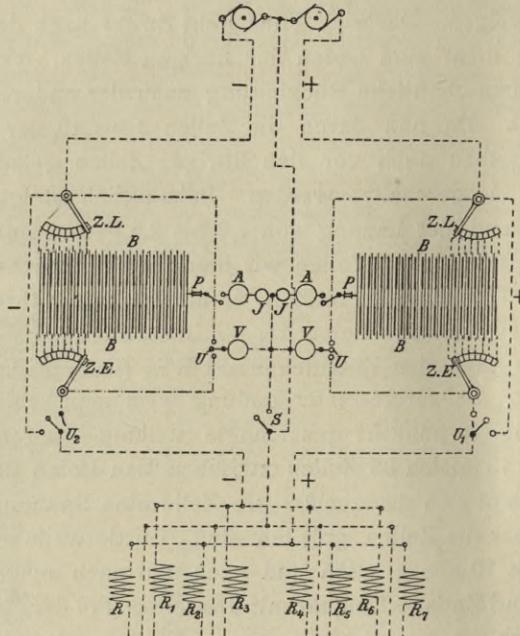


Fig. 12. Schaltungsschema der Barmer Centrale.

Dieses in Barmen zur Ausführung gelangte Schaltungsschema, welches, wie schon oben gesagt, einen den gehegten Erwartungen entsprechenden Erfolg hatte, wurde nun die Grundlage zu einer weiteren systematischen Vervollkommnung der Gleichstromcentrale, speciell des zugehörigen Vertheilungsapparates. Zur Beurtheilung dieses Fortschrittes, dessen Anwendung namentlich bei ausgedehntem Beleuchtungsgebiet mit Rücksicht auf Ersparniss an Leitungsmaterial von Wichtigkeit ist, können nachstehende Ausführungen dienen.

Bei der Projektirung des Stromvertheilungsapparates eines Electricitätswerkes sind folgende Hauptmomente besonders zu berücksichtigen.

1. Konstante Konsumspannung.
2. Billiges Leitungsnetz bzw. kleine Kupferquerschnitte der Leitungen.
3. Geringe Energieverluste.
4. Einfachheit der Betriebsführung.

Diese Bedingungen werden durch nachstehend beschriebene Anordnung, welche die Verwendung der üblichen Regulirwiderstände (siehe R_1, R_2, R_3 etc. in Fig. 12)

oder Hilfsdynamos auch bei verschiedenem Spannungsgefälle vermeidet, in ebenso rationeller als einfacher Weise erfüllt.

Die Speiseleitungsstränge eines Leitungsnetzes erhalten in der Regel, namentlich bei ausgedehnten Konsumgebieten, sehr verschiedene Längen. In der Schemazeichnung (Fig. 13), welche diese Anordnung in ihrer Anwendung auf ein Dreileiternetz darstellt, ist dies in geeigneter Weise ersichtlich gemacht. Wir müssen also, insofern wir für diese Leitungen den rentablen Querschnitt wählen, ein verschiedenes Spannungs-

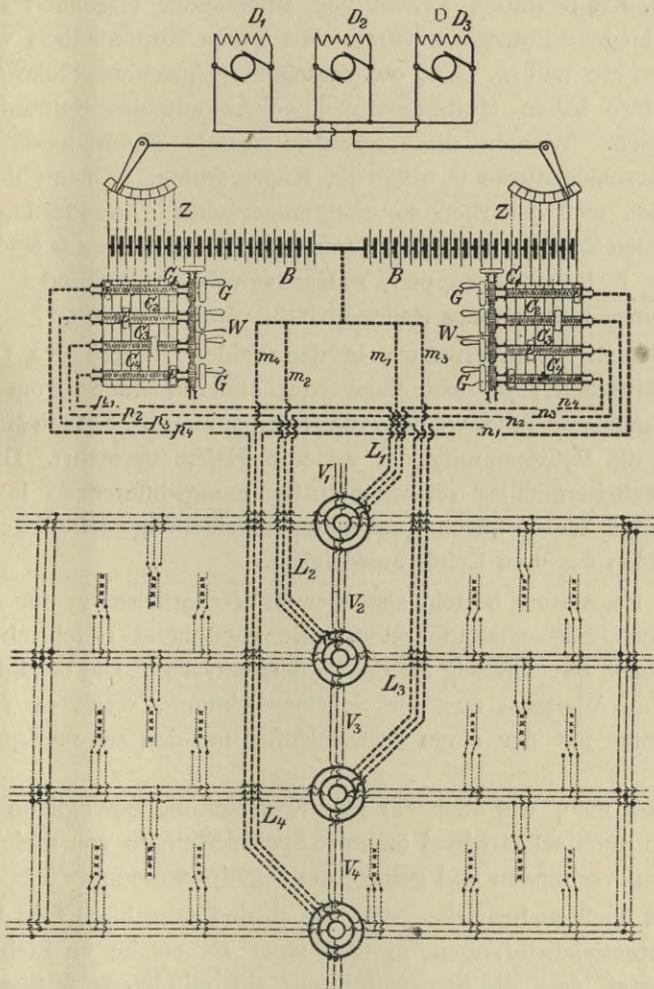


Fig. 13. Schaltungschema der Centrale Hannover.

gefälle für dieselben zur Verfügung haben. Zu diesem Zwecke verwenden wir die mit den Stromerzeugern und Leitungsnetz parallel geschaltete Akkumulatorenatterie, deren hinter einander geschaltete Zellenelektroden uns ebensoviele Punkte verschiedenen Potentials darstellen. An diese Akkumulatorenatterie werden die Speiseleitungen angeschlossen. Da die Spannung der Zellen durchschnittlich 2 V beträgt, so wird es möglich sein, die Anschlusspunkte der verschiedenen Speiseleitungen auf die benöthigten Spannungsgefälle entsprechend genau einzustellen.

Da nun sowohl die Zellenspannung (je nach dem Zustande der Ladung und Entladung), als auch das Spannungsgefälle in den Speiseleitungen (je nach dem Stromverbrauch im Netze) veränderlich ist, so werden demzufolge auch die Anschlusspunkte der Aussenleiter p_1, p_2, p_3, p_4 und n_1, n_2, n_3, n_4 der Speiseleitungen veränderlich angeordnet, so zwar, dass sowohl der Anschluss eines jeden dieser Leiter für sich, als auch die Anschlüsse derselben zusammen in beiden Richtungen verschiebbar sind. Die Mittelleiter m_1, m_2, m_3 etc. werden mit der Mitte der Batterie fest verbunden. In der Schemazeichnung bedeuten $C_1, C_2, C_3 \dots$ Leitungen (z. B. Kupferstäbe), welche von aufeinander folgenden Zellen kommend sämtlich verschiedene Potentiale haben. Mit diesen Kupferstäben werden die Aussenleiter p_1, p_2, p_3 etc. und n_1, n_2, n_3 etc. mittels der Anschlussstücke C in Berührung gebracht. Letztere haben Muttergewinde, welche auf das Schraubengewinde der Spindeln F passen. Werden diese Spindeln mittels Handrädchen G gedreht, so schleifen die Anschlussstücke C über die Kupferdrähte, je nach der Drehrichtung rechts oder links, und bewirken so eine entsprechende Aenderung der Spannung für die betreffenden Speisestromkreise. Sämtliche Handrädchen G sind mit der durchgehenden Welle W lösbar gekuppelt, sodass sowohl jede Spindel F für sich, als auch alle zusammen mittels eines Rades gedreht werden können.

Bei ungleichem Stromverbrauch in den beiden Hälften des Dreileitersystems führt auch der Mittelleiter in dem einen oder anderen Sinne Strom und verursacht dadurch ein Spannungsgefälle, welches die Netzspannung der einen Hälfte vermindert und gleichzeitig die Netzspannung der anderen Hälfte vermehrt. Diese durch den Einfluss des Mittelleitergefälles verursachten Spannungsdifferenzen lassen sich ebenfalls in einfachster Weise durch geeignete Verschiebung der Anschlussstücke der betreffenden beiden äusseren Leiter ausgleichen.

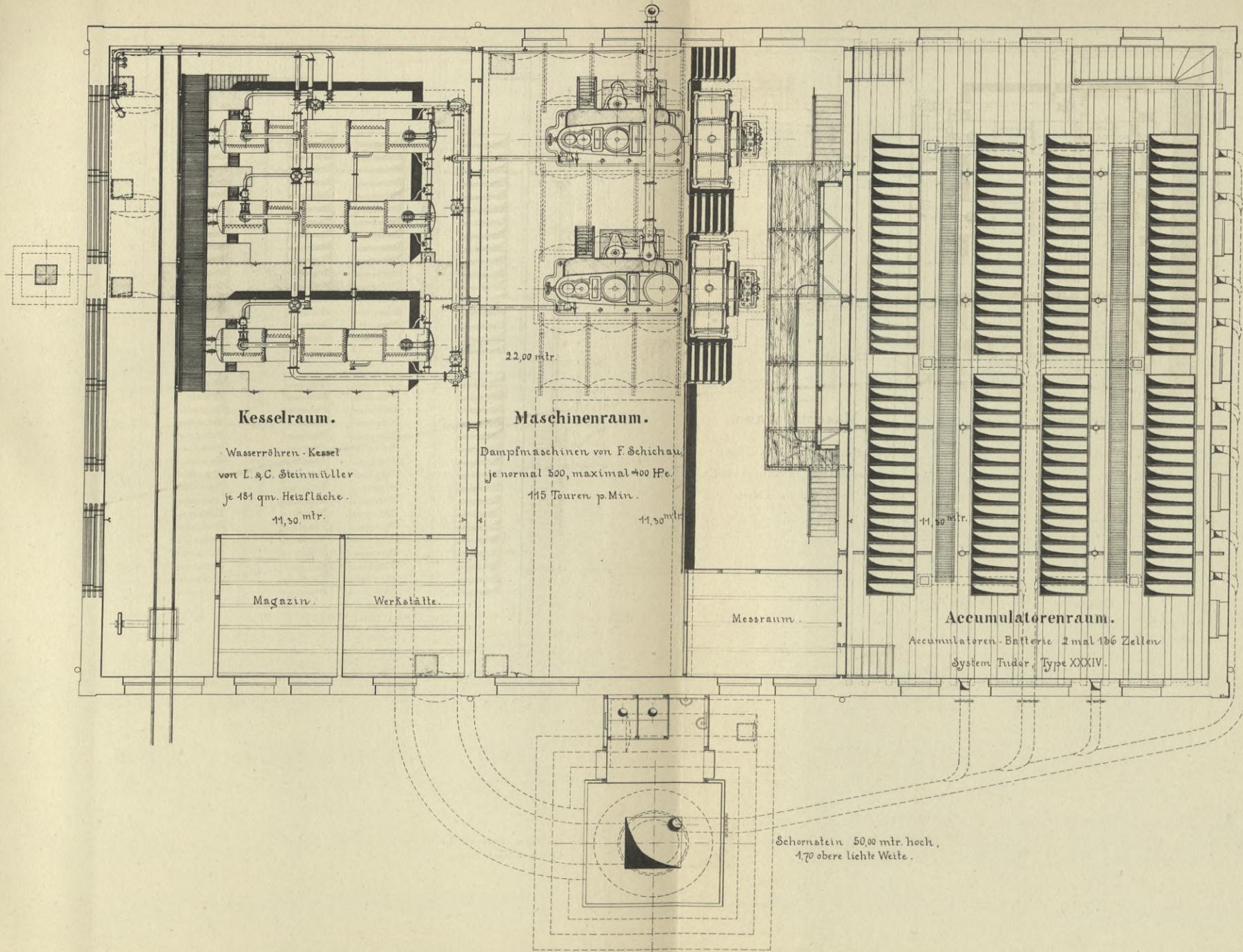
Die ganze Regulirung besteht also hier im Wesentlichen in der Anwendung von zwei kombinierten Zellenschaltapparaten. Die vorstehend beschriebene Anordnung erweist sich ebenso zweckmässig für das Zweileitersystem. Die bezügliche Anordnung ergibt sich ohne Weiteres aus der Schemazeichnung, wenn man nur den einen Zellenschaltapparat mit der einen Batteriehälfte und den zugehörigen Leitungen ins Auge fasst.

Anstatt dass man, wie oben für jede Speiseleitung bewegliche Anschlussstücke vorsieht, können auch selbstredend mehrere Speiseleitungen von gleichem Spannungsgefälle zusammen verbunden und gemeinsam regulirt werden.

Endlich ist noch zu bemerken, dass die an den verschiebbaren Anschlussstücken auftretenden Potentialabstufungen von $2V$ nicht als solche im Lichte wahrnehmbar sind, vorausgesetzt, dass die Stromzuführung auf mindestens 2 Speiseleitungen mit verschiebbaren Anschlussstücken vertheilt wird, die Verschiebung der letzteren nicht gleichzeitig erfolgt und das Leitungsnetz ein zusammenhängendes ist. Letzteres sorgt dabei für den nöthigen Ausgleich.

In Fällen, wo das Leitungsnetz nicht zusammenhängend ist, oder wo mehrere Speiseleitungen von gemeinschaftlichen Anschlussstücken abzweigen und auf mittlere Konsumspannung regulirt wird, kann durch die Anordnung eines abwechselnd in den Stromkreis einzuschaltenden kleinen Vorschaltwiderstandes, welcher auf $1V$ Spannungsgefälle eingestellt wird, obige Abstufung von $2V$ halbirt werden.

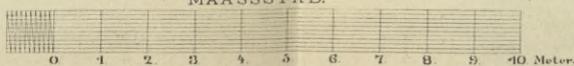
GRUNDRISS.



SCHUCKERT & Co.

MAASSTAB.

KOMMANDITGESELLSCHAFT



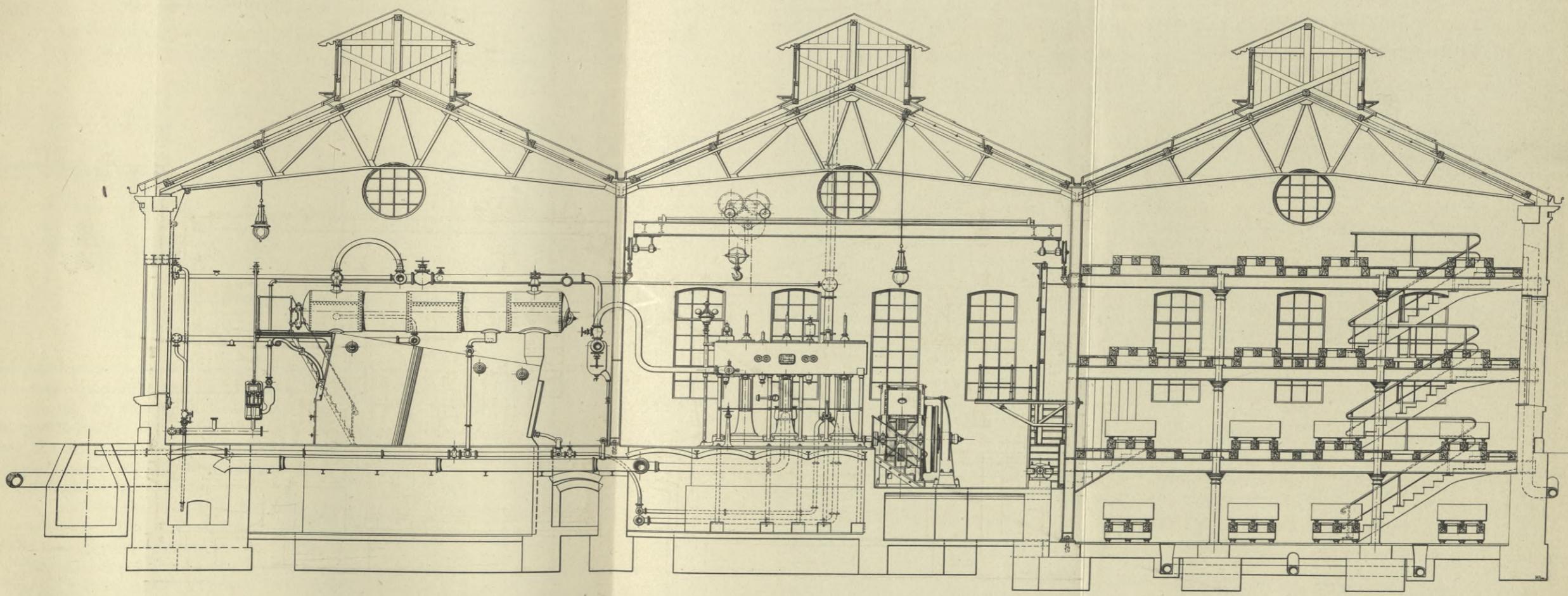
NÜRNBERG.

QUERSCHNITT.

Kesselraum.

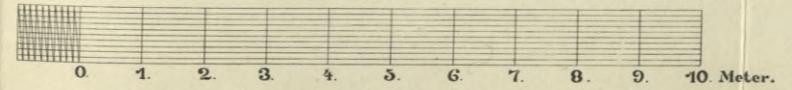
Maschinenraum.

Akkumulatorenraum.



SCHUCKERT & Co.

MAASSSTAB.



KOMMANDITGESELLSCHAFT

NÜRNBERG.

Der besonders hervortretende Vortheil des Systems besteht in der Möglichkeit bei Zugrundelegung eines bestimmten mittleren Spannungsverlustes für kurze Speiseleitungen ein niedriges, für die langen ein hohes Spannungsgefälle vorzusehen, wodurch naturgemäss der Kupferquerschnitt und die Kosten der Speiseleitungen auf das rationelle Maass reducirt werden können.

Das in Fig. 13 dargestellte System fand seine Verwirklichung bei der Ausführung des Elektrizitätswerkes zu Hannover Ende 1890.

VI. Das Elektrizitätswerk in Hannover.

Für die endgültige Anlage ist ein Gebäudekomplex aufgeführt, in welchem Elektrizität (unter Berücksichtigung der in Ausführung begriffenen Vergrösserung) für

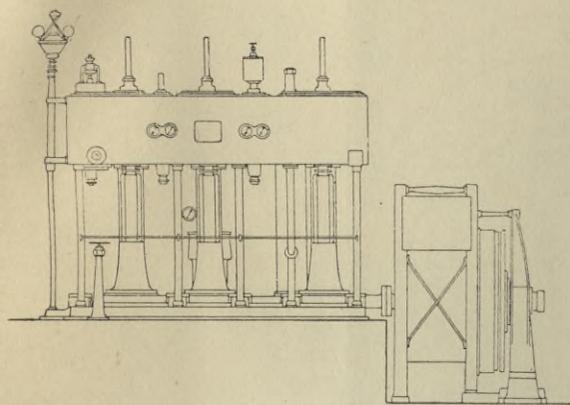


Fig. 16.

Dampf- und Dynamo-Maschine der Centrale Hannover.

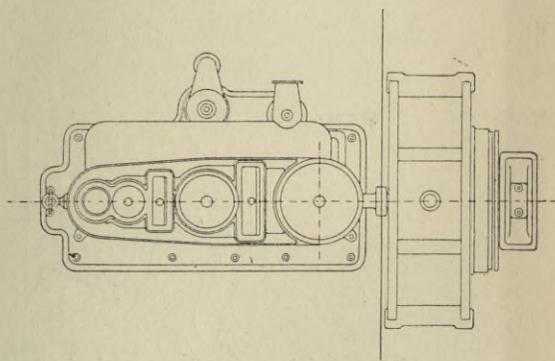


Fig. 17.

