

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 21/22 (1893)
Heft: 2

Artikel: Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich
Autor: Wyssling, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-18091>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 28.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, II. — Der Neubau der Schweiz. Unionbank in St. Gallen, II. — Konkurrenzen: Kantonsschule und Gewerbemuseum in Aarau. Schul- und Gemeindehaus in Châtelard (Montreux). Primarschulhaus in Gais (Appenzel A.-Rh.). Centralcommission der Gewerbemuseen Zürich und Winterthur. Kathol. Pfarrkirche in Esseg (Slavonien). — Nekrologie: Eugen Grossmann. Rudolf Speer. Alexander Schütz. — Litteratur: Der Patent-Anwalt u. die Zeitschrift f. gewerbl. Rechtsschutz. Verkehrs-Ordnung f. d. Eisen-

bahnen Deutschlands. Wegweiser v. Zürich. Ist das Heizen u. Kochen mit Gas noch zu teuer? Baupolizei-Gesetz der Stadt Hamburg, der Vorstadt St. Pauli u. der Vororte. Beitrag zur Theorie d. räuml. Fachwerks. Darstellende Geometrie f. Bauhandwerker. — Miscellanea: Ueber die Eisenbahn-Oberbau-Frage in ihrer volkswirtschaftl. Bedeutung. Gemischte Zahnstangen-Bahn von Beirut nach Damaskus. Die südamerik. Ueberlandbahn von Buenos-Ayres nach Valparaiso. Berichtigung. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Arch.-Verein. Stellenvermittlung.

Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.

Von Ingenieur W. Wyssling.

(Alle Rechte vorbehalten.)

II.

Die Hochdruckturbinen sind (ebenso wie die Niederdruckturbinen und die Transmissionsteile) aus den Maschinenfabriken von Escher, Wyss & Cie. in Zürich hervorgegangen. Sie besitzen automatische Regulatoren, welche durch Umsteuerung eines kleinen Quantums Druckwasser einen Kolben in entsprechende Bewegung versetzen, welcher seinerseits eine Zunge verstellt und dadurch die Einlauföffnung passend modifiziert. Ihr Nutzeffekt soll bei Vollbelastung 75% betragen, der der Niederdruckturbinen ebenfalls. Die Hochdruckturbinen erhalten ihr Wasser durch eine gusseiserne Leitung von 450 mm Lichtweite aus dem oben erwähnten Triebwasserreservoir, einem offenen Weiher von 7000 m³ Inhalt, mit 155 m effektivem Druck. Dieser Weiher bestund für einige kleinere Turbinen schon vor Errichtung des Elektrizitätswerks. Er soll nun z. Tl. Accumulatoren ersetzen: Im Frühling und Herbst kommt es während längerer Zeit vor, dass die Limmat während der 24 Stunden des Tags noch mehr Pferdekraftstunden liefern könnte, als in dieser Zeit Pumpwerk und Elektrizitätswerk zusammen brauchen, dagegen nicht genügend Pferdekraft für die Zeit des maximalen Lichtkonsums. Alsdann kann am frühen Morgen und über Tag überschüssige Kraft dazu verwendet werden, Wasser in den Weiher zu pumpen; zur Zeit des Maximalbedarfs hilft dieses Wasser sodann, in der Hochdruckturbine verwendet, der direkten Wasserkraft nach. Es kann so das Maximum der momentanen Leistung steigern.

