

# Die Wasserkraftanlage Augst-Wyhlen: III. Das Kraftwerk Augst der Stadt Basel

Autor(en): **Bosshardt, O.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **63/64 (1914)**

Heft 9

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-31428>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Die Wasserkraftanlage Augst-Wyhlen. — Die Maschinenhalle der Schweizerischen Landesausstellung in Bern 1914. — Neues Schulhaus mit Turnhalle in Interlaken. — Irrführungen der Bauherren. — Miscellanea: Oberforstinspektor Dr. J. Coaz. Verbreitung des elektrischen Automobils. Palais de l'Institut de France. Murgkraftwerk im Schwarzwald. Grosser Siphon für die Wasserleitung von Los Angeles. Bohrung nach Salz bei Zurzach. Kanadas Ausfuhr von elektrischer Energie nach den Vereinigten

Staaten. Neubau der Schweizerischen Nationalbank in Zürich. — Konkurrenzen: Ueberbauung des Berneckabhanges und des Gebietes von „Drei Linden“ in St. Gallen. — Korrespondenz. — Nekrologie: L. Wethli. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Société fribourgeoise des Ingénieurs et des Architectes. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Tafel 21: Maschinsaal des Kraftwerks Augst der Stadt Basel.  
Tafel 22 und 23: Neues Schulhaus mit Turnhalle in Interlaken.

Band 63.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 9.

## Die Wasserkraftanlage Augst-Wyhlen.

### III. Das Kraftwerk Augst der Stadt Basel.

Von Ingenieur O. Bosshardt.

(Fortsetzung von S. 144, mit Tafel 21.)

#### Generatoren und Erregermaschinen.<sup>1)</sup>

Die von der *Elektrizitäts-Gesellschaft Alioth* in Münchenstein gelieferten *Drehstrom-Generatoren* sind für eine Normalleistung von 2300 KVA bemessen und gebaut für eine zwischen 6400 und 7400 Volt regulierbare verkettete Spannung bei 107 Umläufen in der Minute, 50 Perioden, entsprechend 56 Polen und  $\cos \varphi = 0,75$ . Das Gesamtgewicht eines Generators beträgt 53,5 t, wovon 21 t auf den Stator und 26 t auf das Polrad, sowie 6,5 t auf Lagerböcke und Fussplatten entfallen. Das Schwungmoment des rotierenden Teils beträgt 280000  $\text{kgm}^2$ .

Ausbildung und Hauptmasse der Maschine sind aus den Abbildungen 44 und 45 erkennbar; Tafel 21 gibt einen Ueberblick des Maschinsaa's. Das Statorgehäuse aus Gusseisen ist aus Transportrückichten vierteilig ausgeführt und unabhängig von den das Polrad tragenden Lagern auf gesonderten Sockelplatten befestigt; ausserdem ist es zur Verkleinerung der Durchbiegung durch einen Stützbock unten gehalten. Das Polrad aus Stahlguss ist zweiteilig. Darauf sind die 56 Pole, ebenfalls aus Stahlguss bestehend, aufgeschraubt. An diesen sind die aus lamelliertem Dynamoblech zusammengesetzten Polschuhe mit Schrauben befestigt. Die Blech-Polschuhe bestehen aus je drei Paketen pro Pol, die zur Erzielung einer bessern Spannungskurve in der Drehrichtung gegen einander versetzt sind. Die das Polrad tragende Welle aus

Siemens-Martinstahl ruht auf zwei durch separate Sockelplatten getragenen Lagern. Diese sind in ihren Abmessungen reichlich gehalten und mit Ringschmierung versehen.

Die Lüftung des Blechkörpers erfolgt durch radiale Schlitze von je 10 mm Weite; die Kernbreite beträgt 620 mm, die Höhe des Blechkörpers 175 mm. Die Statorwicklung mit zwei Spulen pro Pol und Phase ist in 336 offenen Nuten untergebracht. Jede Spule hat fünf aus je zwei parallelen Drähten bestehende Windungen von 64,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt, entsprechend einer Stromdichte von 2,95 Amp/mm<sup>2</sup>. Obgleich die Windungsspannung auf 7000 Volt bezogen nur 14,7 Volt zwischen zwei Lagen der Statorwicklung in der Nute beträgt, wurden mit Rücksicht auf eine erhöhte Betriebssicherheit offene Nuten verwendet. In diese sind die auf einer Form hergestellten, leicht auswechselbaren Spulen eingesetzt, die durch einen Vacuum-Imprägnier- und Back-Prozess eine besondere Kompoundierung erfahren haben. Infolge dieser Spezialisierung wird innerhalb der Spule jeder Luftzutritt und damit eine Zerstörung der