30 000 gleichzeitig brennende sechszehnerkerzige Lampen erzeugt werden kann, wobei die Reserve nicht mitgezählt ist. Trotzdem man aus Rücksicht für den Betrieb davon abgesehen hat, die Maschinen, Kessel und Sammler über einander anzuordnen, so bedeckt das Gebäude nur einen Raum von 35×23 qm. Die vorläufig aufgestellten Kessel, Maschinen und Sammler reichen aus für 12 000 Glühlampen, doch sind bereits die Erweiterungspläne für 20 000 ausgearbeitet, sodass sich die Leistung in kurzer Frist auf 30 000 steigern wird.

Das Gebäude theilt sich in drei fast gleiche Theile, welche beziehungsweise zur Aufnahme der Kessel, Dampfmaschinen und Sammler dienen.

Die Dampfkessel stammen aus der Fabrik von L. & C. Steinmüller in Gummersbach. Man hat diesen Kesseln den Vorzug hauptsächlich wegen ihrer grossen Sicherheit gegen Explosionsgefahr gegeben. Im Gegensatz zu den allgemein gebräuchlichen, welche Grosswasserräume besitzen, setzt sich jeder Kessel aus 120 einzelnen schmiedeisernen Wasserröhren von 95 mm Durchmesser zusammen. Jedem dieser Kessel ist bei einer Heizfläche von 181 qm im Stande, die Wassermenge von 2750 l stündlich unter 12 Atm. Druck zu verdampfen, wozu ca. 300 kg Kohlen bei 8–9facher Verdampfung erforderlich sind.

Zur bequemen Beschickung der Feuerherde ist ein Geleise vor den Kesseln gelegt, auf dem sich die Kohlenwagen fortbewegen.

Der Schornstein für diese Kessel hat eine Höhe von 50 m und einen Durchmesser von 1,7 m und die Feuerungseinrichtung ist derart beschaffen, dass die Adjacenten durch keinen Rauch belästigt werden.

Der erzeugte Dampf wird durch Dampfrohren von 280 mm Durchmesser den Dampfmaschinen zugeführt. Die letzteren sind in der durch den Bau von Torpedobooten bekannten Schiffs- und Maschinen-Bauanstalt von F. Schichau in Elbing erbaut und gleichen den Maschinen, welche die Torpedoboote unserer Kriegsmarine bewegen (Fig. 16 und 17).

Von den beiden vorläufig aufgestellten Maschinen ist jede im Stande, eine Kraftleistung von ca. 350 *PS* normal hervorzubringen, doch lässt sich dieselbe bei

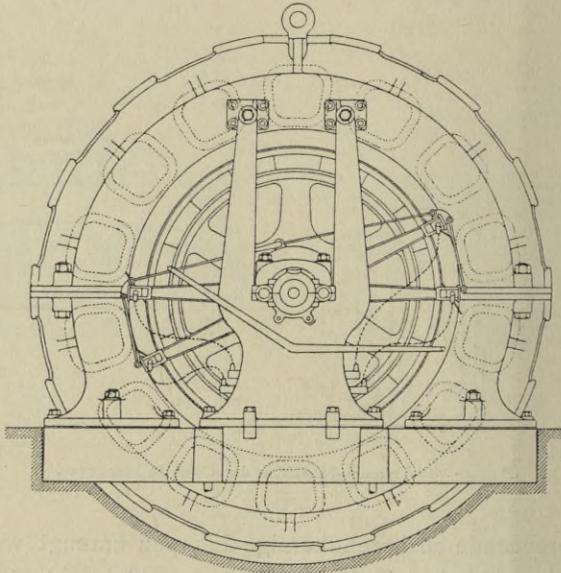


Fig. 18. Dynamomaschine für 350 000 Voltampère.

forcirtem Betriebe auf 450 *PS* steigern. Die Dimensionen dieser Dreifachexpansionsmaschine sind: 500 mm für den Hub und 420, 690, 1050 mm für die Cylinderdurchmesser. Die grosse Oekonomie im Dampfverbrauch dieser Maschine beweist sich dadurch, dass 0,7 kg für die effektive Leistung pro Pferd verbraucht werden. Dadurch, dass die Antriebe auf 3 Kurbeln vertheilt sind, ist eine ausserordentliche Gleichmässigkeit gesichert, sodass die Anordnung eines besonderen Schwungrades unterbleiben konnte. Die elektrischen Maschinen sind direkt mit den Dampfmaschinen gekuppelt, bei einer Umdrehungszahl von 115—120 per Minute.

Die Dynamomaschinen (Fig. 18—21) sind Schuckert'sche Flachringmaschinen, deren Ring etwa 3 m und deren aus 840 Lamellen zusammengesetzter Kommutator 2 m im Durchmesser hat.

Die Apparatenanlage ist an der Wand zwischen Akkumulatoren und Maschinenraum angeordnet. Dieselbe enthält die nöthigen Apparate und Vorrichtungen für Regulirung, Vertheilung und Messung der elektrischen Energie in möglichst einfacher und übersichtlicher Zusammenstellung.

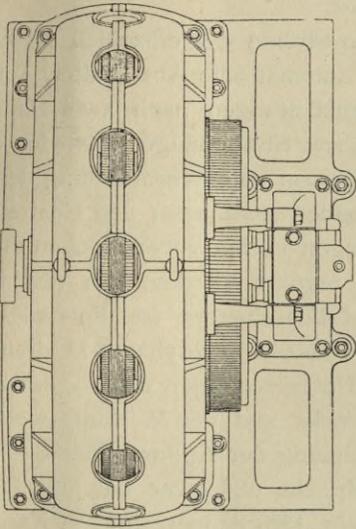


Fig. 19.

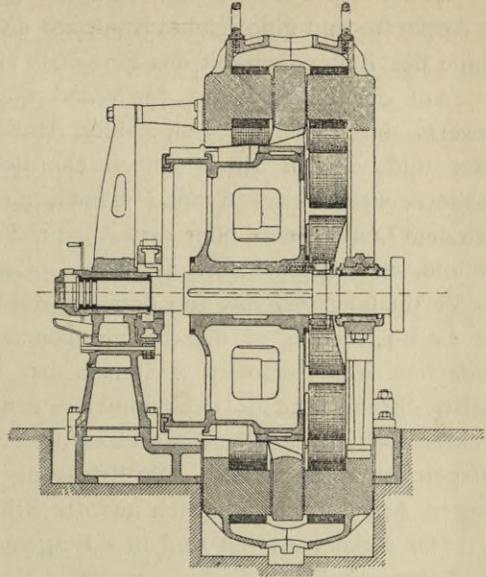


Fig. 20.

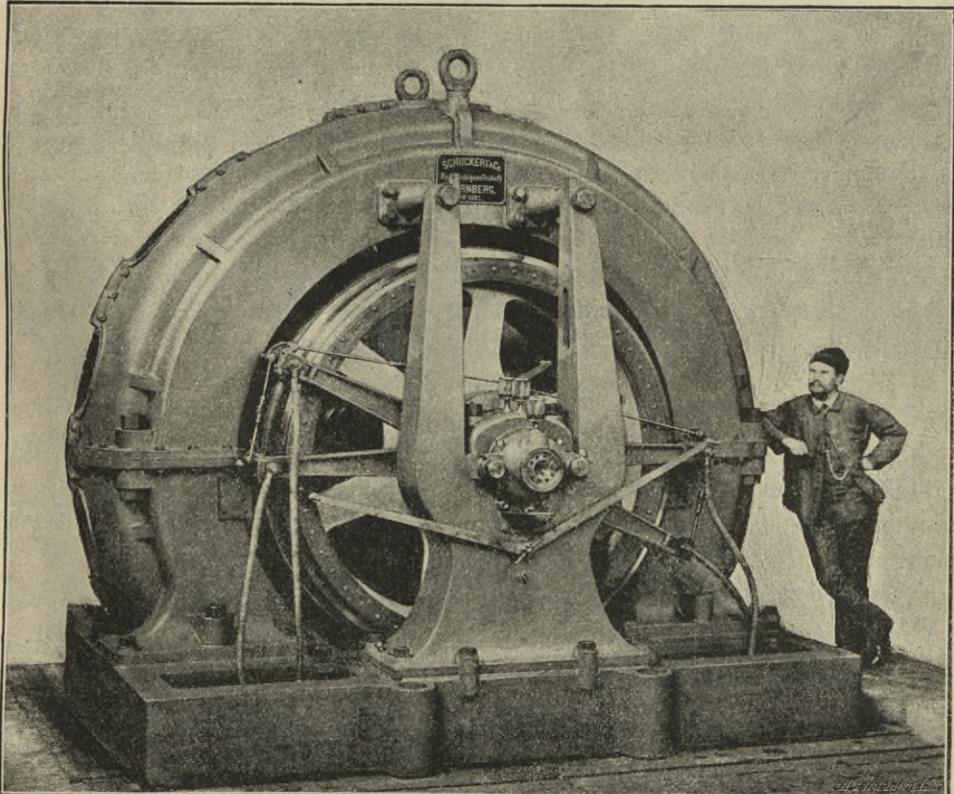


Fig. 21.

Dynamomaschine für 350 000 Voltampère.

Es ist besonders darauf Rücksicht genommen, dass eine bequeme Handhabung der Apparate und eine leichte Kontrolle des Betriebes bei einer geringen Inanspruchnahme der Zuverlässigkeit des Personals möglich ist.

Auf der linken Seite der Wand fließen die Ströme der einzelnen Maschinen aufwärts durch Sicherungen, Zähler, Hand- und automatische Ausschalter, Ampèremeter und von da durch gemeinschaftliche Sammelleitungen nach zwei Hauptschaltern, welche letztere dazu dienen, die producierte Strommenge entweder direkt nach dem Leitungsnetz oder dem Aufspeicherungsapparat unter Vermittelung der zwei kombinierten Zellschalter zu leiten. Letztere bilden zusammen den Centralpunkt des Vertheilungssystems, von dem aus die Spannungen in den verschiedenen Punkten des Leitungsnetzes in der beschriebenen Weise regulirt werden. An den beiden dreifachen Ampèremetern zwischen den beiden Zellschaltern ist die Lade- bzw. Entlade-Stromstärke des Akkumulators ersichtlich. Die Doppeldynamo D dient zum direkten Betrieb des Dreileiternetzes bei etwaigen Untersuchungen des abgeschalteten Aufspeicherungsapparates. Die Erklärung des Zwecks und der Wirkungsweise der übrigen Apparate ergibt sich aus der Schemazeichnung der Apparatenanlage.

Die Akkumulatoren sind in 4 Etagen untergebracht und zwar hat jede Batterie 136 Zellen von 330 A Ladestrom, 396 A Entladestrom, 1320 Ampèrestunden Kapazität.

Durch geeignete Vorrichtungen ist für Ventilation gesorgt. Von diesen Batterien sind bisher 2 aufgestellt.

Die Kabel sind die bekannten Bleikabel mit Eisenbandarmatur für die Vertheilungsleitungen und U-Eisen für die Speiseleitungen aus der Fabrik von Felten & Guillaume in Carlswerk bei Mülheim. Die Maximalentfernung beträgt über 1200 m, während die Gesamtlänge der Kabel 80 km ausmacht.

Zum Schlusse sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass durch die getroffene Aufstellung der einzelnen Betriebsaggregate (vgl. Grundriss der Centrale) bei grösster Uebersichtlichkeit und Zugänglichkeit der vorhandene Platz möglichst günstig ausgenützt ist.

Eröffnet für den definitiven Betrieb wurden die Elektrizitätswerke am 3. März 1891, während im Monat Februar die nothwendigen Proben veranstaltet wurden, und schon wenige Tage später waren über 8000 Lampen angeschlossen.

Bei weiter ausgedehnten Centralanlagen wird indirekter Betrieb ökonomischer als direkte Stromzuführung. Eine Lösung der sich ergebenden Aufgaben ist die Einrichtung von Unterstationen, welche mit Akkumulatoren ausgerüstet das Vertheilungsnetz speisen (siehe Fig. 24 und 25).

Eine solche Anlage, welche soeben vollendet ist, ist das Elektrizitätswerk von Düsseldorf.

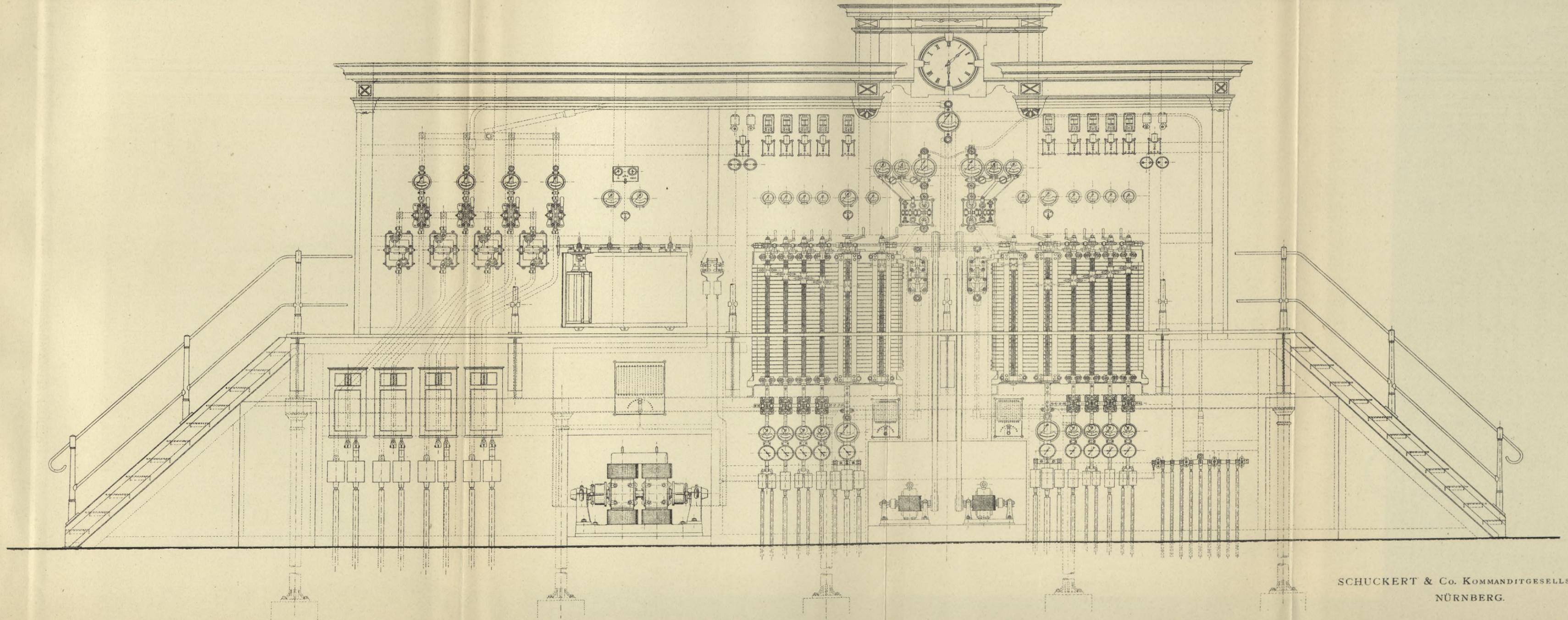
VII. Das Elektrizitätswerk in Düsseldorf.

Nach seinem vollständigen Ausbau wird dasselbe 20 000 gleichzeitig brennende Lampen zu speisen im Stande sein. Um keine Aenderungen in der Maschinenanlage vornehmen zu müssen, wurde gleich von Anfang die Maschinenanlage so projektirt, dass dieselbe auch für die definitive Anlage vollkommen ausreichend ist. Es ist demgemäss Raum für 3 Dampfmaschinen von je 300 *PS e.* normaler und 400 *PS e.*

CENTRALE HANNOVER.

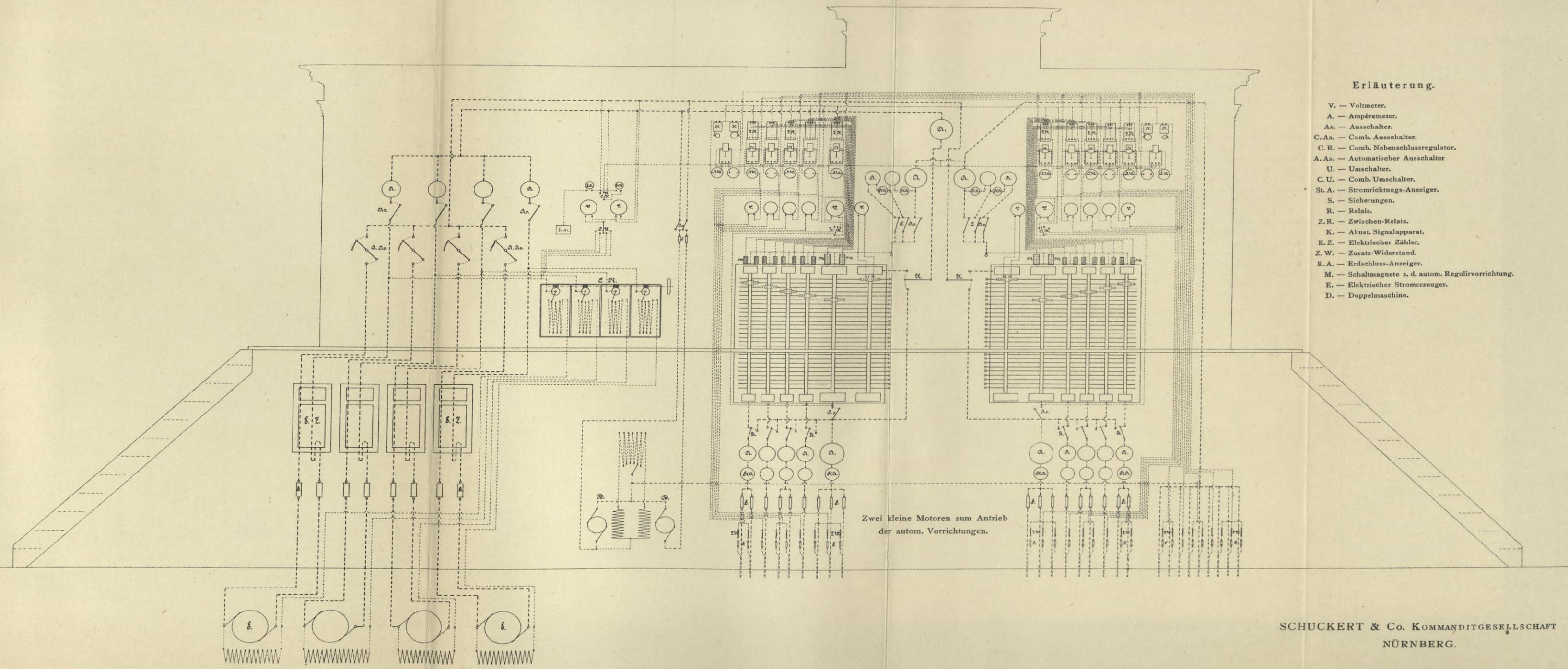
APPARATEN-ANLAGE.

FIG. 22.



SCHUCKERT & Co. KOMMANDITGESELLSCHAFT
NÜRNBERG.

CENTRALE HANNOVER.
SCHEMATISCHE ANORDNUNG DER APPARATEN-ANLAGE.



Erläuterung.