Zur Ausnutzung der verschiedenen Betriebskombinationen dienen die mehrerwähnten Riegelkuppelungen. Sie unterscheiden sich von gewöhnlichen Klauenkuppelungen dadurch, dass auf jedem der 2 Wellenenden 2 genau gleiche grosse Scheiben mit (5) grossen „Zähnen“ und ebensoviel genau gleich grossen Lücken mit scharfen, radialen Flächen fest angebracht sind, während in den Lücken der einen Scheibe, und durch deren Zähne geführt (nicht durch eine Feder auf der Welle) der Glutscher (Riegel) gleitet, bestehend aus genau dort einpassenden axialen Fortsätzen einer Scheibe; diese Fortsätze treten beim Kuppeln in die Lücken der Scheibe am andern Wellenteile ein. Auf diese Weise geschieht die Führung des Glutschers und die Uebertragung der Kraft auf einer grossen Fläche nahe am äusseren Umfange. Die Teile bleiben daher viel genauer passend, als bei einer gewöhnlichen Klauenkuppelung, bei welcher der bewegliche Teil längs der Feder verschiebbar ist, daher dort sich gewöhnlich rasch ausschlägt. Infolge der genauen Fünfteilung dieser Kuppelungen hat diese Anordnung auch (bei den 30 = 6 · 5 Polen der Wechselstromdynamos) ermöglicht, die Wechselstromdynamos ohne weiteres durch mechanische Kuppelung in elektrische Phasen-Koincidenz zu bringen, so dass für die Parallelschaltung dieser Wechselstrommaschinen keine Phasenindikatoren verwendet sind. In der Figur 3 (Ansicht von der Gallerie aus) ist die Konstruktion dieser Kuppelungen ersichtlich; die grosse links zwischen W_1 und W_2 ist ausgekehrt; diejenige rechts von W_2 ist eingekehrt; ebenso sind dort die ganz gleich gebauten Kuppelungen bei den Erregerdynamos (ausgekehrt) sichtbar.

Da die Centrale kontinuierlichen Betrieb hat, müssen die Kuppelungen alle während des Ganges der Maschinen ausgeführt werden können. Die eigenartige Anordnung, zufolge welcher jeder Teil von 2 Seiten aus angetrieben werden kann, ermöglicht dies nun auch für diese Riegelkuppelungen. Soll z. B. die Hochdruckturbine beigeschaltet werden, so wird sie zuerst für sich auf fast genau die gleiche Tourenzahl gebracht wie der bereits in Bewegung befindliche Teil.

Tachometer an jedem Teil zeigen dies an. Alsdann kann, da die relative Geschwindigkeit der 2 Kuppelungsteile sehr gering ist, ein probierendes Anpressen des Glutschers an die Scheibe der andern Hälfte stattfinden, in welche die Riegel dann nach kurzer Zeit und zwar bei einiger Uebung des Manipulierenden ohne Schlag und Geräusch eintreten und rasch vollends eingeschoben werden können. Soll etwa nun eine zweite Dynamo in Bewegung gesetzt werden, so wird diese zunächst ruhend an den ruhenden Motorteil gekuppelt, mit diesem anlaufen gelassen auf richtige Tourenzahl und dann an die bereits laufende Dynamo gekuppelt, worauf der überflüssige Motorteil wieder ausgekehrt wird. Wir haben uns bei diesen Verhältnissen etwas länger aufgehalten, weil sie unseres Wissens in dieser Kombination bis jetzt nirgends sich vorfinden. Die Zusammenstellung des Ganzen zeigt namentlich auch die persp. Ansicht Fig. 2, welche im Vordergrund das Stirnrad am untern Ende der Welle $w w$ sowie die Wechselstromdynamo W_2 , im Hintergrunde die übrigen Maschinen zeigt.

In Fig. 3 sind dagegen die Maschinen von der Seite der kleinen 400-Tourenwelle mit den Erregermaschinen aus sichtbar.