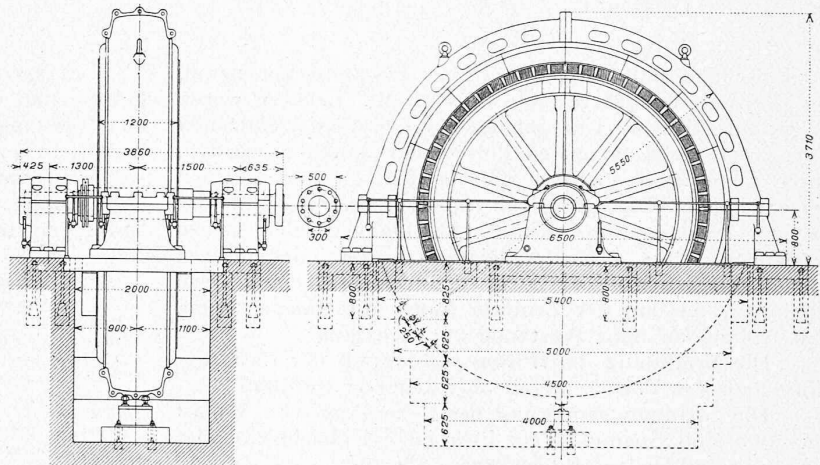


Abb. 44. Hauptabmessungen der 2300 KVA-Generatoren. — 1:100.

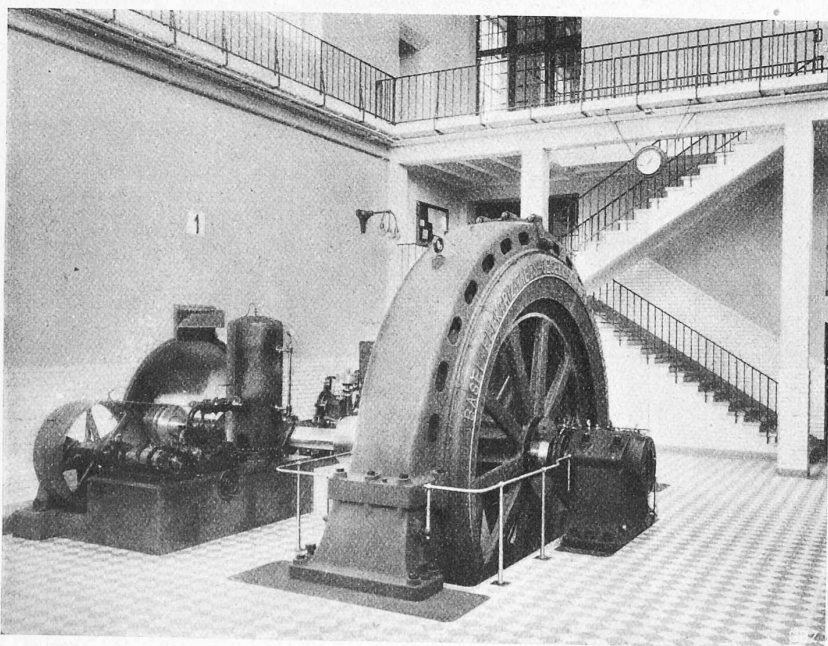


Abb. 45. Drehstrom-Generator für normal 2300 KVA,  $n = 107$ .

Nutenisolation infolge der chemischen Zersetzung der Luft und der sich hierbei bildenden Säuren vermieden. Andererseits bildet die Wicklung in der Nute einen homogenen Körper und ein Schwingen und Reiben der einzelnen Leiter gegen einander infolge elektrodynamischer Wirkungen wird verunmöglicht.

Die Erregerwicklung auf den Polen besteht aus je 50 Windungen Flachkupfer pro Pol. Das Kupfer ist hochkant gewickelt, um den Einwirkungen der Zentrifugalkraft zu widerstehen, die bei einem allfälligen Durchgehen der Turbine bei einer Umlaufzahl von etwa 190 pro Minute ihren höchstmöglichen Wert erreicht.

Besonderer Wert wurde darauf gelegt, trotz der Verwendung offener Nuten eine Form der Spannungskurve zu erhalten, die von der reinen Sinuskurve so wenig als möglich abweicht. Die aufgenommene Ondographenkurve (Abbildung 46) zeigt, dass die laut Pflichtenheft zulässige maximale Abweichung von 10% in keinem Punkte der Kurve erreicht wurde. Dieses Ergebnis wurde durch die Formgebung

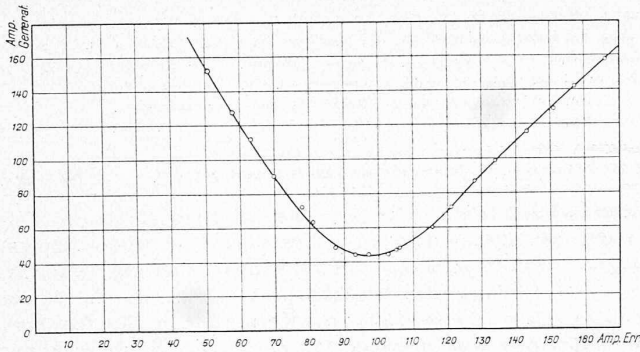


Abb. 47. V-Kurve der schwach belasteten Generatoren bei 6680 Volt und 50 Perioden.