- V. — Voltmeter.
- A. — Ampèremeter.
- As. — Ausschalter.
- C. As. — Comb. Ausschalter.
- C. R. — Comb. Nebenschlussregulator.
- A. As. — Automatischer Ausschalter.
- U. — Umschalter.
- C. U. — Comb. Umschalter.
- St. A. — Stromrichtungs-Anzeiger.
- S. — Sicherungen.
- R. — Relais.
- Z. R. — Zwischen-Relais.
- K. — Akust. Signalapparat.
- E. Z. — Elektrischer Zähler.
- Z. W. — Zusatz-Widerstand.
- E. A. — Erdschluss-Anzeiger.
- M. — Schaltmagnete z. d. autom. Regulirvorrichtung.
- E. — Elektrischer Stromerzeuger.
- D. — Doppelmaschine.

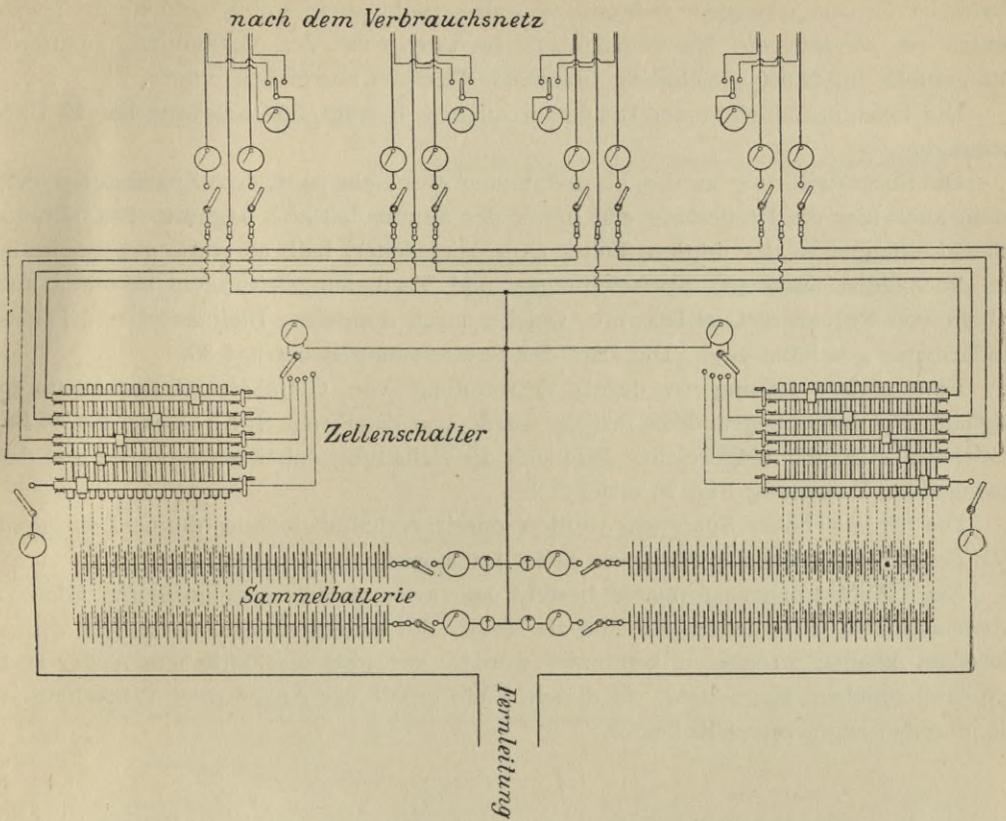


Fig. 24. Akkumulatoren-Unterstation.

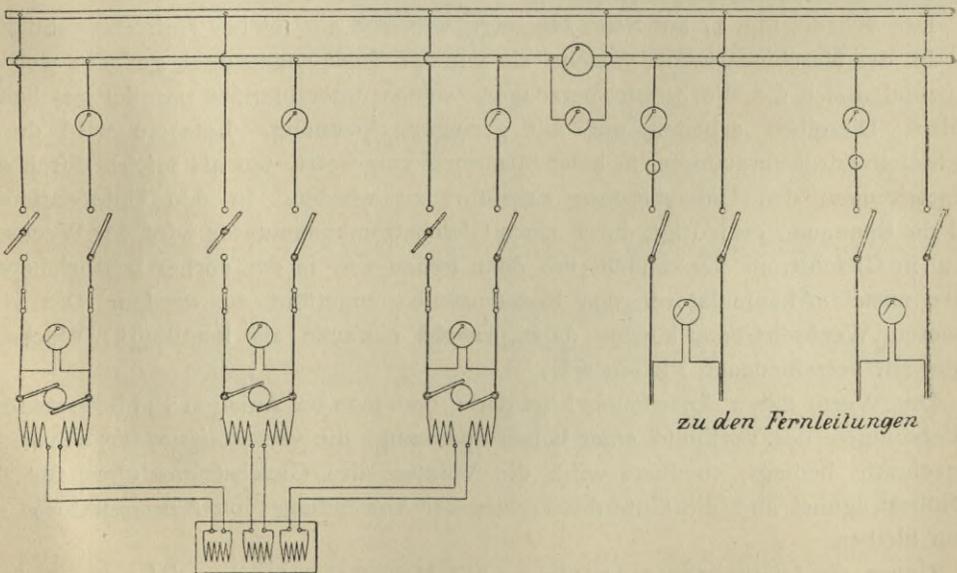


Fig. 25. Centrale.

maximaler Leistungsfähigkeit vorgesehen, sodass nicht allein genügende Reserve vorhanden ist, sondern die Maschinenanlage im Verein mit der Akkumulatorenbatterie nöthigenfalls für 25 000 gleichzeitig brennende Lampen ausreichen würde.

Die Leistungsfähigkeit der Dynamomaschinen beträgt 350 Kilowatt bei 90 Umdrehungen.

Die Stromzuführung zu den Unterstationen geschieht nach dem Zweileitersystem, indem auch hier die Dreileitung erst hinter der Sammelbatterie beginnt. Bei sämtlichen Leitungen ist der mittlere Leiter (Ausgleichsleiter) halb so stark angenommen, wie die beiden äusseren. Speiseleitungen und Vertheilungsleitungen bestehen aus Kabeln von Felten & Guilleaume, welche durch doppelten Bleimantel und Eisenbandarmatur geschützt sind. Die Zahl der Speiseleitungen beträgt 30.

Eine andere Lösung ist durch Verwendung von Gleichstromtransformatoren möglich. Ein darauf begründetes Projekt wurde von der Firma Schuckert & Co. für Düsseldorf ebenfalls eingereicht. Wie sich die Schaltung dabei gestaltet, ist aus der umstehenden Zeichnung Fig. 26 ersichtlich.

Die Ströme hoher Spannung werden durch verhältnissmässig dünne Leitungen nach den Unterstationen geführt, um sofort transformirt zu werden.

Ein Gleichstromtransformator besteht aus zwei zusammengekuppelten Gleichstrommaschinen, von denen die eine als Motor, die andere als Stromerzeuger wirkt. Dieselben können zusammen kombinirt werden mit gemeinschaftlichem Anker und gemeinschaftlichem Magnetfeld. In diesem Falle erhält der Anker zwei Wickelungen mit je einem zugehörigen Kollektor.

Wenn endlich die Entfernungen eine gewisse Grösse überschreiten, so ist die Einführung von Wechselstrom von Vortheil. Im Gegensatz zu den Gleichstromtransformatoren sind die Wechselstromtransformatoren nicht bewegte Maschinen, sondern ruhende Induktionsapparate.

Das Schema Fig. 27 auf Seite 240 zeigt, wie sich ein solcher Betrieb gestaltet.

In der Maschinenstation, welche als vor der Stadt angeordnet gedacht worden ist, befinden sich die Wechselstromerzeuger, welche untereinander parallel geschaltet werden. Dieselben arbeiten nur mit geringer Spannung. Letztere wird durch Wechselstromtransformatoren in hohe Spannung umgesetzt, um als solche durch die Speiseleitungen den Unterstationen zugeführt zu werden. In den Unterstationen wird die Spannung erniedrigt, durch einen Gleichstromkommutator wird der Wechselstrom in Gleichstrom verwandelt, um dann genau wie in der vorher beschriebenen Weise mittels Akkumulatoren den Konsumstellen zugeführt zu werden. Die verwendeten Wechselströme können dabei sowohl einfache als kombinirte Wechselströme mit verschiedenen Phasen sein.

Der Werth dieser Anordnung liegt darin, dass man bei Anlagen von bedeutenden Ausdehnungen der Vortheile einer hohen Spannung, die verhältnissmässig schwache Querschnitte bedingt, theilhaft wird, die Vorzüge des Gleichstroms aber für die Kraftübertragung und die Güte des Lichtes bei Anwendung von Akkumulatoren erhalten bleiben.

Ueber die letzterwähnte Anordnung mit Mehrphasenstrom, welche von uns in Frankfurt sowohl in der Pumpstation für die Förderung des für den Wasserfall

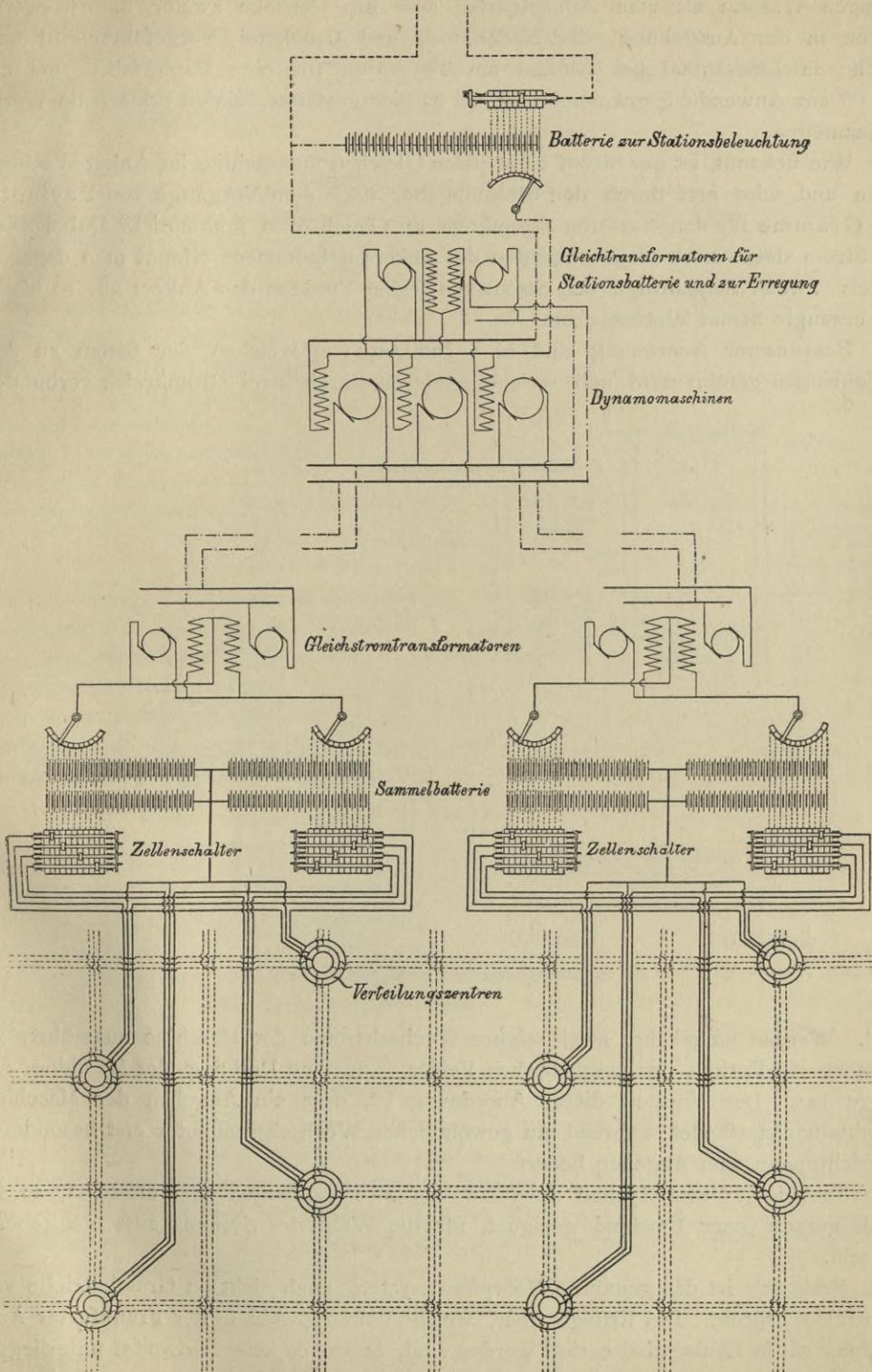


Fig. 26. Dreileitersystem für Gleichstrom mit Unterstationen mittels Gleichstrom-Transformatoren.

nöthigen Wassers als vom Palmengarten aus zum Betriebe zweier Industriewerkstätten in der Ausstellung, der Nadelfabrik und Druckerei, vorgeführt wird und welche in Louisenthal bei Gmund am Tegernsee für eine Papierfabrik mit ca. 200 PS zur Anwendung gekommen ist, sei es hier gestattet, einige erklärende Worte hinzuzufügen.

Wie bekannt, ist der Strom einer jeden Gleichstrommaschine im Anker Wechselstrom und wird erst durch den Stromabgeber nach dem Vorgange von Pacinotti und Gramme für den äusseren Stromkreis in Gleichstrom kommutirt. Dabei wird der Strom stets verschiedenen Punkten des Ankers entnommen. Nimmt man dagegen mittels zweier Schleifringe den Strom von festen Punkten des Ankers ab, so bleibt der erzeugte Strom Wechselstrom.

Bei unserer Anordnung sind es 4 Punkte, von welchen der Strom zu den Schleifringen geführt wird und welche letzteren durch zwei Stromkreise verbunden

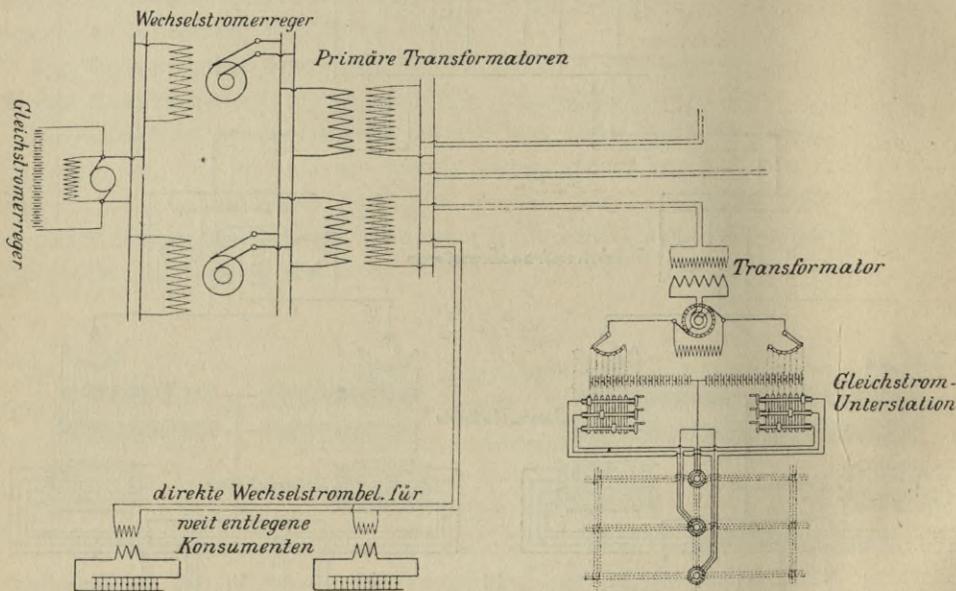


Fig. 27. Stromschema für Wechsel- und Gleich-Strom.

sind. Werden umgekehrt zwei solcher Wechselströme der Maschine zugeführt, so entsteht ein Rotiren des magnetischen Feldes, was eine Drehung der Maschine zur Folge hat. Der Vortheil dieser Anordnung ist, dass ein Angehen der Maschine unmittelbar stattfindet, während ein gewöhnlicher Wechselstrommotor erst besonderer Vorrichtungen zum Angehen bedarf.

Trotzdem dieses System an Stelle von zwei Leitungen drei erfordert, so ist doch gerade jener Umstand geeignet, für die Wahl des Systems ausschlaggebend zu sein.

Praktisch ist das genannte Mehrphasensystem noch nicht im Grossbetriebe von Centralen erprobt. Die Erfolge aber, welche damit sowohl in der Frankfurter Ausstellung als in Louisenthal erzielt worden sind, lassen es keinem Zweifel unterliegen, dass dasselbe auch für den Centralbetrieb für ganze Städte von grosser Bedeutung und Zukunft ist.

Ausgeführte Centralanlagen für Städte.

	Ma- schinen.	Bogen- lampen.	Glüh- lampen.
1885.			
Helsingfors, Centralstation	2	—	250
1886.			
Bradford, Yorkshire, Centralstation	4	42	—
1887.			
Hamburg, Städtischer Freihafen, Centrale	4	—	2 200
Lübeck, Städtische Centrale	4	30	2 500
Wexiö, Schweden, Centralstation	3	6	700
Bradford, Yorkshire, Centralstation (Erweiterung)	5	10	1 875
Malmö, Centralstation	3	2	850
Skien, Norwegen, Centralstation	3	4	630
Stockholm, Centralstation	1	2	419
Helsingfors, Centralstation (Erweiterung)	1	—	250
1888.			
Skien, Norwegen, Centralstation (Erweiterung)	1	—	350
Helsingfors, Centralstation (Erweiterung)	1	—	300
Hamburg, Städtischer Freihafen, Centrale (Erweiterung)	6	31	1 600
Barmen, Städtische Centrale	4	56	2 500
Hamburg, Städtische Centrale	6	60	10 000
Lübeck, Städtische Centrale (Erweiterung)	1	5	700
Bremen, Städtischer Freihafen, Centrale	4	80	1 900
1889.			
Meiringen, Schweiz, Centralstation	2	2	300
Bremen, Städtischer Freihafen, Centrale (Erweiterung)	—	3	—
Barmen, Städtische Centrale (Erweiterung)	—	81	—
Hamburg, Städtische Centrale (Erweiterung)	—	83	—
Hamburg, Städtischer Freihafen, Centrale (Erweiterung)	2	—	1 116
Skien, Norwegen, Centralstation Langstol Bruck	2	—	1 150
Bergzabern, Centralstation	1	3	120
1890.			
Berchtesgaden, Centralstation	2	8	540
Verona, Centrale (durch Ingenieur Eug. Vitale)	4	30	1 200
Neapel, Centrale Chiaia (durch Ingenieur Eug. Vitale)	4	40	300
Bremen, Städtischer Freihafen, Centrale (Erweiterung)	—	2	—
Hamburg, Städtische Centrale (Erweiterung)	—	68	—
Lübeck, Städtische Centrale (Erweiterung)	1	18	1 100
Barmen, Städtische Centrale (Erweiterung)	2	46	2 200
Hannover, Städtische Centrale	2	8	15 000
Düsseldorf, Städtische Centrale	3	—	20 000
Altona, Centrale (im Bau)	2	—	15 000

SIEMENS & HALSKE IN BERLIN.