Die Wechselstromdynamos stammen, wie überhaupt der ganze elektrische Teil, auch derjenige in der Stadt, aus der Maschinenfabrik Oerlikon. Sie sind nach dem von dieser Fabrik allgemein angewandten System Kapp gebaut. Die rotierende Armatur, welche die Hochspannungsspulen trägt, ähnelt dem Schuckertschen Flachring (mit Weglassung des Kollektors). Figur 4 zeigt diesen Ring mit Welle allein während des Baus. Die Isolierung der Bewickelung vom Körper der Maschine ist eine sehr sorgfältige: Der Draht liegt überall mit Glimmer und Pressspanunterlage auf einer Holzbewehrung des Ringkerns, die ganzen Spulen liegen seitlich in Spezialstücken aus Ebonit. Der Kern des Rings ist in einen Stern aus Bronze gefasst, welcher seinerseits unter solider Zwischenlage von Isolirmaterial zwischen zwei Guss-scheiben gepresst ist. Erst diese Guss-scheiben sind alsdann auf der Welle festgekeilt. Der Eisenkern des Rings ist durch sehr straffe Aufwicklung eines relativ schmalen Eisenblechbands mit Papierzwischenlage auf einer Spezialbank hergestellt. Die Bewickelung selbst besteht aus hochkant gestelltem Flachdraht. Dieselbe ist durch Vorsprünge aus mehrfach verleimtem Holz und durch Ebonitplatten am Platze gehalten. Die Verbindungen von Spuhle zu Spuhle sind ganz in Spezialstücke aus Hartgummi gelagert. Anfang und Ende der Bewickelung führen ebenso durch die oben genannten Guss-scheiben nach den zwei Seiten des Rings, sodass auf jeder Seite je ein Schleifring für einen der Pole sich befindet. Das Magnetfeld wird durch 2. 30 abwechselnd polare, cylindrische Kerne aus Schmiedeseisen gebildet, die mit abhebbaren Drahtbobinen bewickelt und zu beiden Seiten der Armatur auf ringförmigen Gussplatten aufgeschraubt sind. Diese Ringe sind zweiteilig und hängen mittels angegossener Supports in der Grundplatte der Maschine, lassen sich aber jeder als Ganzes auf Schlitten in axialer Richtung nach den Lagern hin verschieben, sodass der Armaturring für Revisionen frei und überall zugänglich wird. Fig. 5 zeigt die Maschine en face in der Richtung der Trennungsfläche der beiden Hälften betrachtet.

Diese Maschinen haben einen äusseren Ringdurchmesser vom 2,60 m und leisten bei 200 Touren (6000 Polwechsel per Minute) 1800 bis 2000 Volt und normal bis 100 Amperes; ihr kommerzieller (totaler) Nutzeffekt soll bei voller Leistung 88% und bei halber Leistung noch 75% betragen. Zur Erregung ihrer Magnete verbrauchen sie thatsächlich 2 bis 2 $\frac{1}{2}$ % ihrer maximalen äusseren Leistung. Sie machen relativ wenig Geräusch gegenüber andern bekannten Wechselstrommaschinen.

Als Erreger sind 2 der bekannten zweipoligen Oerlikon-Gleichstrom-Dynamos nach dem Manchester-Typ mit Ringarmatur aufgestellt. Sie leisten jede bei 400 Touren 100 Volt und 200 Ampères mit 86% kommerziellem (totalem) Nutzeffekt, der bei halber Leistung noch 73% betragen soll. Eine einzige genügt daher als Erreger nicht nur für die jetzigen 2, sondern wird auch später für alle 4 Wechselstrommaschinen genügen; die zweite Gleichstromdynamo steht daher nur als Reserve.

Von den Wechselstromdynamos wie von den Erregern führen Kabel mit doppeltem Bleimantel in Cementrinnen

und zwei Primärsicherungen p , welche ebenfalls unter Glaskasten sich befinden, (jedoch auch während des Betriebs ersetzt werden können) nach zwei Sammelschienen des Hochspannungsstroms, die sich gleich wie alle nicht unumgänglich auf der Vorderseite nötigen Apparate *hinter* der Marmorwand befinden. In die eine Sammelschiene ist eingeschaltet das Ampèremeter AW (oben), welches den gesamten Strom misst, und ebenso der Kompensator C , von dem weiter unten die Rede sein soll. Erst nach Passieren dieser zwei Apparate gelangt der Strom von den Sammelschienen in die nach der Stadt führenden konzentrischen Kabel. Es

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.