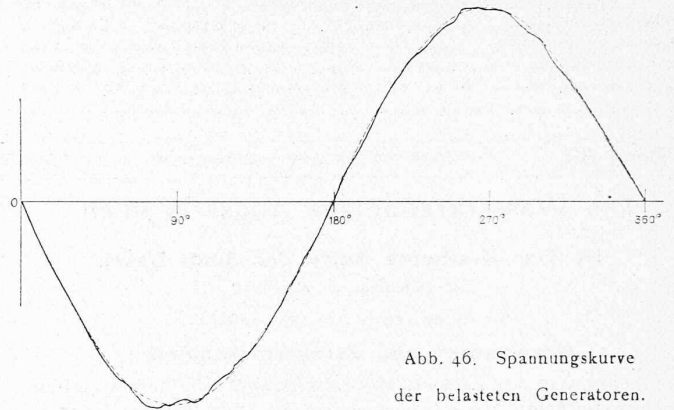


Abb. 46. Spannungskurve der belasteten Generatoren.

Wirkungsgrade der 2300 KVA-Drehstrom-Generatoren im Kraftwerk Augst.

A. Für  $\cos \varphi = 1$ .

Leistungen . . . . .	1725 KVA	1300 KVA	860 KVA
Reibungsverluste . . . . .	7 "	7 "	7 "
Eisenverluste . . . . .	37 "	37 "	37 "
Kupferverluste im Stator . . . . .	14,4 "	8,2 "	3,6 "
Kupferverluste im Feld . . . . .	12,8 "	12,2 "	11,7 "
Gesamt-Verlust . . . . .	71,2 KVA	64,4 KVA	59,3 KVA
Wirkungsgrad { gemessen	96,0 %	95,2 %	93,5 %
bei $\cos \varphi = 1$ { garantiert	94,5 %	93,5 %	92,0 %

B. Für  $\cos \varphi = 0,75$ .

Leistungen . . . . .	2300 KVA	1725 KVA	1150 KVA
Reibungsverluste . . . . .	7 "	7 "	7 "
Eisenverluste . . . . .	37 "	37 "	37 "
Kupferverluste im Stator . . . . .	25,5 "	14,4 "	6,4 "
Kupferverluste im Feld . . . . .	21 "	18,5 "	16 "
Gesamt-Verlust . . . . .	90,5 KVA	76,9 KVA	66,4 KVA
Wirkungsgrad { gemessen	95 %	94,1 %	92,7 %
b. $\cos \varphi = 0,75$ { garantiert	93 %	92 %	90 %

der Polschuhe und durch die früher erwähnte Versetzung der drei Polschubpakete eines Pols erzielt. Letztere wurde so gewählt, dass die Unregelmässigkeiten, die der einfachen Kurve bei nicht versetzten Polschuhen anhaften würden, durch Superposition dreier solcher Kurven fast gänzlich verschwinden. Der günstigen Spannungskurve und der flachen, sogenannten V-Kurve (Abbildung 47) ist es zu verdanken, dass das Parallelarbeiten der Generatoren sowohl unter sich als auch mit den verschiedenen andern Stationen, die mit der Zentrale Augst zusammenarbeiten, von Anfang an ohne Anstände vor sich ging.

Die Ermittlung der Wirkungsgrade auf der Basis der Normalien des V. D. E. ergab obenstehende Resultate.

Die Spannungsänderung bei Uebergang von Vollast bei 7000 Volt Spannung auf Leerlauf bei gleichbleibender Erregung und Umlaufzahl beträgt 4,3% für  $\cos \varphi = 1$  und 12,5% für  $\cos \varphi = 0,75$ .

Die Erwärmung beträgt infolge der sehr wirksamen Ventilation bei der Dauerlast von 2300 KVA in keinem Teile der Maschinen mehr als 45° C über die Temperatur der umgebenden Luft.