Ihrem Grundsatz, die Wahl des „Systems“ bei Anlage von elektrischen Centralstationen lediglich von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen abhängig zu machen, folgend, hat die Firma Siemens & Halske auf der Frankfurter Ausstellung eine Stromerzeugungs- und Vertheilungs-Anlage zur Anschauung gebracht, welche ein Gemisch von allen zur Zeit in die Praxis eingeführten Systemen darstellt. In der Praxis selber gestalten sich naturgemäss die Ausführungen etwas anders. Da sehr ähnliche Aufgaben unzählige Male wiederkehren, können sie eben so oft mit denselben Mitteln gelöst werden, und in diesem Sinne ist es zu verstehen, wenn ein Blick auf die nachfolgende Tabelle der von der Firma Siemens & Halske ausgeführten Anlagen zeigt, dass fast ausnahmslos dem Hopkinson'schen Dreileitersystem der Vorzug gegeben worden ist.

Für Stromvertheilungsgebiete mit Halbmessern bis zu 1500 m noch ausreichend, gewährt dieses System nach den damit vorliegenden Erfahrungen bei genügender Einfachheit eine völlige Sicherheit des Betriebes unter gänzlicher Ausschliessung der Möglichkeit einer Gefahr für die Abnehmer und eines Konfliktes mit den Telegraphen- und Telephonverwaltungen.

Eine wesentliche Vervollkommnung endlich hat das Dreileitersystem in den letzten Jahren noch durch die Einführung von Akkumulatorenanlagen in den Grossbetrieb erfahren. Einmal erhöht sich dadurch die Betriebssicherheit der ganzen Anlage nicht unwesentlich; zweitens erreicht man damit Ersparnisse, indem es möglich wird, das Maschinen- und Kessel-Material besser auszunutzen und unter Wahrung des Tag- und Nacht-Betriebes das Bedienungspersonal zu verringern, und endlich wird es möglich, durch Aufstellung von abgesonderten Batterien am Umfange des Beleuchtungsgebietes die Stromvertheilung auf Entfernungen auszudehnen, welche sonst bei unmittelbarer Versorgung mit Gleichstrom unter Wahrung der Wirthschaftlichkeit nicht mehr zu erreichen wären. Für solche Fälle indessen, wo selbst dieses Verfahren nicht mehr genügen würde, weil das Stromvertheilungsgebiet zu gross ist, oder weil aus irgend welchen Gründen eine excentrische Lage der Stromerzeugungsanlage erwünscht ist, hat die Firma Siemens & Halske das von ihr eingeführte und ausgebildete Fünfleitersystem D. R. P. No. 50 578 mit gutem Erfolge angewendet.

Das Fünfleitersystem der Firma Siemens & Halske ist eine Weiterbildung des Dreileitersystems in der Weise, dass die Theilung der gesammten Nutzspannung in vier Theile anstatt in zwei wie beim Dreileitersystem durchgeführt wird, aber nur in Bezug auf das Vertheilungsgebiet selbst. Die Maschinenanlage bleibt dabei ungetheilt und die Haupt- oder Speise-Leitungen, welche die Verbindung der Erzeugungsanlage

mit den Verbrauchsschwerpunkten herstellen, werden im Zweileitersystem ausgeführt. Auf diese Weise wird es möglich, Gebiete von 2500 m Halbmesser unter völliger Wahrung der Wirtschaftlichkeit mit Gleichstrom zu versorgen.

Eine solche Anlage bietet vor Wechselstromtransformatorenanlagen, welche sonst ihrer etwas grösseren Einfachheit halber vielleicht vorzuziehen wären, den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass sie ohne jede Veränderung mit Akkumulatorenbatterien ausgestattet werden kann.

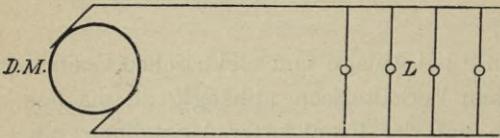


Fig. 1. Berlin-Markgrafenstr. La Coruna.

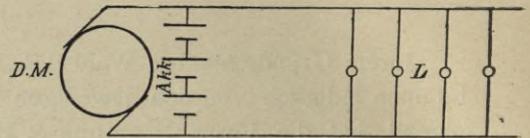


Fig. 2. Salzburg. Lyon. Toulon. Montpellier.

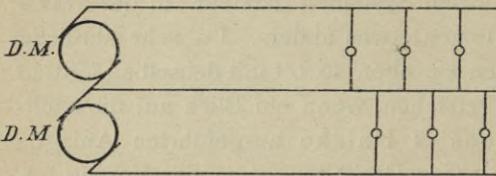


Fig. 3. Berlin-Mauerstr. Berlin-Schiffbauerdamm. Berlin-Spandauerstr. Elberfeld. Helsingborg. Malaga.

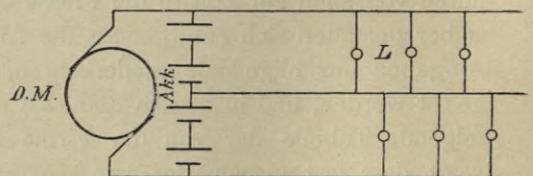


Fig. 4. Mülhausen i. E. Stockholm. Sundswall.

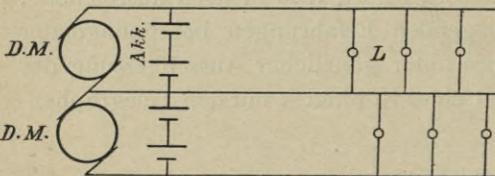


Fig. 5. Wien-Mariahilf. Darmstadt. Haag. Stettin. Breslau. Kopenhagen.

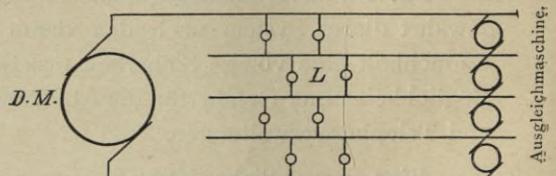


Fig. 6. Trient.

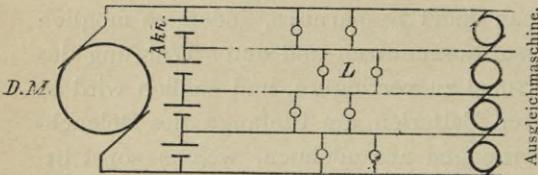


Fig. 7. Paris-Clichy.

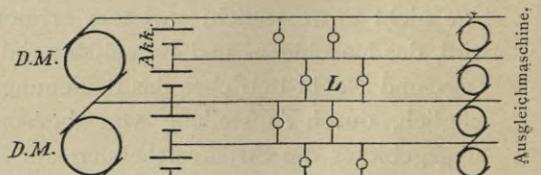


Fig. 8. Wien-Neubad.

Wie die folgende Tabelle zeigt, sind beispielsweise die Centralen Wien—Neubad, Trient, Paris, Secteur de la Place Clichy nach diesem System ausgeführt.

Erwähnt sei noch, dass die in der nachfolgenden Tabelle verzeichneten, von der Firma Siemens & Halske selbst oder unter Zuhilfenahme ihrer Lieferungen und Montagearbeiten ausgeführten Centralanlagen sämtlich seit Jahr und Tag in regelmässigem Betriebe sind und die beim Projektiren aufgestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen vollauf bestätigen und in der Mehrzahl der Fälle sogar übertroffen haben.

Zusammenstellung

der von Siemens & Halske resp. nach deren Systemen und Patenten gebauten elektrischen Centralanlagen, sowie von solchen, für welche Siemens & Halske Zulieferungen übernommen haben bis Februar 1891.

BLATT I.

Lfd. No.	Stadt	Bestellt von	Ausgeführt von	Bau begonnen	Grösste Entfernung von der Centrale in m	Anzahl der PS	System	Kessel			Dampfmaschinen				Akkumulatoren		Geliefert von Siemens & Halske oder von der Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Belfort nach den Systemen und Patenten von Siemens & Halske							
								Anzahl	Art	geliefert von	Anzahl	Art	geliefert von	Gesamt-Leistung in PS	System	Leistung in PS	Dynamomaschinen				Kabel			
																	Anzahl	Art	Antrieb	Leistung		Art	Gesamtlänge in m	
																				Volt je	Amp. je			
1	Berlin, Markgrafenstrasse, s. Anm.	Berliner Electricitäts-Werke	Allg. El. Ges. Berlin	1885	—	3000	Zweileiter-, 110 Volt, Fig. 1	—	—	—	—	—	3000	—	—	6	J 136	direkt gek.	120—140	1700	Einfach-	132 000		
															12	P 500(Syst.Edison)	Riemen	120	250					
															6	P 300(Syst.Edison)	Riemen	120	150					
2	Berlin, Mauerstr., s. Anm.	Berliner Electricitäts-Werke	Allg. El. Ges.	1886	—	3150	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 3	—	—	—	—	—	3150	—	—	3	J 40	} Riemen	130	350	Einfach-	180 000		
															6	J 51			100	1000				
															2	J 136	} direkt		140	2600				
															2	J 136	} gekupp.		140	1700				
3	Berlin, Schiffbauerdamm	Berliner Electricitäts-Werke	Allg. El. Ges.	Sommer 1889	—	3600	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 3	6	Circulations-Röhren-Dampfkessel	Steinmüller, Gummersbach	3	Freistehende Verbunddampfmaschinen mit Kondensation	van den Kerchove, Gent	3600	—	—	6	J 136	direkt gek.	140	2600	Doppel-	123 000	
4	Berlin, Spandauerstrasse, s. Anm.	Berliner Electricitäts-Werke	Siemens & Halske	Februar 1889	1500	2400	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 3	4	Circulations-Röhren-Dampfkessel	Steinmüller, Gummersbach	2	Freistehende Verbunddampfmaschinen mit Kondensation	van den Kerchove, Gent	2400	—	—	4	J 136	direkt gek.	140	2600	Einfach-	190 000	
5	Wien, Neubad	S. & H. (jetzt Wiener Electricitäts-Werke)	S. & H.	1887	1500	1680	Fünfleiter-, 4x110 Volt, Fig. 8	3	Wasserrohrkessel	Steinmüller, Gummersbach	3	Freistehende Verbunddampfmaschinen ohne Kondensation, System Collmann	L. Lang, Budapest	1040	Tudor	640	4	J 76	direkt gek.	230	325	} Einfach-	140 000	
								2	Wasserrohrkessel	Dürr, Geher & Co., Mödling					2	J 93	direkt gek.	230	650					
6	Wien, Mariahilf	Wiener Electricitäts-Gesellschaft	S. & H.	Frühjahr 1889	1400	1700	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 5	5	Circulations-Röhren-Dampfkessel	Steinmüller, Gummersbach	5	Hochdruckmaschinen ohne Kondensation	Erste Brüner Maschinenfabrik, Brünn	1630	—	73	4	J 76	direkt gek.	130	650	} Einfach-	58 000	
															4	J 93	direkt gek.	130	1300					
7	Elberfeld	Stadtverwaltung	S. & H.	Sommer 1887	1300	1400	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 3	1	Cornwall-Dampfkessel	Siller & Jamart, Barmen	6	Freistehende Verbunddampfmaschinen mit Kondensation	G. Kuhn, Stuttgart-Berg	1400	—	—	8	n H 20	Riemen	120	390	} Dreifach-	25 000	
								3	Kombinierte Cornwall-Dampfkessel	G. Kuhn, Stuttgart-Berg					4	J 76	direkt gek.	120	900					
8	Mülhausen i. E.	S. & H. (Unternehmer)	S. & H.	September 1887	1250	526	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 4	2	System de Naeyer	Elsässische Maschinenbaugesellschaft, Mülhausen i. E.	2	System Armington & Sims	Elsässische Maschinenbau-Gesellschaft, Mülhausen i. E.	300	Tudor	146	2	J 76	direkt gek.	290—330	450	Dreifach-	15 000	
9	Darmstadt	Stadtverwaltung	S. & H.	Frühjahr 1888	1000	615	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 5	2	Cornwall-Dampfkessel	Göhring & Leuchs, Darmstadt	5	Freistehende Verbunddampfmaschinen ohne Kondensation	G. Kuhn, Stuttgart-Berg	580	Tudor	35	5	J 51	direkt gek.	125	425	} Einfach- und Doppel-	42 000	
								1	Wasserröhrenkessel	Göhring & Leuchs, Darmstadt					2	J 40	direkt gek.	125	200					
10	Salzburg	Bankier Leitner, Salzburg	S. & H.	Mai 1887	1100	182	Zweileiter-, 120 Volt, Fig. 2	2	Röhrendampfkessel mit Vorfeuerung	Erste Brüner Maschinenfabrik in Brünn	2	Liegende Auspuffverbunddampfmasch.	} Erste Brüner Maschinenfabrik, Brünn	150	E. P. S.	32	5	n H 14	Riemen	140	130	Doppel-	3 600	
											2	Liegende Eincylindermaschine												
11	Haag	Niederlandsche Maatschappij voor Electriciteit, Haag	S. & H.	Juli 1888	800	661	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 5	2	Kombinierte Feuer- und Flammrohrkessel	Gebr. Stork & Co., Hengelo	2	Liegende Zwillingmaschinen	Robey & Co., Lincoln i. Engl.	630	Tudor	31	4	J 40	Riemen	120	330	} Einfach- und Doppel-	18 000	
								1	Flammrohrkessel mit 2 Siederöhren	Manlove, Alliot, Tryer & Co., Nottingham	2	Stehende Verbund-Dampfmaschinen	Gebr. Stork, Hengelo				4	J 76	direkt gek.	120	800			
12	Stettin	Ernst Kuhlo, Stettin	S. & H.	Juli 1889	1000	580	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 5	3	Circulationsröhren - Dampfkessel mit je einem eingemauerten Oberkessel	Simonis & Lanz, Frankfurt a. M.	3	Stehende Verbunddampfmaschinen mit Kondensation	G. Kuhn, Stuttgart-Berg	500	Tudor	80	4	J 51	} direkt gek.	120	550	} Einfach-	27 000	
															2	J 46		120		275				
13	Trient, s. Anm.	Stadtverwaltung	S. & H.	1889	ca. 2600	520	Fünfleiter-, 4x110 Volt, Fig. 6			(Vier Partial-Turbinen System Girard mit horizontaler Axe, von Blanchod, Genf).				520	—	—	4	J 58	direkt gek.	540	150	Einfach-, (Als Luftleitung blanker Kupferdraht)	46 000 (38 000)	

Lfd. No.	Stadt	Bestellt vor	Ausgeführt von	Bau begonnen	Grösste Entfernung von der Centrale in m	Anzahl der PS	System	Kessel			Dampfmaschinen				Akkumulatoren		Geliefert von Siemens & Halske oder von der Société Alsacienne de Constructions Mécaniques in Belfort nach den Systemen und Patenten von Siemens & Halske						
								Anzahl	Art	geliefert von	Anzahl	Art	geliefert von	Gesamt-Leistung in PS	System	Leistung in PS	Dynamomaschinen				Kabel		
																	Anzahl	Art	Antrieb	Leistung Volt je	Amp. je	Art	Gesamtlänge in m
14	Breslau	Stadtverwaltung	S. & H.	September 1890	1050	970	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 5	3	System Heine	A. Borsig, Berlin	3	Liegende Verbund-Dampfmaschinen	Görlitzer Maschinenbau-Anstalt und Eisengiesserei, Görlitz	750	Tudor	220	6	J 76	direkt gek.	130	625	Einfach-	40 000
15	Kopenhagen	Stadtverwaltung	S. & H.	April 1891	1340	1672	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 5	3	Circulations-Röhren-Dampf kessel	Steinmüller, Gummersbach	3	Freistehende Verbund-Dampfmaschinen	Burmeister & Wain's Maskin og Skibsbyggeri, Kopenhagen	1430	Tudor	242	2	J 81	direkt gek.	120-170	870	Einfach-	80 000
								3	Circulations-Röhren-Dampf kessel	The Babcock & Wilcox Co., London						4	J 99	direkt gek.	120-170	1510			
16	Stockholm	Stadtverwaltung (Direktion des Gaswerks)	S. & H.	1891	1100	870	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 4	2	Circulations-Röhren-Dampf kessel	The Babcock & Wilcox Co., London	2	Freistehende Dreicylinder - Dampfmaschinen mit Kondensation	Lindberg, Stockholm	640	Tudor	230	2	J 99	direkt gek.	340	670	Einfach-	45 000
17	Helsingborg	Stadtverwaltung	S. & H.	1891	1000	150	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 3	2	Circulations-Röhren-Dampf kessel System Babcock & Wilcox	»Atlas«, Stockholm	3	Stehende Verbund-Dampfmaschinen	»Atlas«, Stockholm	150	—	—	3	J 40	direkt gek.	127	265	Einfach-	12 000
18	Malaga	Compañia Anónima „Fiat Lux“ Malaga	S. & H.	December 1890	730	70	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 3	1	Circulations-Röhren-Dampf kessel System Dürr	—	1	Liegende Verbund-Dampfmaschine ohne Kondensation	Ph. Swiderski, Plagwitz-Leipzig	70	—	—	—	n H 14	Riemen	125	140	Einfach-	7 000
19	Sundswall (Schweden)	Stadtverwaltung	S. & H.	1891	1100	435	Dreileiter-, 2x110 Volt, Fig. 4	3	—	»Atlas«, Stockholm	3	Liegende Verbund-Dampfmaschinen mit Einspritzcondensation	»Atlas«, Stockholm	345	Tudor	90	3	n H 21	Riemen	340	250	Einfach-	28 000
20	Lyon, s. Anm.	Compagnie du Gaz, Lyon	Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort	Januar 1888	1200	800	Zweileiter-, Fig. 2	3	System de Naeyer	Société Alsacienne, Belfort	4	Liegende Dampfmaschinen ohne Kondensation, System Armington & Sims	Société Alsacienne, Belfort	500	P. Gadot und Faure - Sellon-Volkmar	300	8	n H	Riemen	130	250	Einfach-	20 750
21	Paris-Clichy	Société anonyme d'Éclairage électrique du Secteur de la Place Clichy	Société Alsacienne, Belfort	Mai 1890	2500	2100	Fünfleiter-, 4x110 Volt, Fig. 7	6	System de Naeyer	Société Alsacienne, Belfort	3	Liegende Verbund - Dampfmaschinen System Armington & Sims	Société Alsacienne, Belfort	1950	Laurent-Cély	150	6	n H	Riemen	250	250	} Einfach-	110 000
											3	Dampfmaschinen mit Corliss-Steuerung	Société Alsacienne, Belfort			3	J 136	direkt gek.	500	700			
22	Toulon	Société anonyme d'Éclairage, Toulon	Société Alsacienne, Belfort	October 1889	400	136	Zweileiter-, Fig. 2	drei liegende zweicylindrige Gasmotoren, System Otto, geliefert von der Cie. française des Moteurs à gaz, Paris				120	P. Gadot	16	3	n H	Riemen	125	200	Einfach-	2 400		
23	Montpellier	Compagnie du Gaz, Montpellier	Société Alsacienne, Belfort	September 1888	200	54	Zweileiter-, Fig. 2	drei liegende zweicylindrige Gasmotoren, System Otto, geliefert von der Cie. française des Moteurs à gaz, Paris				48	P. Gadot	6	3	n H	Riemen	120	100	Einfach-	400		
24	La Coruña	Sociedad anónima por Calefacción y Alumbrado por gas de Coruña y Vigo, La Coruña	Société Alsacienne, Belfort	Mai 1890	600	80	Zweileiter-, Fig. 1	zwei liegende zweicylindrige Gasmotoren, System Otto, geliefert von der Cie. française des Moteurs à gaz, Paris				80	—	—	2	n H	Riemen	130	200	Einfach-	2700		
25	Genf	—	—	1887	900	—	Dreileiter-, 2x110 Volt	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19 000
																							7 000
																							6 500
																							45 000
26	Kassel, s. Anm.	Stadtverwaltung	O. von Miller	Herbst 1890	—	—	Dreileiter-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	J 93	direkt gek.	110	1200	} Einfach-	100 000
27	Madrid	Compañia General Madrileña de Electricidad, Madrid	Allg. El.-Ges.	—	2500	1400	Dreileiter-	—	—	—	—	—	—	1400	—	—	2	J 136	direkt gek.	120	1700		

Anmerkungen zu der vorstehenden Tabelle.