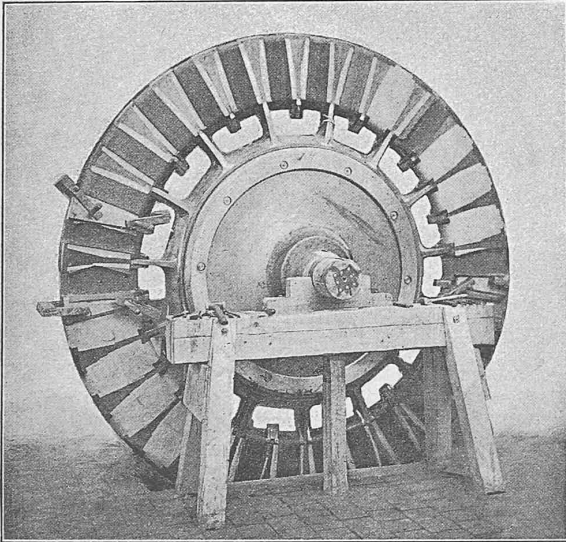
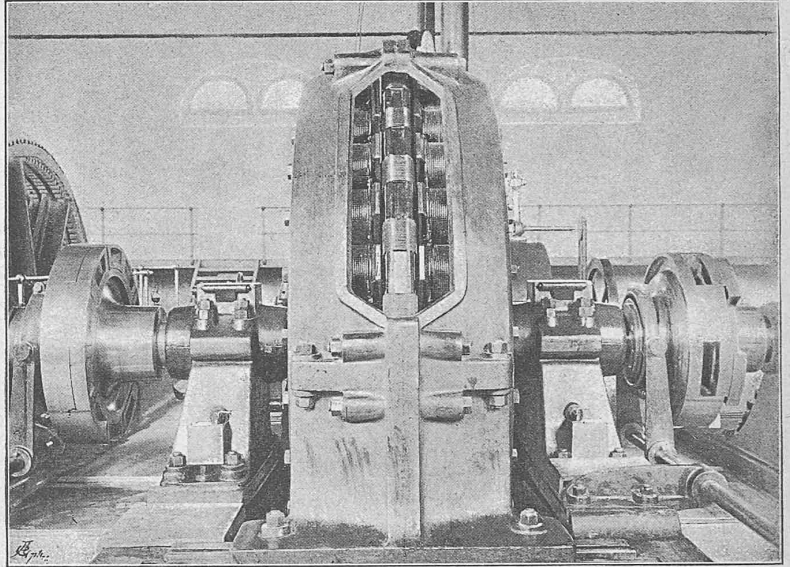
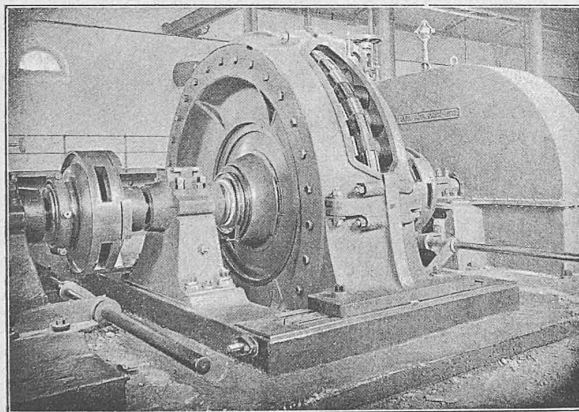


Fig. 4. Armaturring einer Wechselstrom-Maschine in Arbeit.



Kuppelung r (eingekehrt). Fig. 5. Wechselstrom-Maschine W''' . Kuppelung r (ausgekehrt).



Kuppelung r (ausgekehrt). Fig. 6. Wechselstrom-Maschine W'' . Hochdruck-turbine H' .