Erregermaschinen. Die mit den beiden Erreberturbinen gekuppelten Gleichstrommaschinen (Abbildung 48) sind für eine Leistung von je 270 kw bei 240 Volt gebaut und laufen mit 200 Uml/min. Bei starkem Hochwasser reichen sie nicht aus. Es ist daher noch ein Erreger-Umformer (Abbildung 49) vorhanden, der auch die Reserve bei Störungen an den hydraulisch angetriebenen Erregergruppen

Legende zu nebenstehendem Schaltungs-Schema (Abb. 50):

AR Automatischer Regulator, A Ampèremeter, Ash Ampèremeter mit Shunt, Au Ausschalter, AOF Autom. Oelschalter mit Fernbetätigung, ADZ Autom. Doppelsch. mit Fernsteuerung, An Anlasser, AW Abgleichs-Widerstand, B Batterie, D St Druckknopf-Steuerschalter, D Sch Druckknopf-Schalter, DZ Drehstrom-Wattstundenzähler, DV Doppelphasen-Voltmeter, E Erde, ED Erreger-Dynamo, FU Feldumschalter, FV Feedervoltmeter, G Drehstromgenerator, GZ Gleichstrom-Wattstundenzähler, HR Hauptstrom-Regulator, KF Kabelfunkstrecken, L Leitungsschliesser, M Motor, MZR Maximalstrom-Zeitrelais, MA Drehstrom-Messtransformator, Mt (85, 91) Einphasen-Messtransformator, NR Nebenschlussregulator, OF Oelschalter mit Fernbetätigung zum Parallelschalten der Schienen, PR Parallelschaltrelais, PL Phasenlampen, PA Phasenlampen-Ausschalter, RV Registrier-Voltmeter, RF Reg.-Frequenzmesser, RW Reg.-Wattmeter, RR Rückstromrelais, RA Rückstromrelais-Automat, RVW Reguliervorschalt-Widerstand, Si Sicherung, SW Stromwandler, Sk Shunt, SM Schaltmechanismus, S Sch Steuerschalter, SP Schalter für Parallelbetrieb, SL Signallampen, SG Signalglocke, SGR Signalglocke-Relais, SV Stations-Voltmeter, Um Umschalter, UR Ueberlastrelais, UM Umformermotor, V Voltmeter, VU Voltmeter-Umschalter, W Wattmeter, WA Wasserstrahl-Apparat.

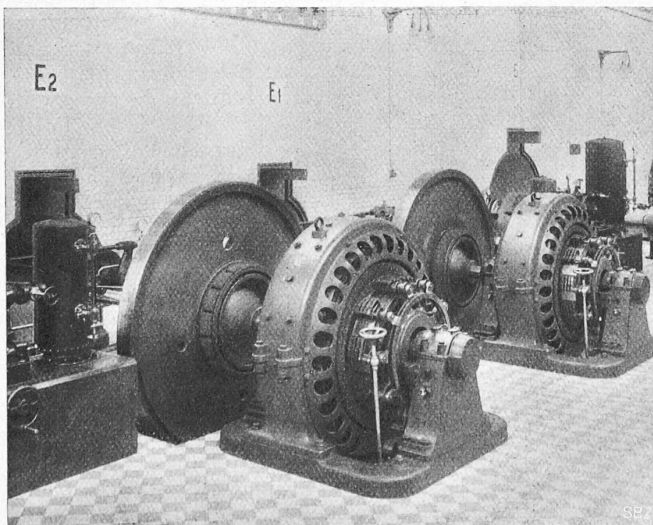


Abb. 48. Erreger-Gruppen mit Turbinen-Antrieb.