- No. 1: Wird zur Zeit durch Hinzulegung eines Nullkabels in Dreileitersystem verwandelt.
 No. 2: Ursprünglich Zweileitersystem.
 No. 4: Vergrößerung um 1 Dampfmaschine mit je 2 J_{136} direkt gekuppelt, zur Zeit im Bau.
 No. 5: Vergrößerung um 1 Dampfmaschine mit einer J_{110} direkt gekuppelt, zur Zeit im Bau.
 Im Netz befinden sich 3 Paar Ausgleichmaschinen von S. & H.
 Zum Laden der Akkumulatoren dienen 2 Zusatzdynamos DLH_{20} .
 No. 13: Die Centrale ist 2 km von der Stadt entfernt. In der Stadt eine Regulirstation mit 2 Ausgleichmaschinen System S. & H. (eine davon in Reserve).
 Die Abzweigungen von den Kabeln sind blanke Kupferdrähte im Gesamtbetrage von 38 000 m.
 No. 20: Die Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, Belfort, ist Besitzerin der französischen Patente der Firma S. & H.
 No. 26: Die Doppelkabel sind für 2000 V, Wechselstrom-Kraftübertragung von einer 3 km entfernten Turbinenanlage nach der Gleichstromerzeugungsstation in der Stadt.

Abkürzungen.

S. & H. = Siemens & Halske.

E. P. S. = Electrical Power Storage Company.

Einfach-Kabel = Einfache eisenbandarmirte asphaltirte Patent-Bleikabel von S. & H.

Doppel-Kabel = Eisenbandarmirte asphaltirte Patent-Blei-Doppel-Kabel.

Dreifach-Kabel = Dreifache eisenbandarmirte etc. Kabel.

I. Städtisches Elektrizitätswerk in Elberfeld.

Die beifolgenden photographischen Aufnahmen (Fig. 9 bis 12) geben ein Bild der ältesten städtischen Centralanlage in Deutschland.

Gleichzeitig ist diese Anlage dadurch von besonderem Interesse, weil hier zum ersten Mal in Deutschland auf Rath der erbauenden Firma das Hopkinson'sche Dreileitersystem (Fig. 3 der Stromschematafel) angewendet ist. Die drei Leiter sind nicht, wie dies später häufig geschehen ist, als drei Einfachkabel verlegt, sondern als concentrische Dreifachkabel, wie dies sonst nur noch in den Centralen Genf und Mülhausen geschehen ist. Obgleich der concentrischen Anordnung der drei Leiter in einer gemeinsamen Hülle gern der Vorwurf gemacht wird, dass die Zugänglichkeit jedes einzelnen Leiters dabei leide und dass Verletzungen stets alle drei Leiter gleichzeitig treffen müssen, scheinen diese Einwände doch von ganz untergeordneter Bedeutung zu sein, da die zuständige städtische Behörde sich bisher stets nur anerkennend über die Leistung des Netzes ausgesprochen hat, obgleich ein sehr grosser Theil dieses Netzes bei jedem Hochwasser unter Wasser liegt.

Dem Stande der Technik zur Zeit der Erbauung der Elberfelder Anlage entsprechend, besteht die Stromerzeugungsanlage aus einer grösseren Anzahl verhältnissmässig kleiner Dynamomaschinen, welche mit Riemen angetrieben werden. Auch die Vergrösserung der Anlage, welche wie gewöhnlich gleich beim Bau in Aussicht genommen wurde, war ursprünglich für dieselbe Ausführungsform projektirt. Trotzdem hat sich die städtische Leitung entschlossen, diese Vergrösserung, welche sehr bald nöthig wurde, in Gestalt von direkt gekuppelten Innenpolmaschinen ausführen zu lassen, da inzwischen die ungemeinen Vortheile dieser Anordnung zur Genüge anderwärts erprobt worden waren. Die Aufnahme Fig. 9 zeigt die zur Erweiterung der Anlage erforderlich gewordene stehende 300pferd. Dampfmaschine direkt gekuppelt mit zwei 150pferd. Innenpolmaschinen zur Zeit in der Montage begriffen.

Die Elberfelder Beleuchtungsanlage ist ferner dadurch bemerkenswerth, dass hier das Verhältniss der Anzahl der thatsächlich brennenden Lampen zur Anzahl der installirten Lampen aussergewöhnlich hoch ist, nämlich 4:5.

Sämmtliche Lampen, zur Zeit etwa 9000 St., werden heute noch ohne jede Zuhilfenahme von Akkumulatoren betrieben, jedoch hat sich die leitende städtische Behörde bereits entschlossen, das Elektrizitätswerk durch Hinzufügung einer grösseren Akkumulatorenanlage zu erweitern.

Das Schaltbrett dieser Anlage, welches auf dem Bilde Fig. 12 erscheint, zeichnet sich dadurch aus, dass hier für jedes Hauptkabel zwei besondere Stromzeiger vorgesehen sind und zwar einer im Plus- und einer im Minus-Kabel. Diese Anordnung, welche mit Rücksicht auf die höheren Kosten neuerdings meistens vermieden wird, zeigt sich als besonders vortheilhaft, weil dadurch eine verhältnissmässig sehr genaue Kontrolle und Uebersicht über den jeweiligen Stromverbrauch ermöglicht wird.

Das Kabelnetz ist so bemessen, dass eine besondere Regulirung der Spannung an den einzelnen Hauptkabeln überflüssig ist, es braucht vielmehr in der Centrale nur die mittlere Netzspannung konstant gehalten zu werden.

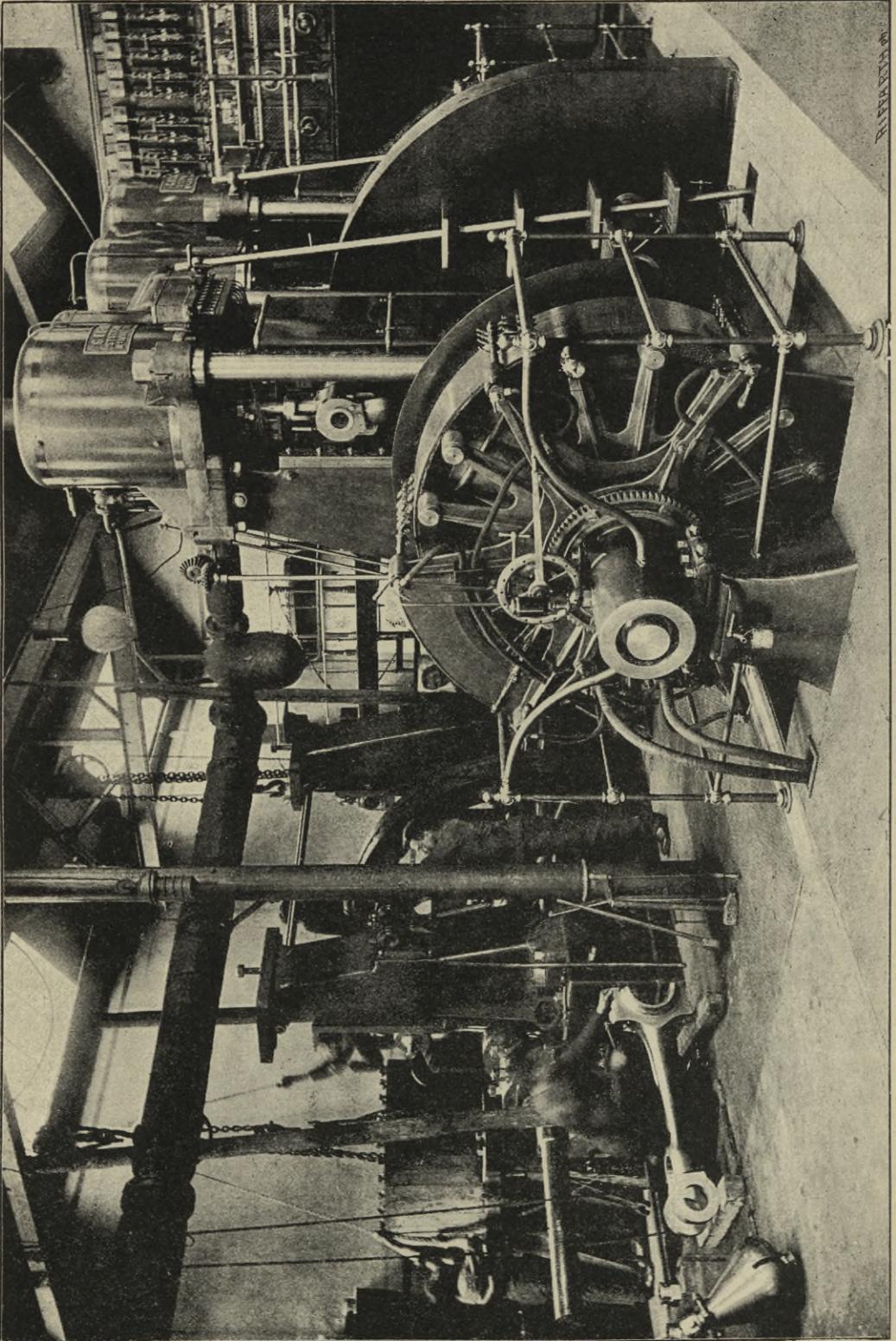


Fig. 9. Centrale Elberfeld (Maschinenraum, welcher im Bau begriffen).

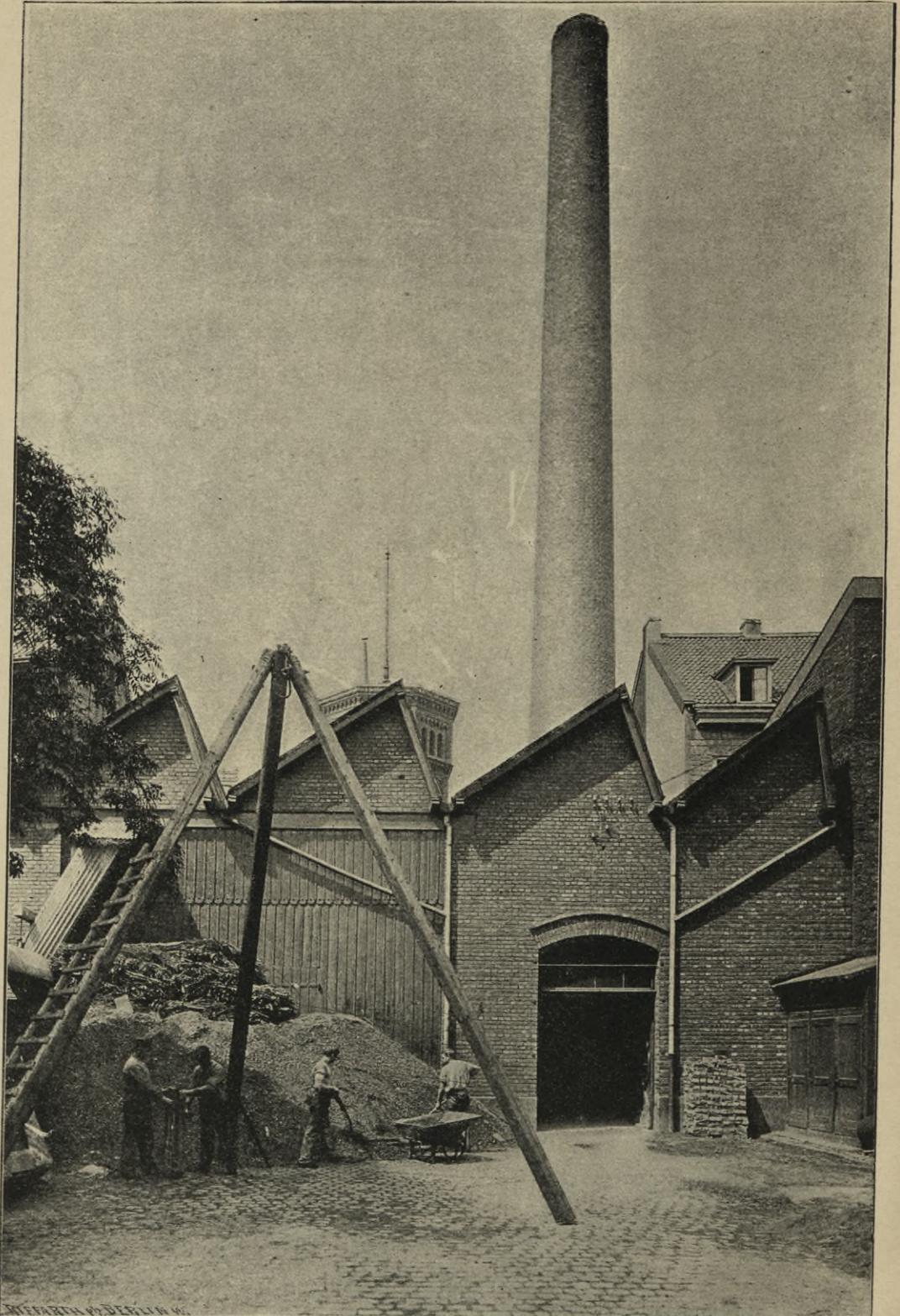


Fig. 10. Städtisches Elektrizitätswerk Elberfeld, Kesselhaus.

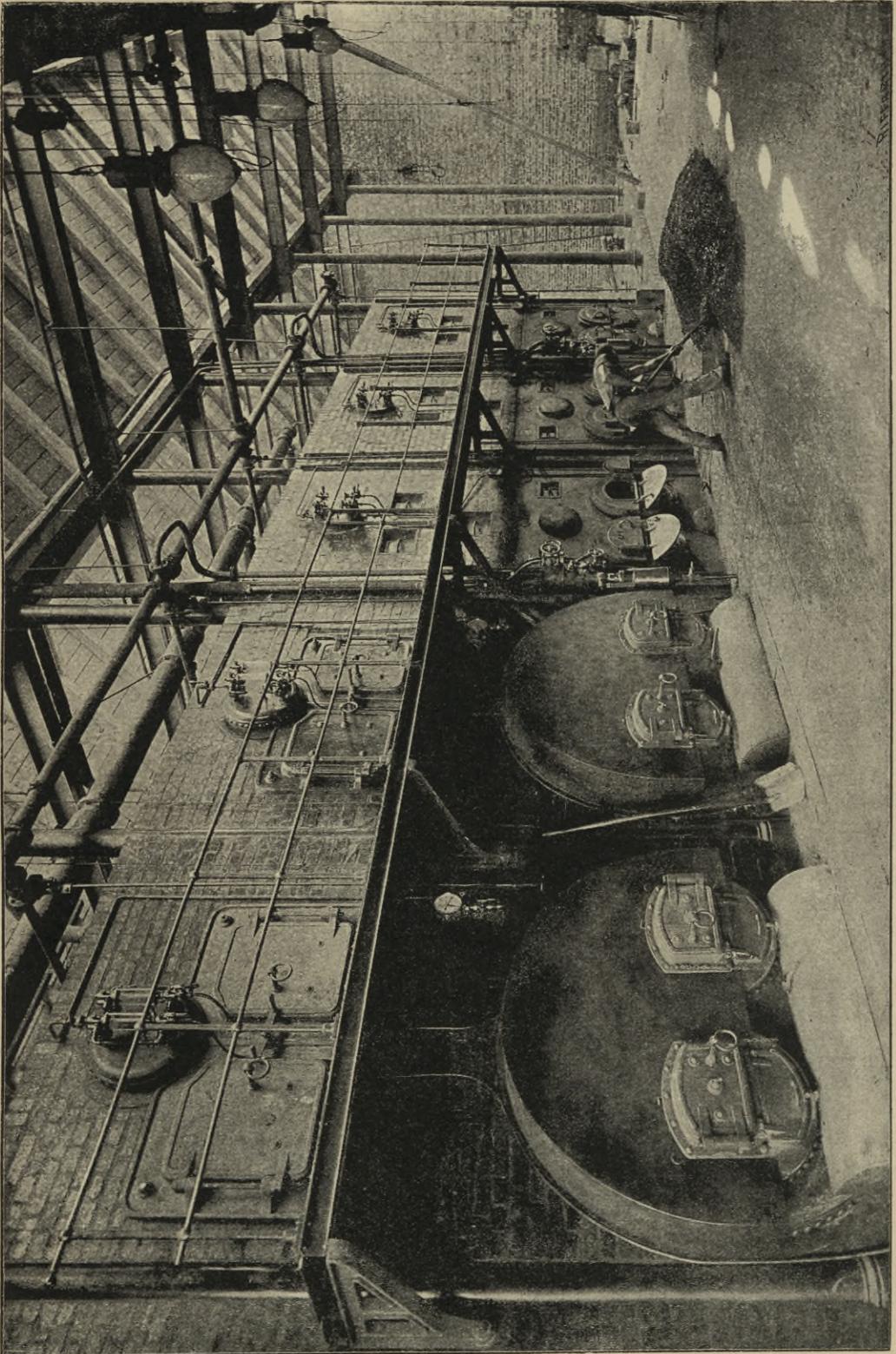


Fig. 11. Städtisches Elektrizitätswerk Elberfeld, Kesselhaus.