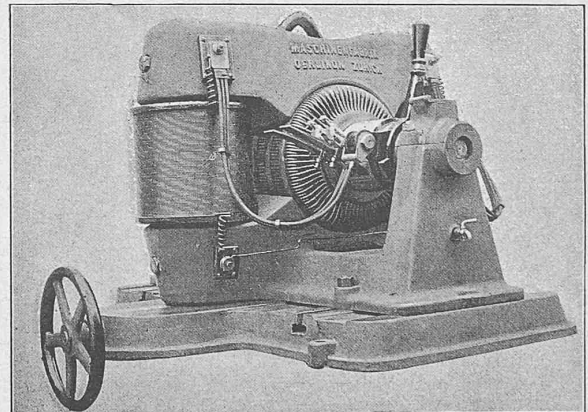


Fig. 7. Erreger-Gleichstrom-Dynamo (Typus).

im Boden des Maschinenhauses nach dem Schaltbrett, dessen Platz in der Grundrisszeichnung ersichtlich ist.

Eine Ansicht des *Schaltbretts* zeigt Fig. 8. Es besteht aus einer grossen, in starkem Eisengestell gefassten Tafel aus Marmor, welche etwa 1 m von der Wand absteht. Das Ganze ist mit Holzverkleidung und abgeschlossenen Seitenwänden versehen, durch deren eine eine Thüre in den Raum hinter der Marmortafel führt. Die schematische Anordnung und die Bedeutung der Apparate ist folgende:

Von jeder Wechselstromdynamo führt ein konzentrisches Kabel zunächst zu je einem doppelpoligen Schalter; diese sind in der Figur $S_I S_{II} S_{III} S_{IV}$; sie sind in viereckigen Glaskasten verschlossen, aus denen nur die Ebonitgriffe ragen. Von hier führen die Verbindungen über je ein Ampèremeter für jede Dynamo [$AW_I AW_{II} AW_{III} AW_{IV}$]

sind deren sechs parallel geschaltete projektirt, und drei gegenwärtig verlegt, damit bei allfälligen Fehlern an einem Kabel doch mit den übrigen betrieben werden kann, wenn auch mit etwas grösserem Verlust. Jedes Kabel ist hier wieder doppelpolig gesichert (p).

Der Erreger-Gleichstrom passiert, von den Dynamos 1 und 2 in Kabeln zum Schaltbrett kommend, je einen Ausschalter (s_1 und s_2), sowie ein Ampèremeter (AG_I und AG_2) für jede Dynamo, um von dort die rückwärts befindlichen Sammelschienen für Gleichstrom zu erreichen. Von diesen gelangt er durch je ein Ampèremeter ($AG_I AG_{II} AG_{III} AG_{IV}$), einen Schalter ($s_{I II III IV}$) und einen regulierbaren Widerstand — Handregulatoren $H_I H_{II} H_{III} H_{IV}$ — nach den Magnetwickelungen der vier Wechselstrommaschinen.