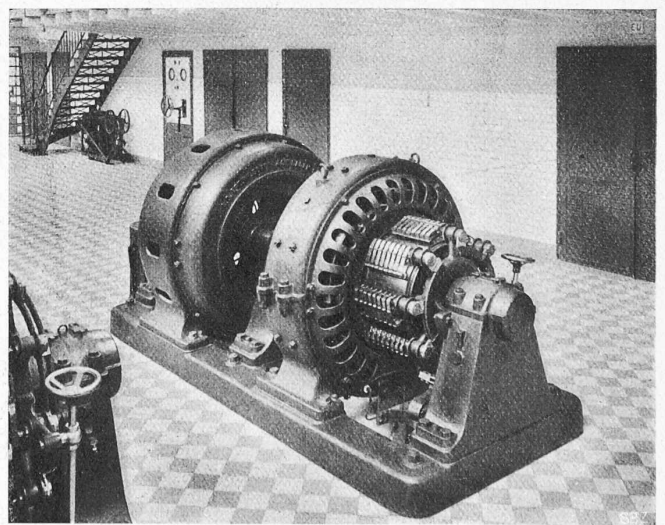
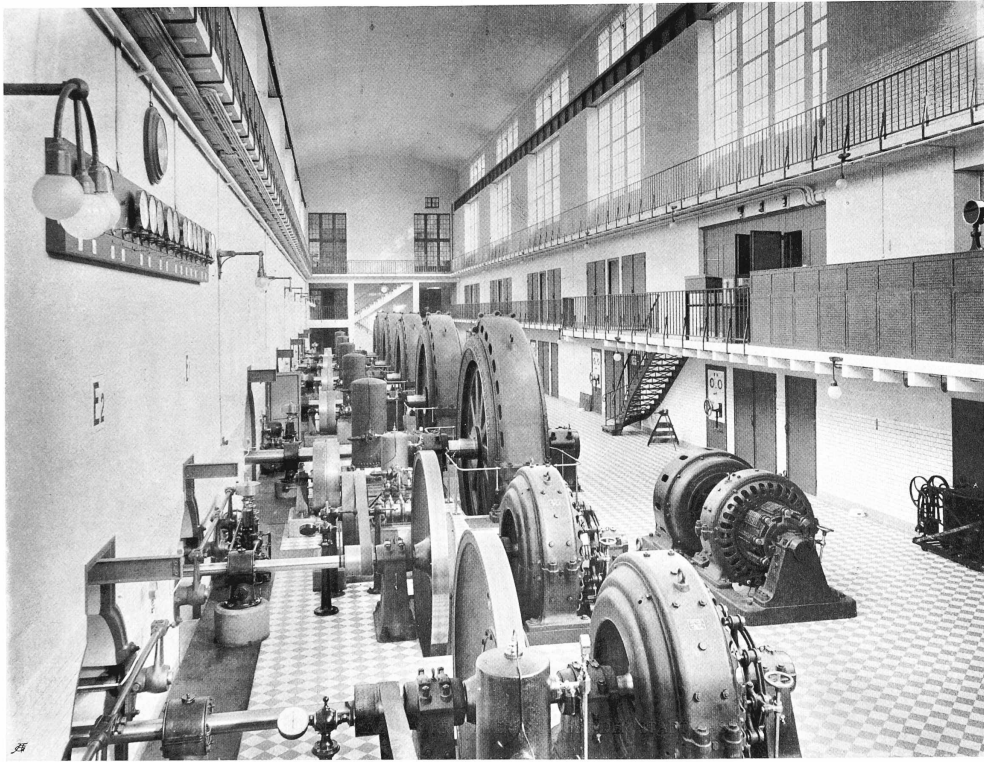


Abb. 49. Umformer-Erreger-Gruppe als Reserve.