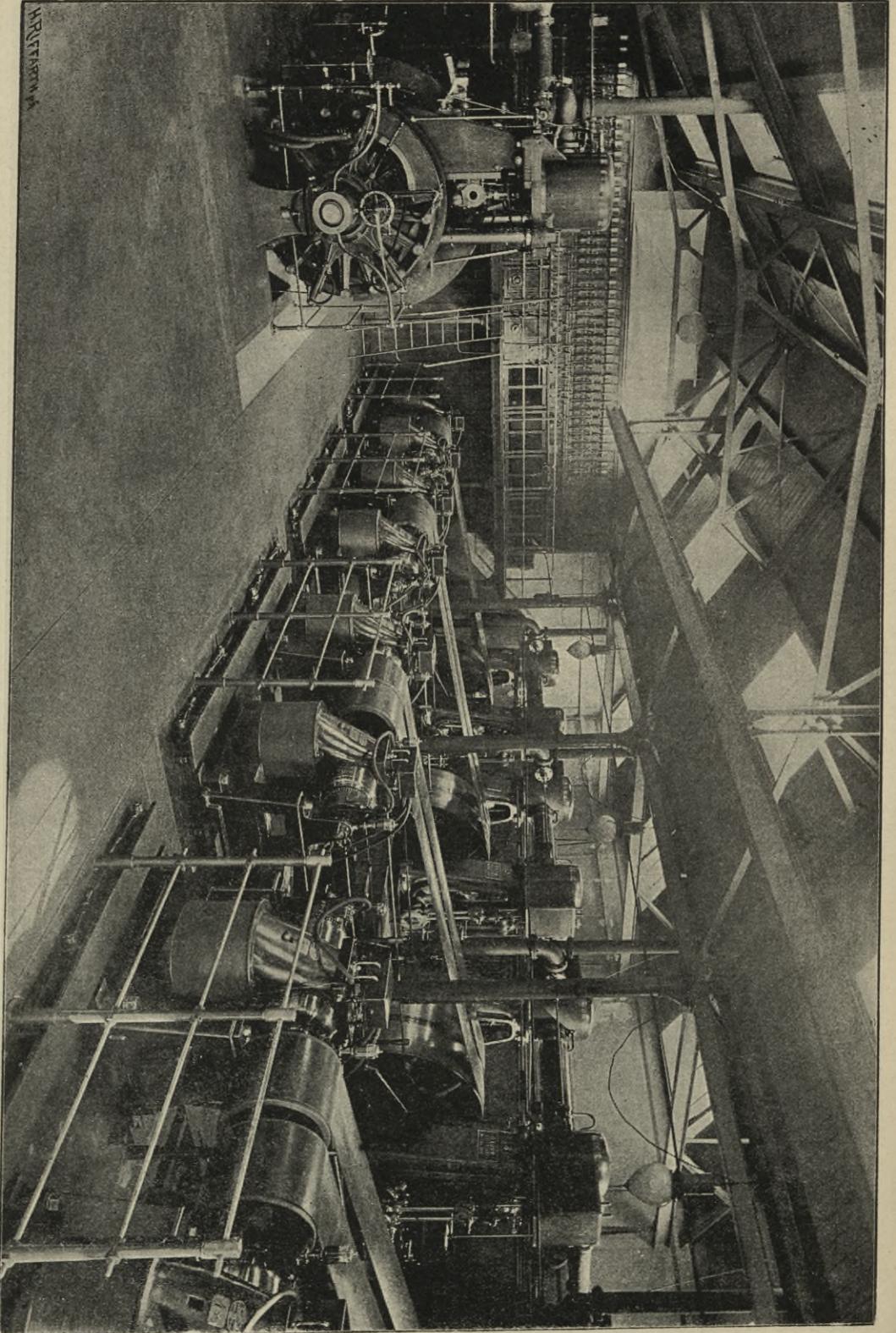


Fig. 1a. Städtisches Elektrizitätswerk Elberfeld, Maschinenraum

II. Städtisches Elektrizitätswerk in Darmstadt.

Die in den nachstehenden Bildern, Fig. 13 bis 15, zur Anschauung gebrachte städtische Centralanlage zu Darmstadt ist die erste deutsche Anlage, bei welcher das Dreileitersystem in Form von drei einzelnen Kabeln zur Anwendung gekommen ist. Da bereits vor Erbauung der Anlage die Installationen des grossherzoglichen Schlosses und des Theaters zu Darmstadt nach dem Zweileitersystem ausgeführt waren, so erforderte der Anschluss dieser beiden Hauptabnehmer eine besondere Schaltung, welche indessen zur vollen Zufriedenheit der Behörden funktioniert und den Beweis liefert, dass ein solches Mischsystem durchaus betriebsfähig ist.

Bei dem Bau des Darmstädter Elektrizitätswerks wurde zum ersten Male in Deutschland von der Verwendung kleinerer durch Riemen angetriebener Maschinen abgesehen. Die dort aufgestellten mit stehenden Verbund-Dampfmaschinen von G. Kuhn, Stuttgart-Berg, direkt gekuppelten Innenpolmaschinen, System Siemens & Halske, waren zur Zeit der Erbauung die grössten derartigen Maschinen im Betriebe.



Fig. 13. Städtisches Elektrizitätswerk Darmstadt, Kesselhaus.

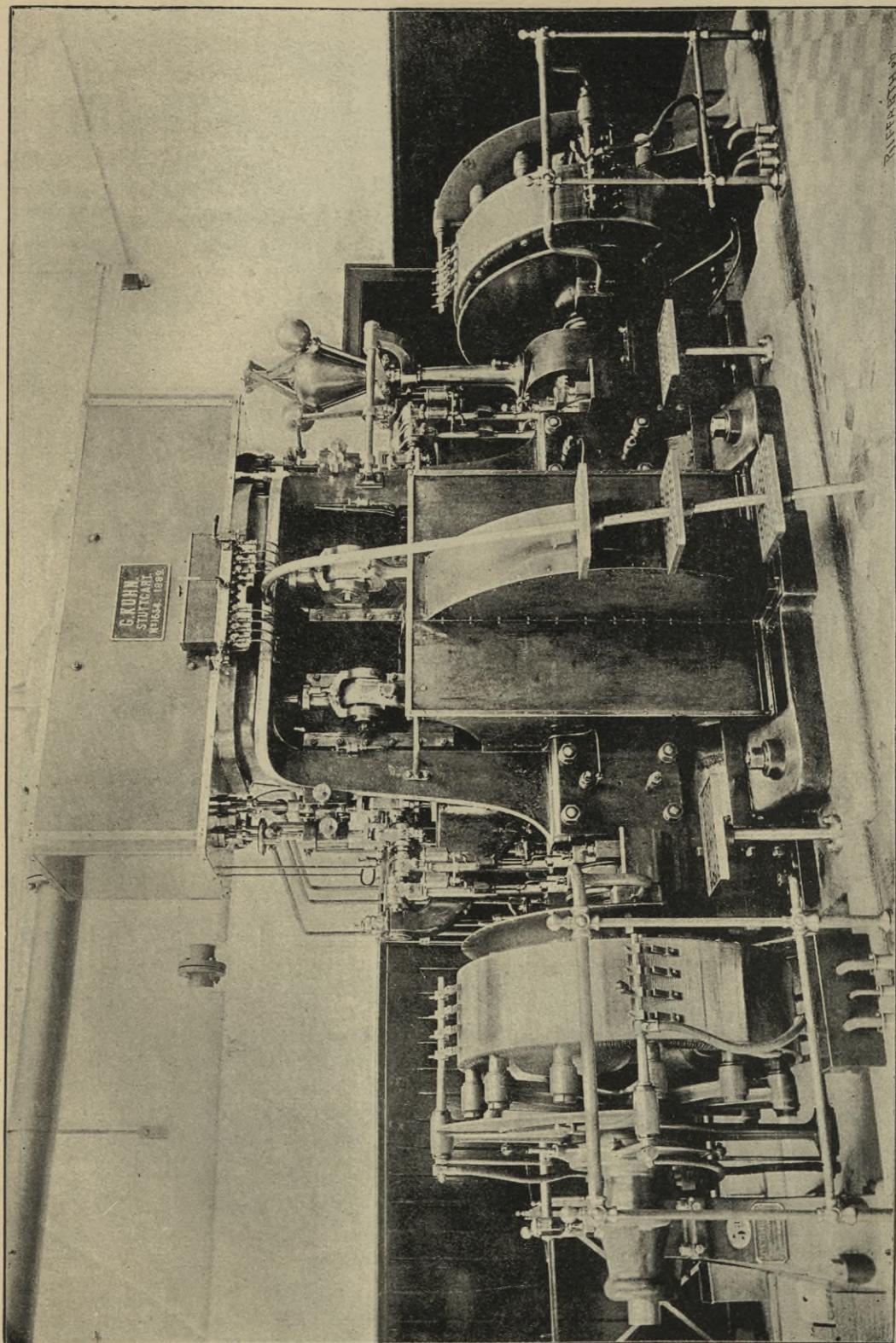


Fig. 14. Städtisches Elektrizitätswerk Darmstadt, Maschinenraum.

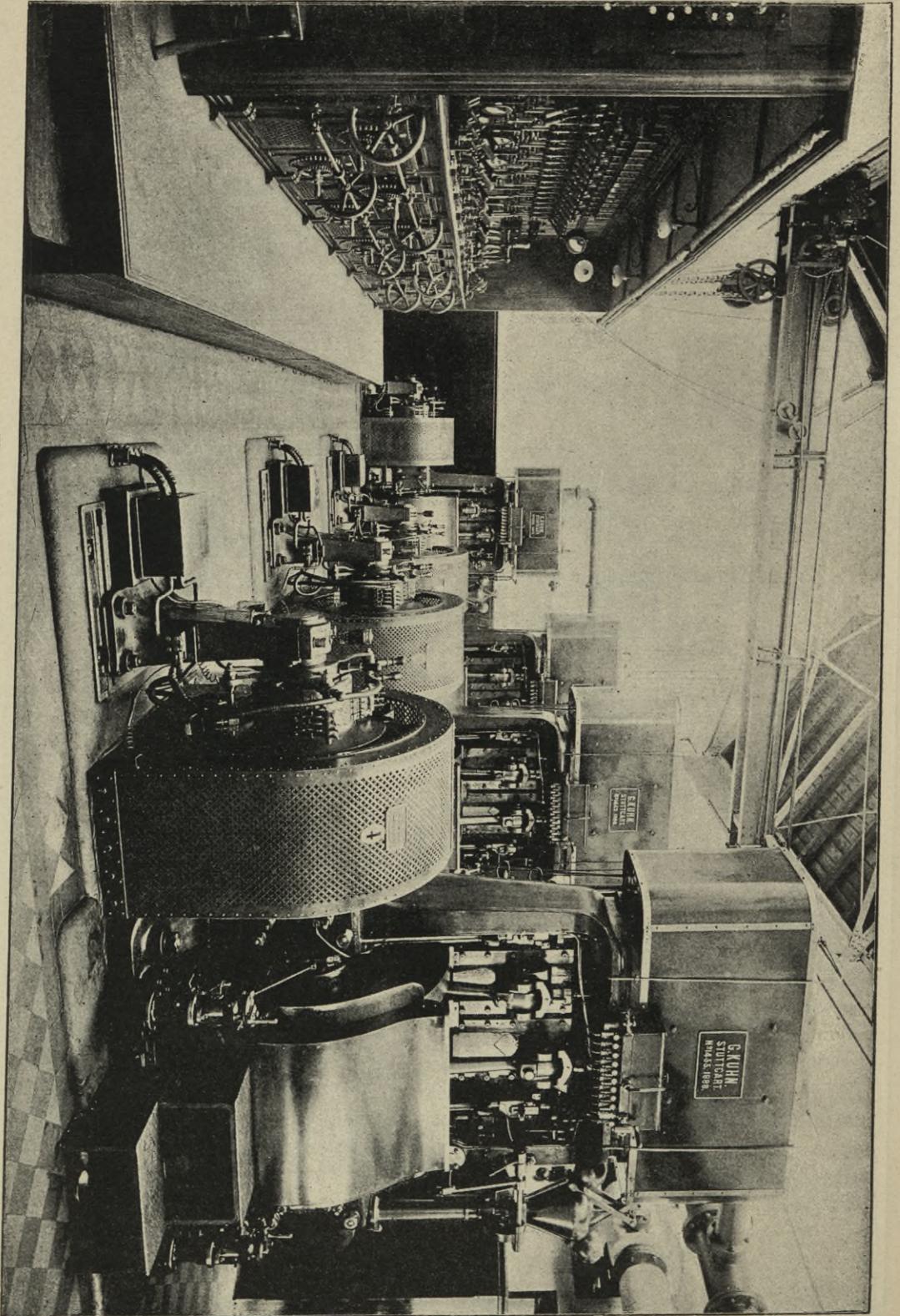


Fig. 15. Städtisches Elektrizitätswerk Darmstadt, Maschinenraum.

III. Centralstation voor Electriche Stromlevering te 's Gravenhage.

Die kleine Beleuchtungsanlage der Nederlandschen Maatschappij voor Electriciteit en Metallurgie, Haag, aus welcher die beifolgenden Aufnahmen, Fig. 16 bis 18, stammen, ist seit dem Frühjahr des Jahres 1889 im Betriebe. Sie zeichnet sich durch eine Eigenthümlichkeit in der Anordnung des Kabelnetzes aus, welche darin besteht, dass der Plus- und Minus-Leiter hier als concentrisches Doppelkabel, der Nullleiter dagegen als besonderes Einfachkabel ausgeführt ist.

Wegen des dort vorherrschenden sumpfigen Bodens sind die genannten Kabel zum grössten Theil in Lehm eingebettet.

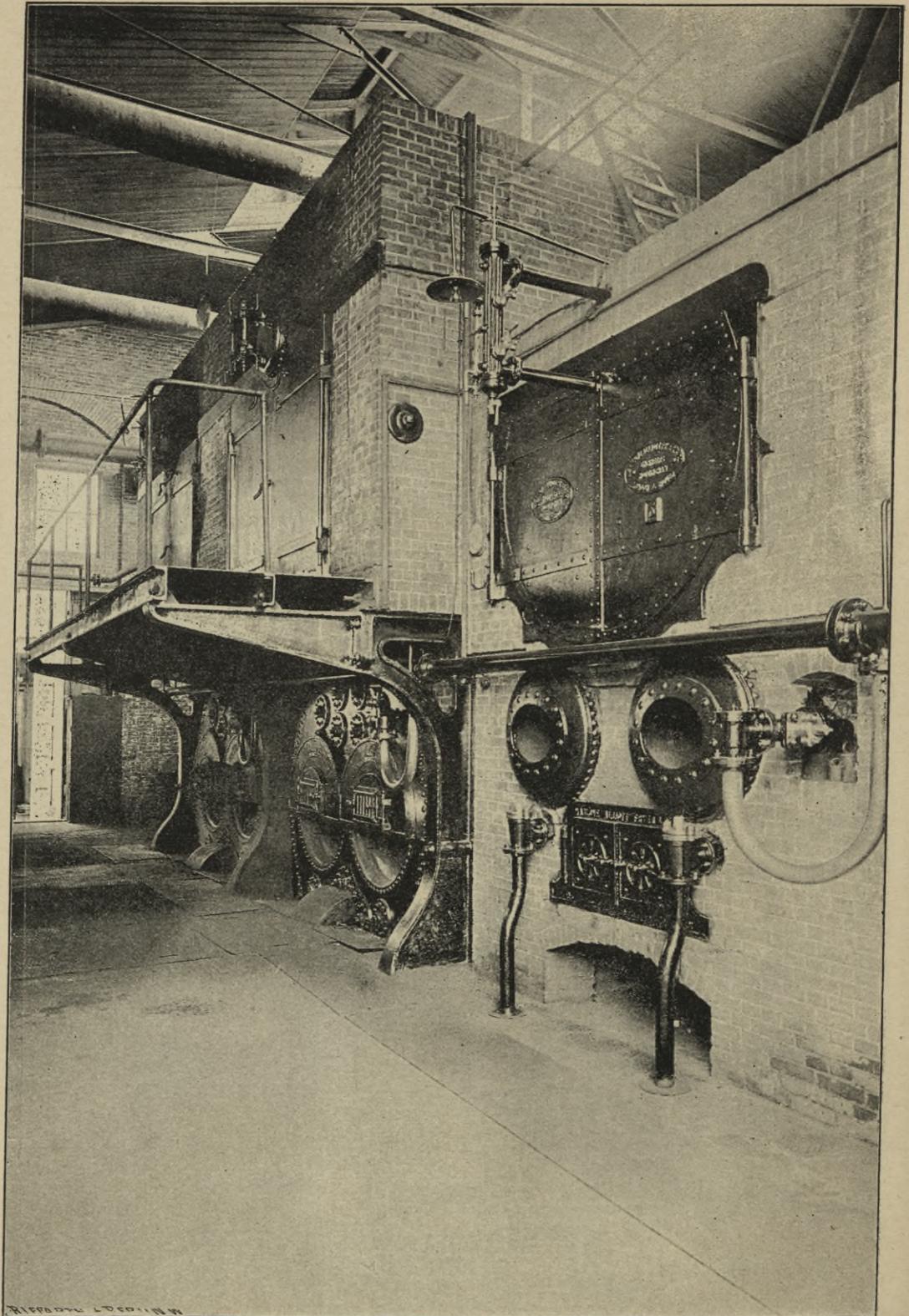


Fig. 16. Centrale Haag, Kesselhaus.

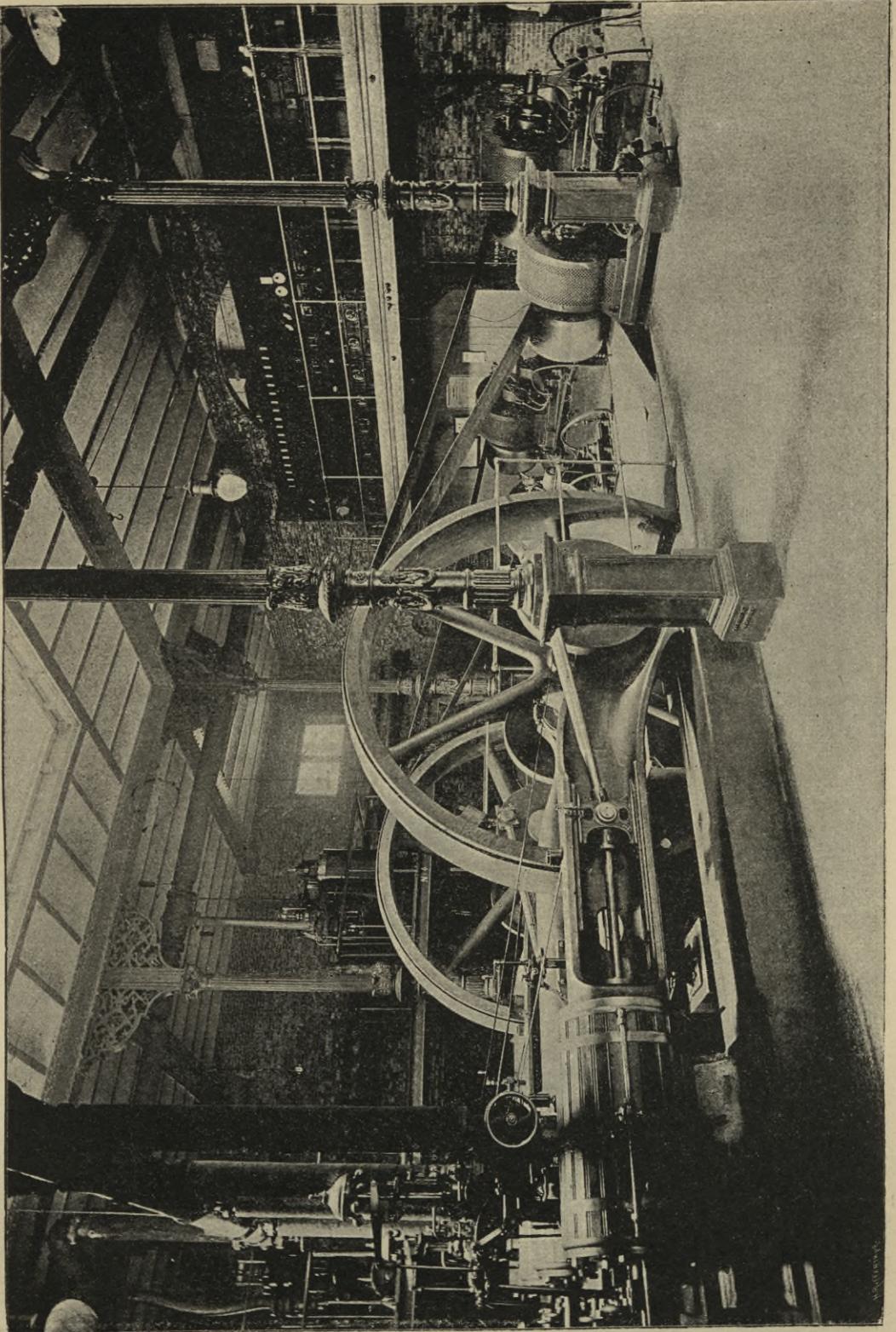


Fig. 17. Centrale Haag, Maschinenraum.