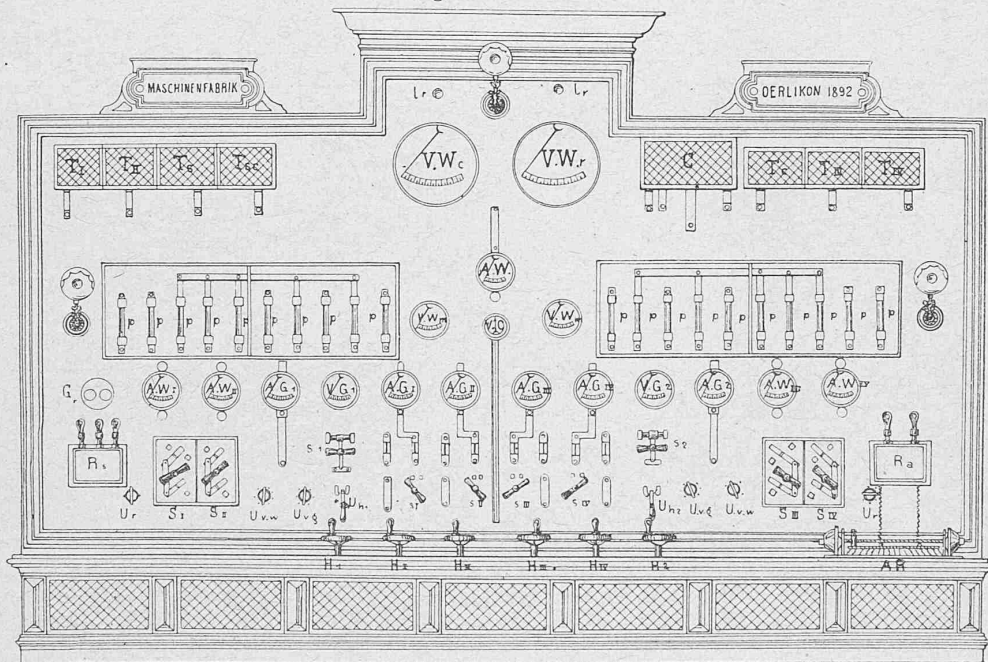
Die Regulierung der Erregung und damit der Hoch-

spannung geht nunmehr folgendermassen vor sich: Es arbeitet je gleichzeitig nur *eine* Gleichstrommaschine auf die Magnete aller stromgebenden Wechselstrommaschinen, z. B. G_1 . Die andere ist dann durch s_2 von den Sammelschienen abgeschaltet. Eine Nebenschliessung des erzeugten Gleichstroms geht von den Sammelschienen desselben durch die in Serie geschalteten variablen Widerstände des automatischen Regulators AR und des zur betr. Maschine gehörigen Handregulators (in unserm Falle H_1). Es kann so sowohl durch H_1 als durch den Widerstand des Automaten AR die Erregung der Gleichstrommaschine und damit die Spannung des Gleichstroms, welche beim Voltmeter VG_1 (bzw. VG_2) abgelesen wird, geändert werden; dies reguliert alsdann *gleichzeitig* die eventuell nach allen vier Dynamos $W_{I II III IV}$ durch $H_{I II III IV}$ gehenden Erregerströme, und

letztern. Durch Einklinken ihres Erregungsschalters (z. B. für die Maschine W_{II} des Schalters S_{II}) erhalten nun ihre Magnete Strom; sie erregt sich und ihr Hauptschalter S (hier S_2) ist unter Spannung. Von diesen Schaltern gehen Leitungen bezüglich nach den Transformatoren $T_I T_{II} T_{III} T_{IV}$ und von dort zu kleinen Umschaltern U_{vw} , mittels welcher die Sekundärwicklung jedes dieser Transformatoren auf jedes der zwei Voltmeter VW_m geschaltet werden kann. In unserm Fall würde man mittels U_{vw} den Transformator T_{II} auf eines der VW_m stellen, um dort die (auf $1/10$ reduzierte) Spannung der zuzuschaltenden Maschine abzulesen. Durch Modifizieren des Erregerstroms, der nach W_{II} geht, vermittels des Handregulators H_{II} , wird nun diese Spannung — ohne dass dadurch an der Erregung und Spannung der bereits laufenden Dynamos etwas geändert wird — so reguliert, dass

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.

Fig. 8. Schaltbrett.