MASCHINENSAAL DES KRAFTWERKS AUGST DER STADT BASEL

Actung von C. Angerer & Göschl, Wien

Kunstdruck von Jean Frey, Zürich

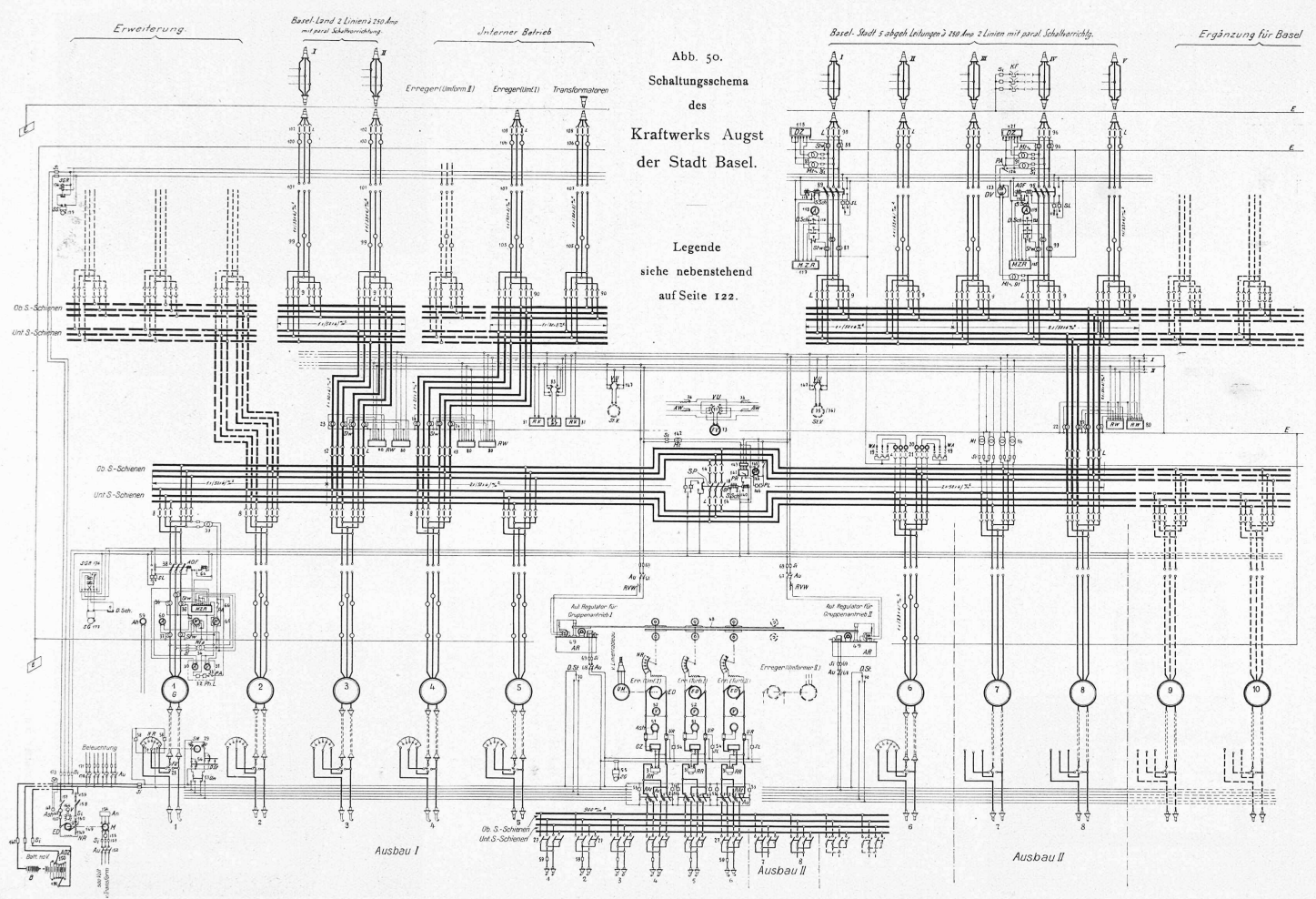
Seite / page

122 (3)

leer / vide /  
blank

Abb. 50.  
Schaltungsschema  
des  
Kraftwerks Augst  
der Stadt Basel.

Legende  
siehe nebenstehend  
auf Seite 122.



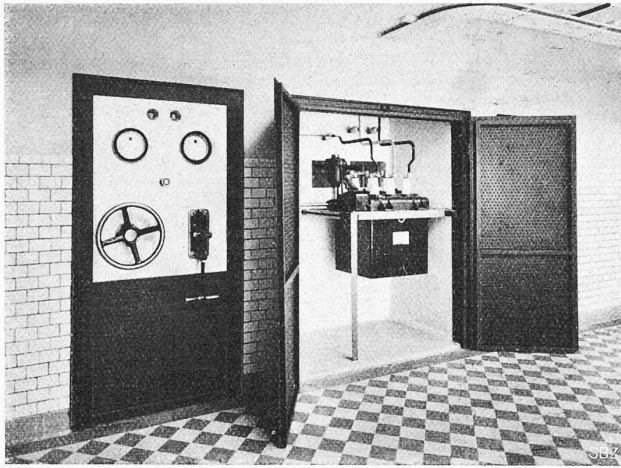


Abb. 55. Generatoren-Hilfsschalttafel; Schalterzelle.

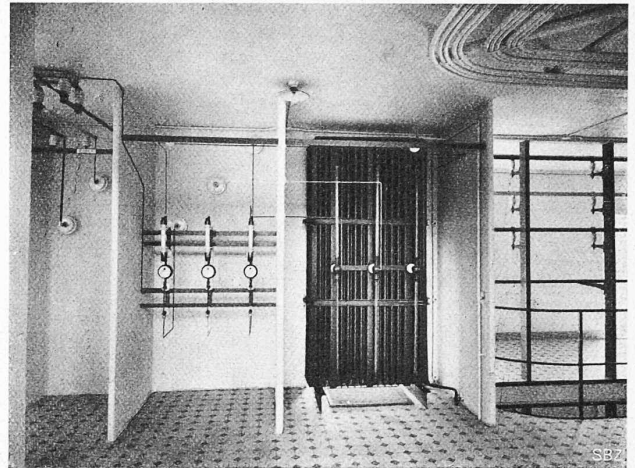


Abb. 56. Erdung der Sammelschienen mit Wasserwiderstand.

bildet. Er besitzt eine Leistung von 290 *kw*; seinem Motor wird von den Hauptsammelschienen des Kraftwerks aus Drehstrom von 7000 Volt zugeführt. Die Erregermaschinen und der Erregerumformer wurden von der Firma *Brown, Boveri & Cie.* in Baden geliefert und aufgestellt.