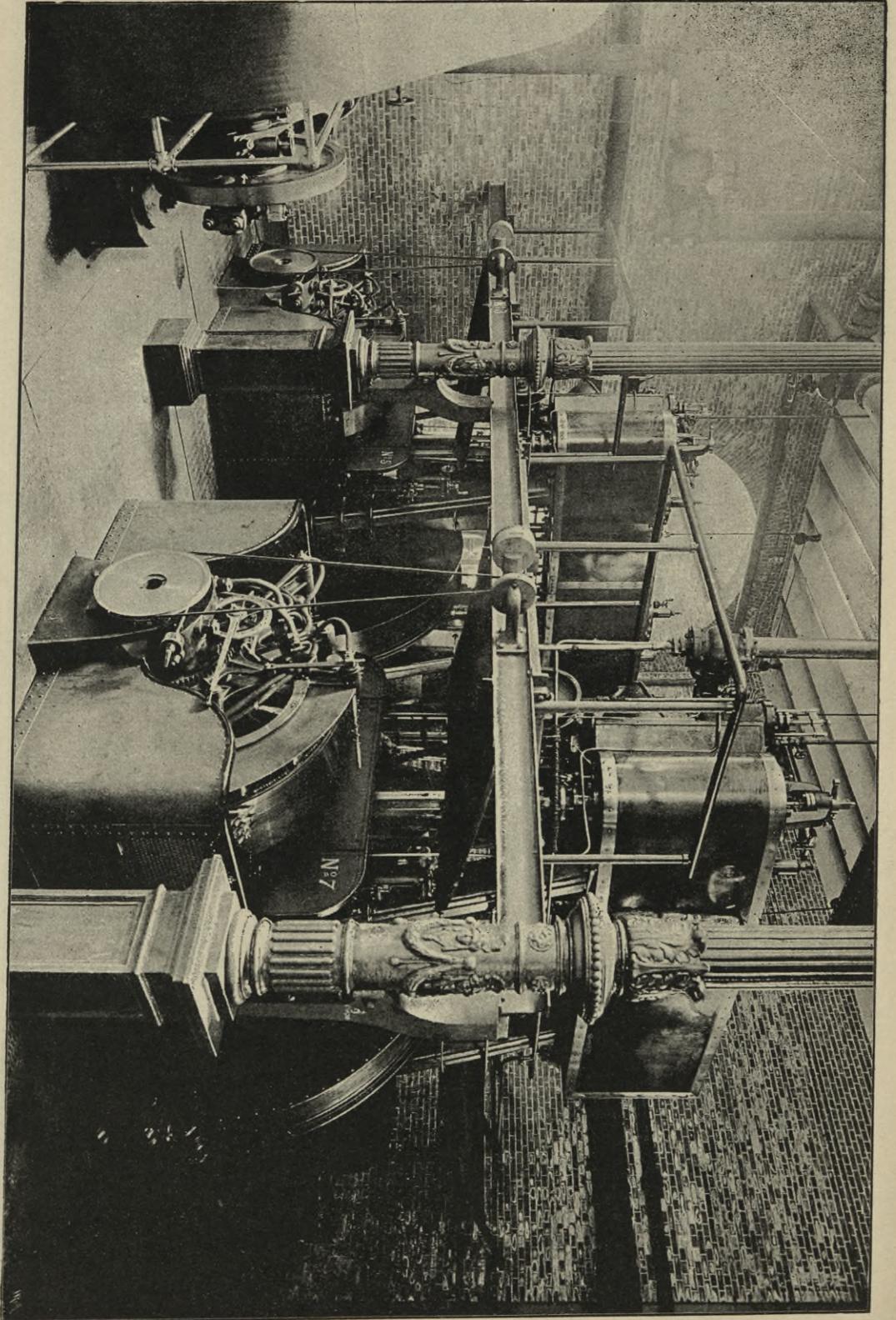
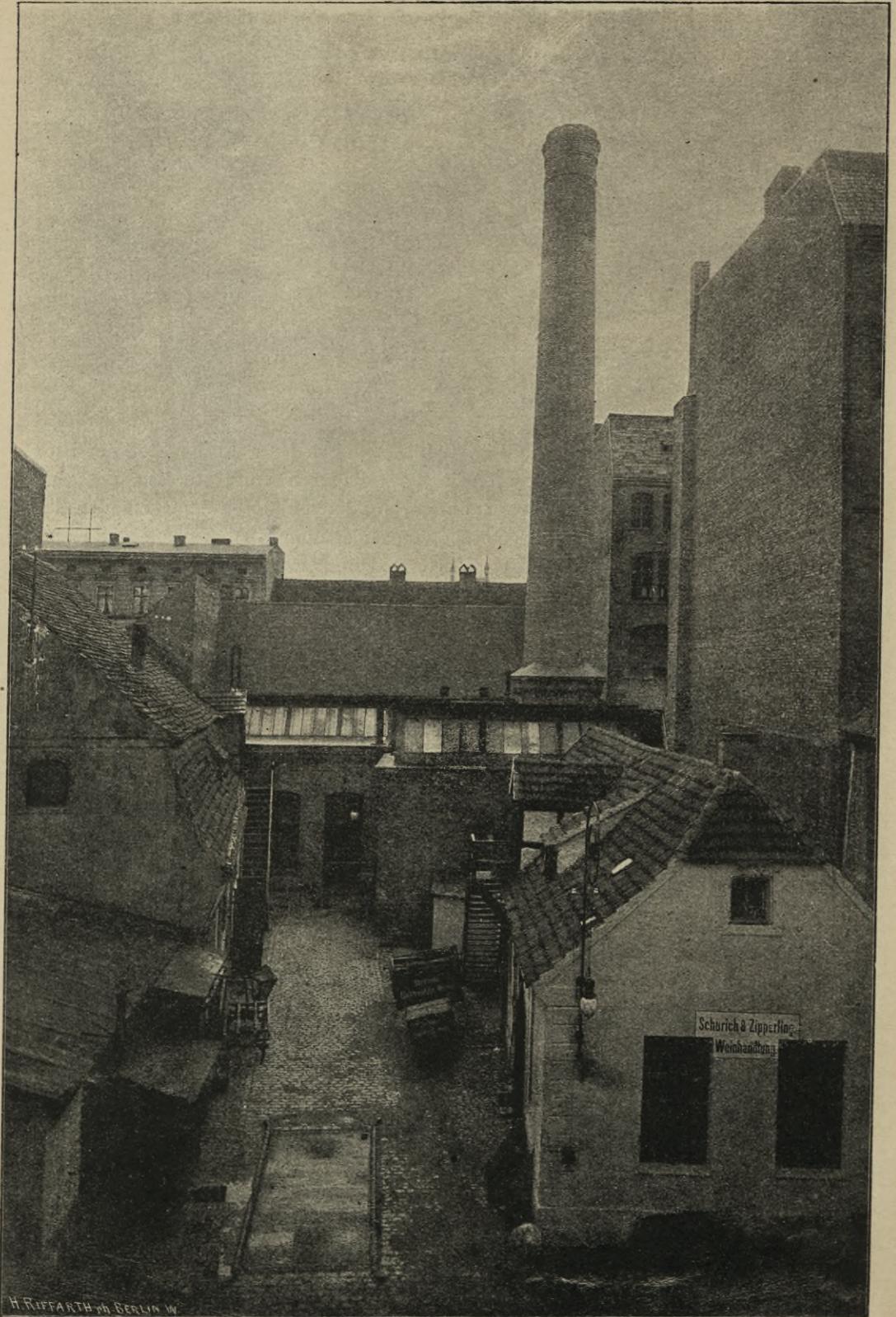


Fig. 18. Centrale Haag, Maschinenraum.

IV. Stettiner Elektrizitätswerke Aktien-Gesellschaft.

Die nachstehenden Aufnahmen, Fig. 19 bis 22, geben ein Bild der Stettiner Elektrizitätswerke. Die Anordnung dieser Anlage ist dadurch von Interesse, dass hier zum ersten Mal eine eigenartige Verwendung von Akkumulatoren stattgefunden hat. An der Peripherie des durch die Stromerzeugungsanlage unmittelbar gespeisten Kabelnetzes befindet sich noch eine abgesonderte Akkumulatorenstation, welche in den Zeiten kleinsten Stromverbrauchs von der Centrale aus täglich geladen wird, und des Abends zur Zeit des grössten Stromverbrauchs die Stromlieferung seitens der Centrale unterstützt. Erwähnt sei noch, dass in Stettin ein Versuch gemacht wurde, blanke Leitungen in unterirdischen Kanälen besonderer Konstruktion auf einer kurzen Strecke zu verlegen.



H. RIFFARTH PH. BERLIN W.

Fig. 19. Stettiner Elektrizitätswerke, Kesselhaus.

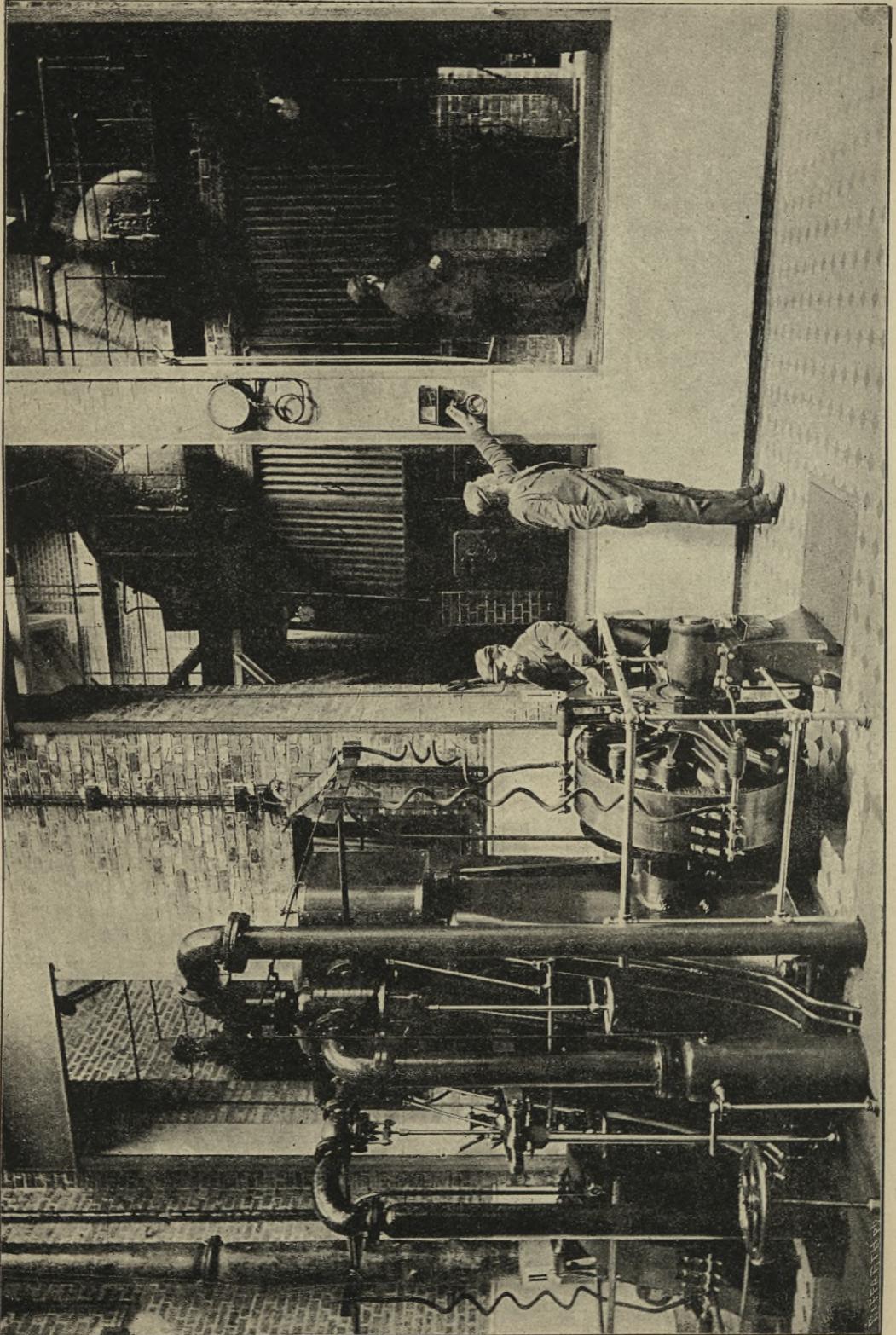


Fig. 20. Stettiner Elektrizitätswerke Maschinenraum mit Durchblick zum Kesselhaus.

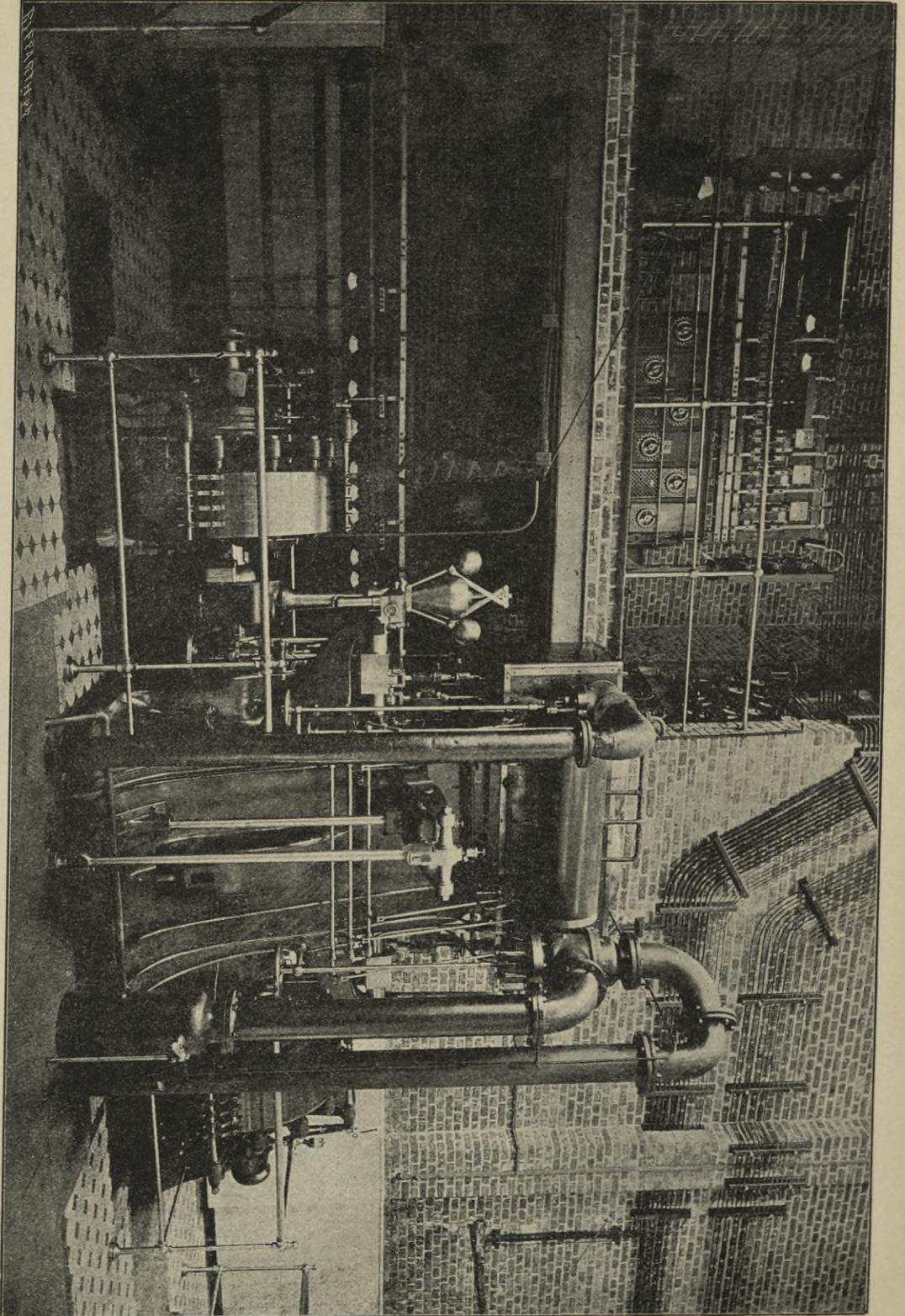


Fig. 21. Stettiner Elektrizitätswerke, Maschinenraum.

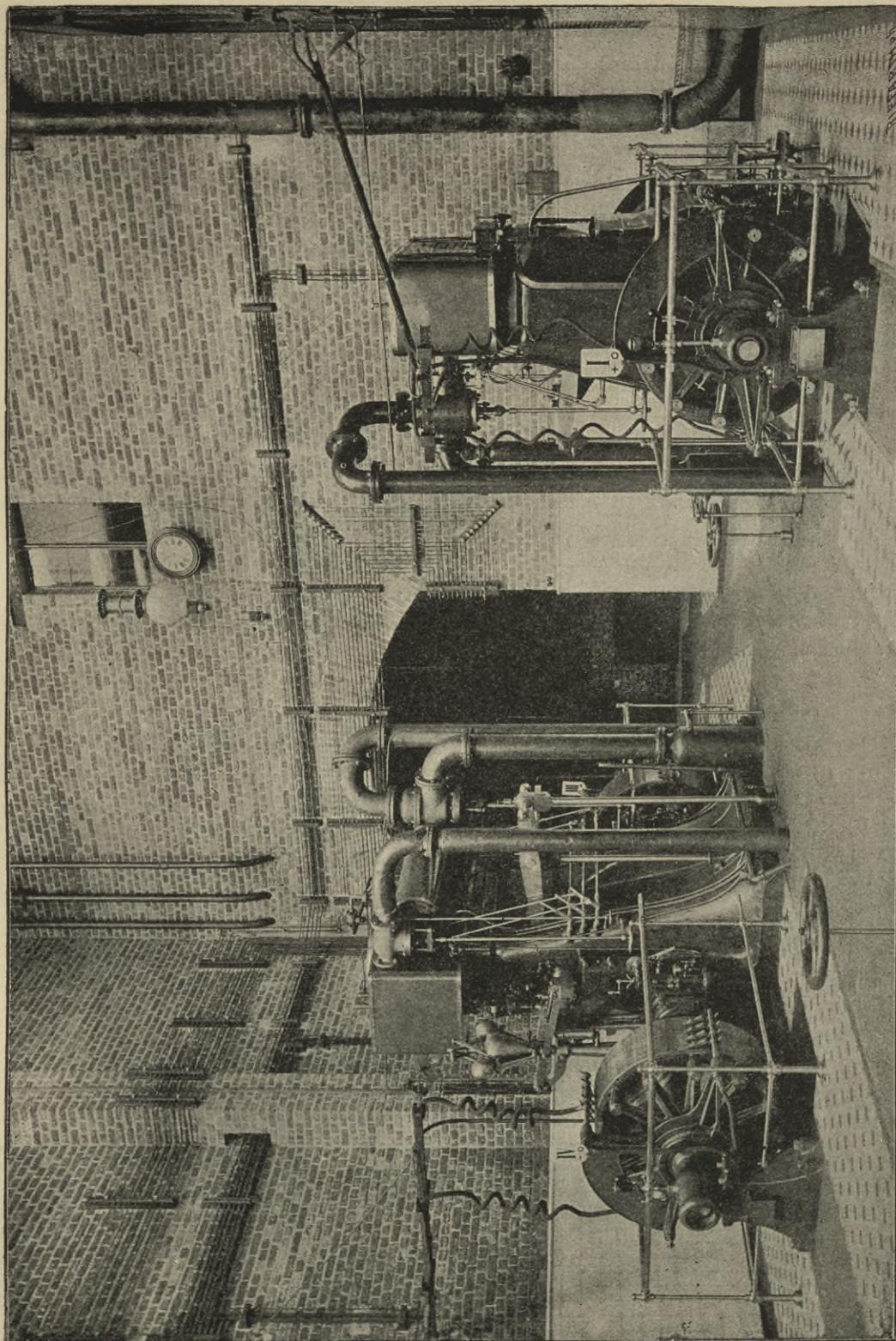


Fig. 22. Stettiner Elektrizitätswerke, Maschinenraum.