Legende: $T_I T_{II} T_{III} T_{IV}$ Mess-Transformatoren der 4 Wechselstromdynamos, l_r Signallampen, T_s u. T_{sc} Mess-Transformatoren für die Rückleitung bzw. das Cardew-Voltmeter, T_c Mess-Transformator zum Kompensator C , VW_c und VW_r Wechselstrom-Voltmeter für Netzspannung, am Kompensator bzw. an der Rückleitung, U_r Umschalter dafür, AW Ampèremeter für den gesamten Wechselstrom, VC Cardew-Voltmeter an den Sammelschienen, VW_m Voltmeter für die Wechselstrommaschinen, U_{vw} Umschalter dazu, $p p p \dots$ Primärleitungs-Sicherungen der Dynamos und Stadtkabel, $AW_I AW_{II} AW_{III} AW_{IV}$ Ampèremeter der Wechselstromdynamos I II III IV, $AG_1 AG_2$ Ampèremeter der Gleichstrom-Dynamos I u. 2, $VG_1 VG_2$ Voltmeter derselben, U_{vg} Umschalter hiezu, $AG_I AG_{II} AG_{III} AG_{IV}$ Ampèremeter für den Erregerstrom der Wechselstromdynamos I II III IV, G_r Glockensignal für Spannung, $R_s R_d$ Relais für die Signale und für den automatischen Regulator, $S_I S_{II} S_{III} S_{IV}$ Schalter für die Wechselstromdynamos I II III IV, $s_1 s_2$ Schalter für die Gleichstrom-Erregerdynamos I u. 2, $s_I s_{II} s_{III} s_{IV}$ Schalter für die Erregerströme der Wechselstromdynamos I II III IV (mit Sicherungen darüber), AR Automatischer Spannungsregulator, U_r Umschalter für die Spannungsregulierung, $H_1 H_2$ Handregulatoren im Nebenschluss der Erregerdynamos G_1 u. G_2 , $H_I H_{II} H_{III} H_{IV}$ Handregulatoren im Erregerstrom der Wechselstromdynamos I II III IV.

damit die Spannung aller Maschinen und des gesammten Wechselstroms. Für den Fall, dass der Automat-Regulator AR versagen sollte, ist je ein Umschalter U_{h1} bzw. U_{h2} angebracht, vermittels welchem während des Betriebs AR vor H_1 bzw. H_2 kurz geschlossen wird, sodass alsdann die Regulierung noch von Hand allein vermittels H_1 bzw. H_2 besorgt werden kann. Die Handregulatoren H_{I-IV} im Erregerstrom jeder Wechselstromdynamo dienen sonach nur zum Ausgleich der Spannungen dieser Maschinen unter sich, und damit der Belastungen derselben, *innerhalb* und *während* der Regulierung der Gesamtspannung durch H_1 und AR . Die Regulatoren H_{I-IV} treten also namentlich in Funktion bei der *Parallelschaltung* der Wechselstrommaschinen. Dieselbe vollzieht sich hier sehr einfach: Soll eine weitere Maschine in Dienst treten, so wird sie zunächst in weiter oben beschriebener Weise mechanisch gekuppelt mit den bereits in Betrieb befindlichen. Dadurch befindet sie sich schon in dauernder elektrischer Phasen-Koincidenz mit den

sie um wenig höher ist, als die der bereits laufenden Maschinen. Diese Spannung kann dabei z. B. durch geeignete Schaltung des zweiten U_{vw} am zweiten VW_m abgelesen werden. Alsdann wird der Schalter S_{II} eingeklinkt, wodurch W_{II} auf die Sammelschienen arbeitet und damit den schon im Betrieb befindlichen Maschinen parallel geschaltet ist. Die zugeschaltete Maschine übernimmt sofort den ihr zukommenden Teil der Last, der eventuell durch Regulierung an H_{II} auf einen beliebig hohen oder niedrigen Betrag gebracht werden kann. Die Einschaltung der Maschinen vollzieht sich in dieser einfachen Weise, d. h. ohne dass einer der sonst üblichen Belastungsrheostate angewendet wäre, thatsächlich ohne dass sie an der Sekundärspannung (im Licht) bemerkt wird. Mit demselben Erfolg geschieht die *Ausschaltung* einer der Maschinen durch einfaches Ausklinken ihres Schalters S , ohne irgenwelche nachteilige Wirkung. (Forts. folgt).