#### 8. Apparatenanlage.<sup>1)</sup>

Sammelschienen und Apparate sind in zwei übereinanderliegenden Räumen untergebracht, die auf der Unterwasserseite dem Maschinenhaus entlang führen und deren Anordnung aus Abb. 4 (Querschnitt durch das Kraftwerk) und Doppeltafel I (in Nr. 1) deutlich erkennbar ist. Der untere Raum liegt in gleicher Höhe mit dem Boden des Maschinensaales; mit diesem ist er durch mehrere Türen verbunden. Der obere Raum steht in seiner ganzen Ausdehnung in Verbindung mit einer im Maschinensaal angeordneten Galerie. Diese erweitert sich gegen die Mitte des Saales und schafft Platz für die zentrale Schaltstelle. Unter den Schalträumen befinden sich begehbare Kabelkanäle.

Die Schaltanlage wurde von der *Maschinenfabrik Oerlikon* ausgeführt. Ihr Schema ist in Abb. 50 wiedergegeben. In der Hauptsache besteht die Anlage aus zwei Systemen von Sammelschienen für Drehstrom 7000 Volt, von denen

<sup>1)</sup> Nach Mitteilungen der Maschinenfabrik Oerlikon.

je eines im oberen und unteren Schaltraum untergebracht ist (Abb. 51). Die doppelte Anordnung der Sammelschienen ermöglicht nach Bedarf die Einrichtung zweier Betriebe, ihre Unterbringung in getrennten Räumen gefahrlose Revision eines Sammelschienensystems nach dessen Abschaltung, ohne Störung der Stromabgabe. Die beiden Systeme können durch einen Schalter unter Benützung der vorhandenen Parallelschaltungsinstrumente verbunden oder getrennt werden. An die Sammelschienen sind die von den Maschinen kommenden und die die Energie nach Aussen übertragenden Leitungen angeschlossen. Letztere sind in Gruppen zusammengefasst, um die den einzelnen Grossabonnenten (Gruppen) zukommende Energie gesondert messen zu können. Die Fortleitung der Energie aus dem Kraftwerk erfolgt durch Erdkabel, die z. T. ausserhalb des Werkes in Freileitungen übergehen.

Sämtliche Apparate sind in Nischen eingebaut, deren Wände aus Eisenbeton bestehen. Diejenigen für die Maschinen befinden sich im unteren, jene für die abgehenden Leitungen im oberen Schaltraum. Erstere liegen jeweils in der Axe der zugehörigen Maschinen, was die denkbar beste Uebersicht ermöglicht. Sämtliche Schalter sind für die Kurzschlussleistung der Zentrale bemessen. Die Betätigung der Hauptstromwiderstände (Abb. 52) und sämtlicher Schalter (Abb. 53), sowie die Verstellung der Turbinen-

#### Die Schaltanlagen im Kraftwerk Augst der Stadt Basel.

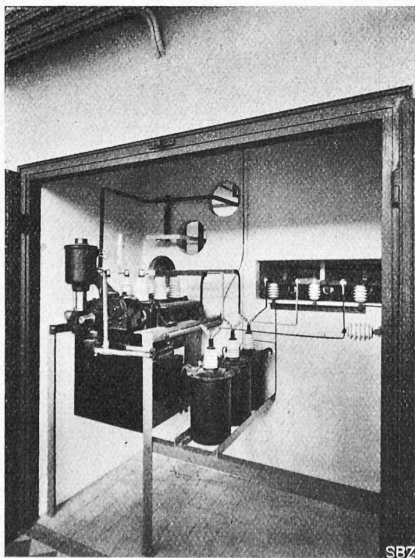


Abb. 53. Autom. Schalter mit Fernbetätigung.

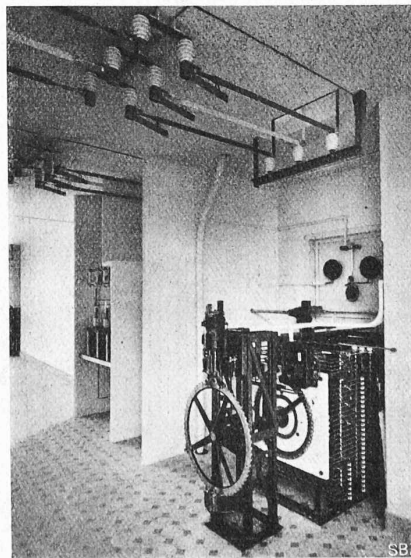


Abb. 52. Hauptstrom-Regul. mit Fernbetätigung.

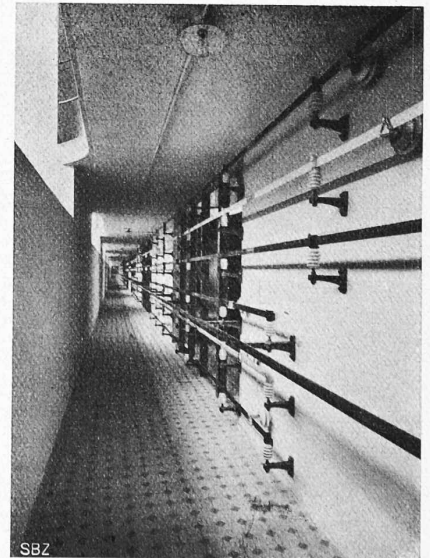


Abb. 51. Untere Sammelschienen, 7000 Volt.