V. Städtisches Elektrizitätswerk zu Breslau.

Die nachfolgende Fig. 23 zeigt das Maschinenhaus der vor Kurzem dem Betriebe übergebenen städtischen Centralanlage zu Breslau.

Diese Anlage zeichnet sich dadurch aus, dass die Regulirung der Spannung lediglich durch die bedeutende der Stromerzeugungsanlage hinzugefügte Akkumulatorenbatterie bewirkt wird.

Jedes einzelne Hauptkabel ist mit einem besonderen selbstthätigen Zellschalter versehen, sodass die Klemmenspannung der Stromerzeuger innerhalb weiter Grenzen schwanken kann, ohne dass dadurch die Lampenspannung wesentlich beeinflusst würde; dadurch wird für eine gegebene Lampenzahl eine nicht unbedeutende Ersparniss an Leitungsmaterial herbeigeführt, weil es nicht nöthig ist, die Querschnitte der Kabel so gross zu wählen, dass innerhalb der verschiedenen Theile des Verbrauchsgebietes ein selbstthätiger Spannungsausgleich stattfindet. Indessen hat auch hier wie in fast sämtlichen bisher von der Firma Siemens & Halske ausgeführten Centralanlagen die Erfahrung gelehrt, dass es nicht vortheilhaft ist, die Kabelquerschnitte mit alleiniger Berücksichtigung der ursprünglich in Aussicht genommenen Lampenzahl zu berechnen. Es musste nämlich in Breslau noch während der Bauzeit eine Vergrösserung des ursprünglich projektirten Kabelnetzes vorgenommen werden, weil bereits vor Eröffnung des Betriebes die Anzahl der eingelaufenen Anmeldungen die ursprünglich in Aussicht genommene Lampenzahl nicht unwesentlich überstiegen.

VI. Station centrale du secteur de la place Clichy zu Paris.

Das Maschinenhaus der Centralanlage im Secteur de la place Clichy zu Paris, welche von der Société Alsacienne de Constructions mécaniques, Belfort, nach den Systemen und Patenten der Firma Siemens & Halske ausgeführt ist, wird durch die nachfolgende Fig. 24 veranschaulicht.

Diese Anlage ist als Beispiel des von Siemens & Halske ausgebildeten Fünfleitersystems bemerkenswerth. Die mit liegenden Verbunddampfmaschinen der Société Alsacienne direkt gekuppelten 500 pferdigen Innenpolmaschinen nach Siemens & Halske erzeugen eine Klemmenspannung von 500 V, welche zur Zeit des grössten Stromverbrauches durch besonders aufgestellte Ausgleichsmaschinen und Akkumulatorenbatterien, zur Zeit geringen Verbrauches dagegen nur durch die Akkumulatorenbatterien in 4×110 V zuzüglich des Spannungsverlustes in den Leitungen zerlegt werden.

Der Zweck dieser Anordnung ist die dadurch herbeigeführte wesentliche Verminderung der Kabelquerschnitte. Aehnliche Anlagen sind zur Zeit nur noch in Wien und in Trient im Betrieb.



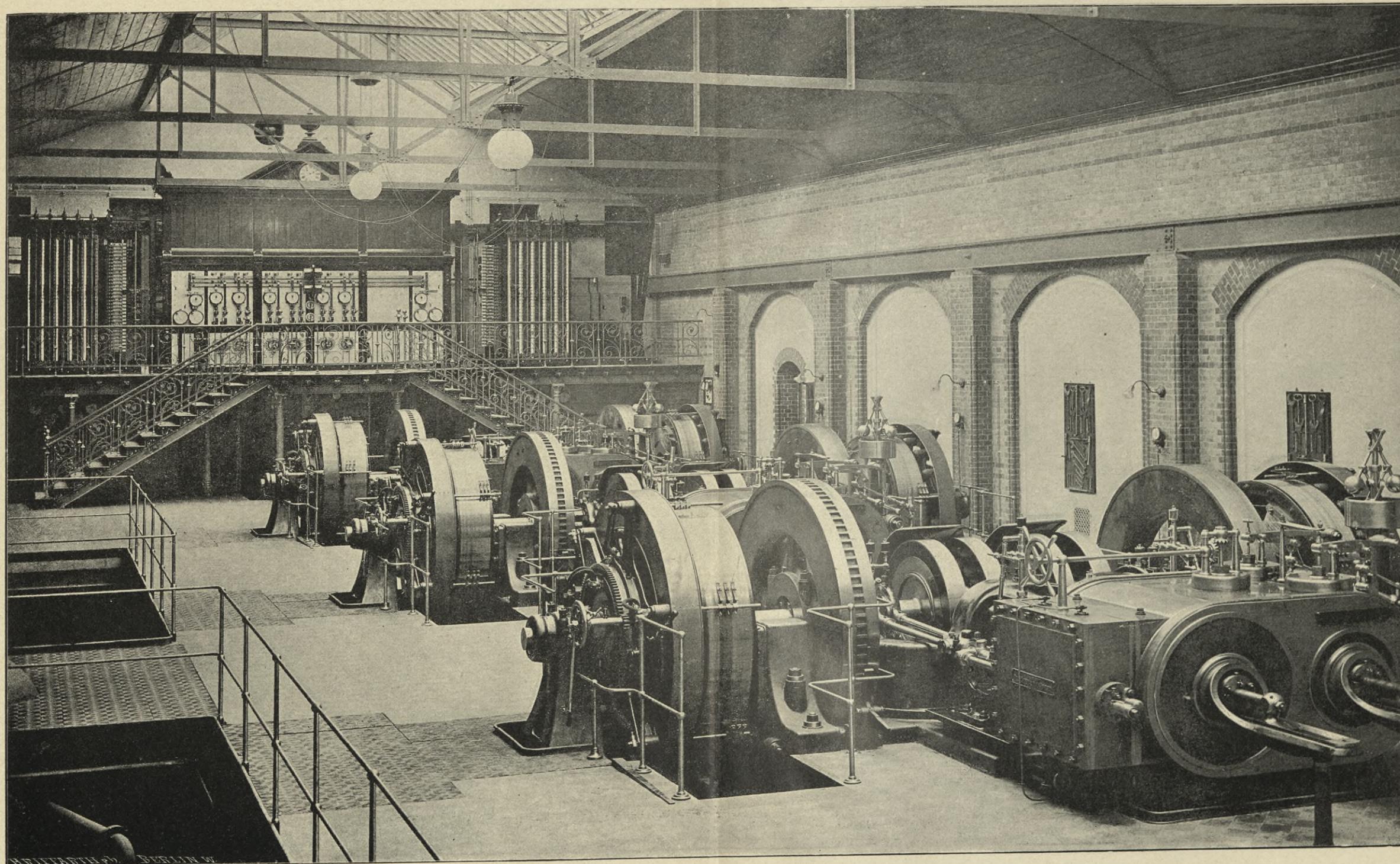


Fig. 23. Städtisches Elektrizitätswerk zu Breslau, Maschinenhaus.

SIEMENS & HALSKE IN BERLIN.

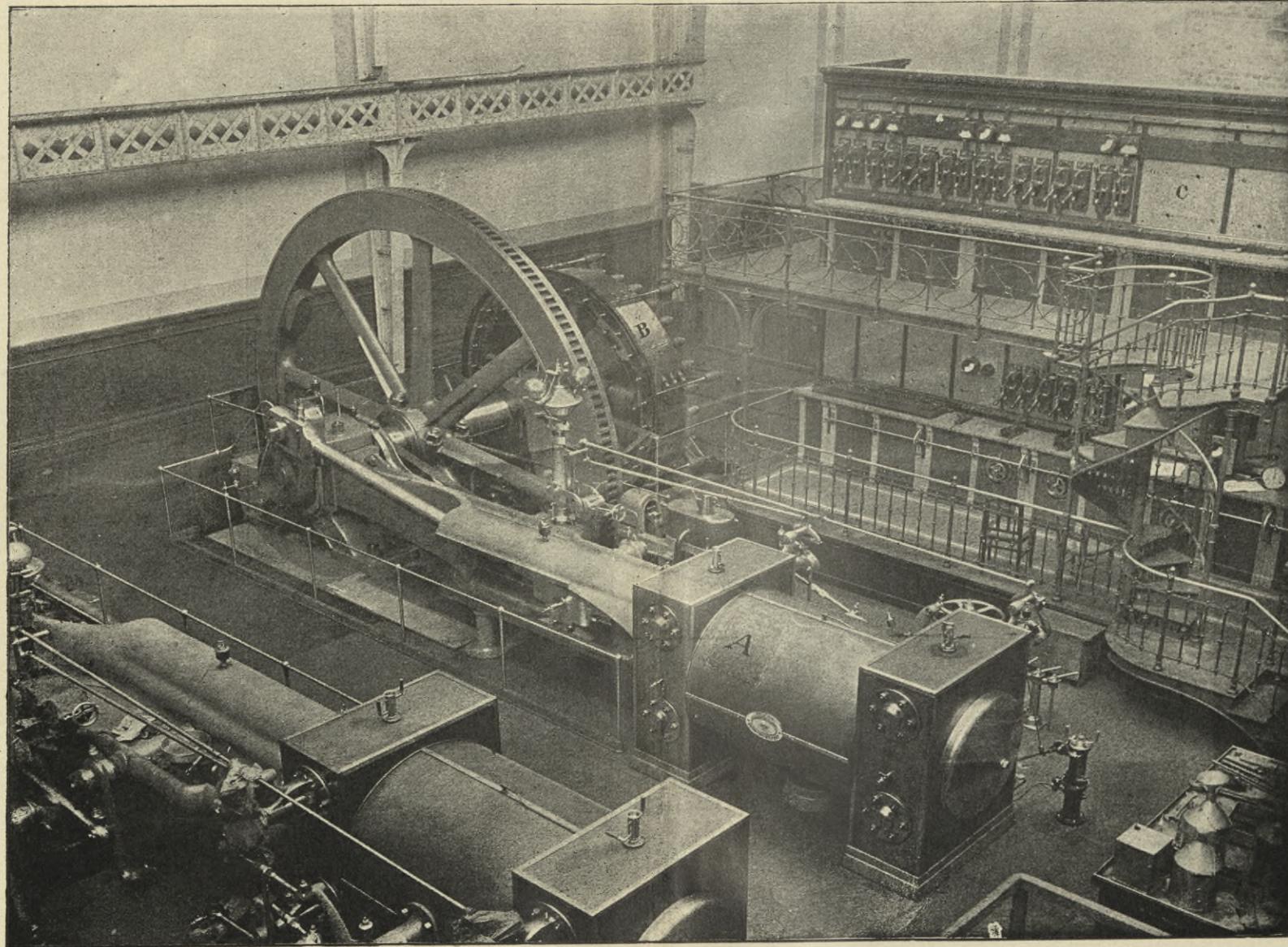


Fig. 24. Station centrale du secteur de la place Clichy zu Paris, Maschinenhaus.

THOMSON-HOUSTON INTERNATIONAL
ELECTRIC C^o.
IN BOSTON, HAMBURG UND PARIS.

Das Beleuchtungssystem Thomson-Houston.

Als eines der weitverbreitetsten Systeme muss ohne Zweifel das Beleuchtungssystem der Thomson-Houston International Company in Boston, Hamburg und Paris gelten, welche Gesellschaft auf der Frankfurter Ausstellung sich nur auf die Vorführung ihrer speciell für den Bergwerksbetrieb angefertigten Maschinen beschränkt hat.

Die Thomson-Houston-Gesellschaft führt je nach den Ortsverhältnissen städtische Central-Beleuchtungsanlagen mit Gleichstrom oder mit Wechselstrom, oder mit beiden Systemen zusammen aus.

Ihr Beleuchtungssystem ist bis in die kleinsten Details durchgearbeitet und hat sich schon vor Jahren in allen Welttheilen einen verdienten Ruf errungen. In den Vereinigten Staaten von Nordamerika befanden sich am 1. Januar 1891 ca. 700 Centralen zur Städtebeleuchtung, welche nach ihrem System gebaut waren, eine Zahl, welche die von irgend einer anderen amerikanischen Gesellschaft gebauten Centralstationen um mehr als das Doppelte übertrifft. Die Anzahl der von diesen Anlagen gespeisten Glühlampen, theils mit Wechselstrom und theils mit Gleichstrom, belief sich am 1. April d. J. auf ca. 700 000, während ausserdem etwa 110 000 Bogenlampen von der Thomson-Houston-Gesellschaft installiert worden sind. In Südamerika, in Japan und Australien sind in den letzten Jahren verschiedene Centralstationen für Beleuchtung von der Thomson-Houston Co. errichtet worden, und ist der Betrieb derselben in jeder Hinsicht ein vorzüglicher zu nennen.

Ganz besondere Errungenschaften verzeichnet die Thomson-Houston Co. auf dem Gebiete der elektrischen Strassenbeleuchtung, sowohl mit Bogenlampen, wie mit Glühlampen. Für die Bogenlichtbeleuchtung werden die Thomson-Houston-Bogenlichtmaschinen angewandt, welche in einem Exemplar auf der Frankfurter Ausstellung »Platz No. 184« in der grossen Maschinenhalle vertreten sind. Diese Maschinen werden gebaut bis zu einer Leistung, welche ermöglicht, 50 Bogenlampen zu 10 A (2000 N. K.) mit einer kontinuierlichen Leitung zu speisen, und es ist besonders bemerkenswerth, dass die Länge einer solchen Leitung mit Rücksicht auf die in Städten vorhandene Entfernung eine vollständig unbeschränkte zu nennen ist. Giebt es doch eine Strassenbeleuchtungsanlage in Quebec (Canada), bei welcher Stromkreise von 35 km Länge vorkommen. Besonders da, wo Wasserkräfte in einiger Entfernung von den Städten zur Verfügung stehen, lässt sich eine Strassenbeleuchtung unter den

denkbar ökonomischsten Verhältnissen nach dem System Thomson-Houston ausführen. Als Beweis der vorherrschenden Verbreitung der Thomson-Houston-Bogenlampen möge die Thatsache erwähnt werden, dass am 1. Januar 1891 716 Beleuchtungsgesellschaften sich dieser Bogenlampen bedienten, und betrug während der letzten drei Jahre der minimale jährliche Zuwachs an installirten Bogenlampen etwa 16 000. Als besonders bemerkenswerth muss hervorgehoben werden, dass unter den 33 371 Bogenlampen, welche im November vorigen Jahres die Strassenbeleuchtung der verschiedenen Städte der Vereinigten Staaten auf Grund von Kontrakten mit den Stadtverwaltungen versahen, 22 431 Lampen des Thomson-Houston-Systems sich befanden und zwar 18 318 Lampen von 2000 N. K. und 4113 Lampen von 1200 N. K. Auf dem Ausstellungsplatze brennen Thomson-Houston-Bogenlampen in der grossen Maschinenhalle auf dem Platze No. 184, ferner auf dem freien Platze vor der Vertheilungshalle, in der Riemenhalle und im Pavillon Thomson-Houston. In demselben Stromkreis mit den Bogenlampen werden Glühlampen eingeschaltet und sind verschiedenkerzige Glühlampen des Thomson-Houston-Systems ebenfalls auf der Ausstellung installirt. Unter anderen beleuchten dieselben den Ausstellungspavillon der Weston Electrical Instrument Company, neben der Halle für Medicin und Wissenschaft.

Seit mehreren Jahren hat das Bogenlichtsystem der Thomson-Houston-Gesellschaft auch in Europa Eingang gefunden und befinden sich hier mehrere Centralstationen nach diesem System in Betrieb.

Die folgenden Städte haben eine nach diesem System eingeführte Strassenbeleuchtungsanlage:

Mailand	mit 250 Lampen,	
Turin	„ 216	„
Paris	„ 100	„
Marseille	„ 150	„
Bilbao	„ 46	„
Gothenburg	„ 39	„
Hernösand	mit über 50	„ u. s. w.

In der letzteren Stadt beträgt die Gesamtlänge der Leitung über 15 km und liegt die Stationsanlage über 5 km von der Stadt entfernt. Auch dort ist, wie in vielen anderen Anlagen, ein Wasserfall die treibende Kraft.

Einem kürzlich abgeschlossenen Vertrage zufolge wird der innere Stadttheil Londons — die sogenannte City — innerhalb 3 Jahren gänzlich mit elektrischem Licht versehen werden, und zwar wird in der einen Hälfte das System Thomson-Houston zur Anwendung gelangen. Die ausschliessliche Koncession zu der Strassenbeleuchtung ist für 21 Jahre, die für die damit verbundene Privatbeleuchtung für 42 Jahre verliehen worden. Der östliche Distrikt der Stadt, welcher dem System Thomson-Houston zugewiesen worden ist, wird mit 233 Bogenlampen zu 10 A und 307 Serien-Glühlampen verschiedener Lichtstärke erleuchtet werden. Für die Hausbeleuchtung wird Wechselstrom angewandt, wobei der Strom von 2000 V Spannung in einer Anzahl von Unterstationen mittels Transformatoren in niedrig gespannten Strom umgesetzt werden wird. Man beabsichtigt, die Aufstellung von 12 Thomson-Houston-Wechselstrommaschinen, jede zu einer Leistung von 350 000 Watt, und von zwei 140 000 Watt-Dynamos. Sämmtliche Leitungen werden unterirdisch verlegt.

Hammerfest in Norwegen, die am nördlichsten gelegene Stadt der ganzen Erde, ist seit einiger Zeit ebenfalls im Besitz einer nach dem System Thomson-Houston ausgeführten Strassenbeleuchtungsanlage. Centralstationen für städtische Beleuchtung, sowohl für Strassen- als auch für Privat-Beleuchtung, befinden sich nach diesem System ausgeführt in: Bilbao, Saint Brieu, Helsingfors und in einer grösseren Anzahl von Städten in England. Die Beleuchtung des neuen Hafens in Odessa ist erst kürzlich nach dem System Thomson-Houston gebaut worden, und werden die dort angebrachten Bogen- und Glüh-Lampen von 4 Dynamomaschinen in gleicher Grösse, wie sie auf der Ausstellung vorgeführt wird, gespeist. Die Inbetriebsetzung dieser Anlage hat vor kurzer Zeit mit grossem Erfolge stattgefunden.

Der Thomson-Houston-Elektricitätsmesser, erfunden von Professor Elihu Thomson, errang bei der in Paris stattgehabten Konkurrenz, an welcher 51 verschiedene Elektricitätsmesser betheiligt waren, die Hälfte des ersten Preises, und spricht dieser Umstand, wie alle sonstigen Auszeichnungen, welche das Thomson-Houston-System auf allen Ausstellungen, auf welchen dasselbe vertreten war, erhalten hat, jedenfalls sehr zu Gunsten der Erfolge, welche bis jetzt von der Thomson-Houston-Gesellschaft, sowohl auf dem Gebiete der Stadt- wie der Privat-Beleuchtung errungen worden sind.

Die Einzelheiten des Thomson-Houston-Systems sind in speciellen Prospekten beschrieben und werden von der Thomson-Houston International Electric Co. in Hamburg gratis an Interessenten versandt.

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

III 16926
L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300361