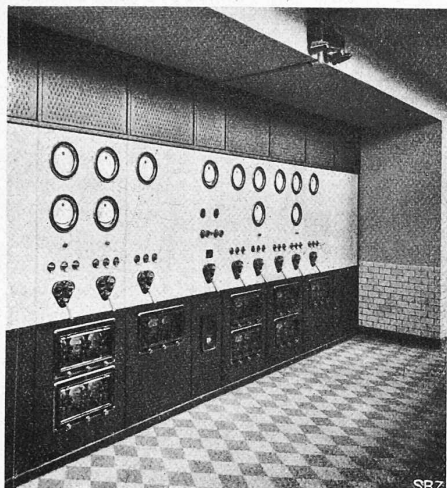


Abb. 58. Schalter für abgehende Leitungen.

Regulatoren erfolgt elektrisch von der zentralen Schaltstelle (Abb. 54) aus. Bei allfälligen Störungen in der Fernbetätigungseinrichtung können die einzelnen Maschinen auch an den ihnen gegenüberliegenden Schalttafeln (Abb. 55) parallelgeschaltet und reguliert werden. Die Regulierung der Spannung geschieht automatisch mittels Thury-Regulatoren.

In die Leitungen der Erregermaschinen sind keine Sicherungen oder Maximalstromschalter, dafür aber Signalvorrichtungen eingebaut, die eine Ueberlastung anzeigeln. Die Sammelschienen sind durch Wasserwiderstände (Abb. 56) geerdet. An die abgehenden Leitungen sind zur Ableitung von Ueberspannungen Hörner mit Hilfsfunkenstrecken angelegt.

Die zentrale Schaltstelle auf der Galerie enthält die Pulte mit den Maschineninstrumenten (Abb. 57) und dahinter die Schalttafel mit den Instrumenten für die abgehenden Leitungen (Abbildung 58). Links von der Schaltstelle befinden sich die Telephonkabinen und rechts die Messstation mit registrierenden Instrumenten zur Feststellung von Spannung, Periodenzahl und der den Grossbezügern zukommenden Leistungen (Abbildung 54).

Für den internen Betrieb dient eine Transformatorstation sowie eine Akkumulatorenbatterie. An diese sind die Notbeleuchtung und die Stromkreise für die Fernbetätigung der Apparate angeschlossen.

Die Zentralisierung der Schaltungen und die vielseitige Anwendung automatisch wirkender Vorrichtungen, der durchgängig elektrische Antrieb der Schütztafeln, Pumpen und Hebezeuge und nicht zum geringsten die Rückspülung der Rechen ermöglichen im Betriebe mit sehr wenig Personal auszukommen und die Kosten der Wartung

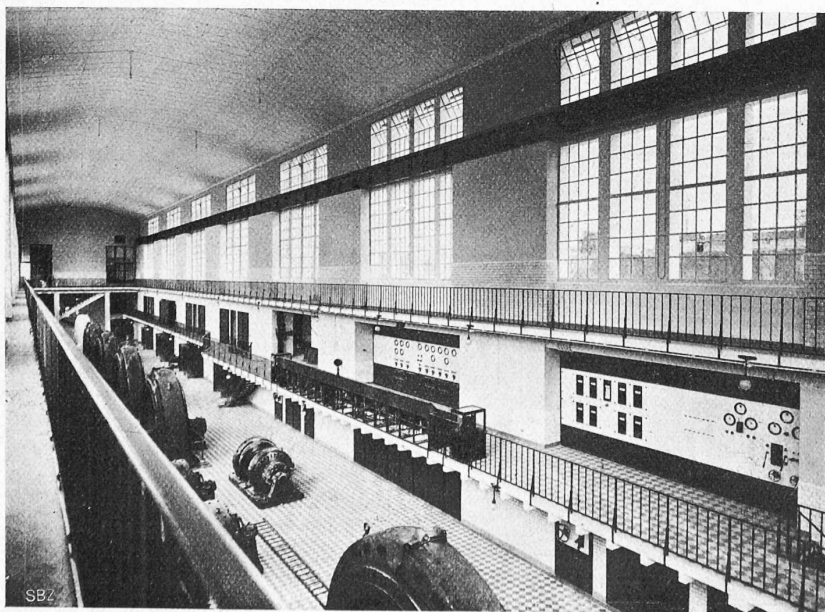


Abb. 54. Blick auf die zentrale Schaltstelle des Kraftwerks Augst.

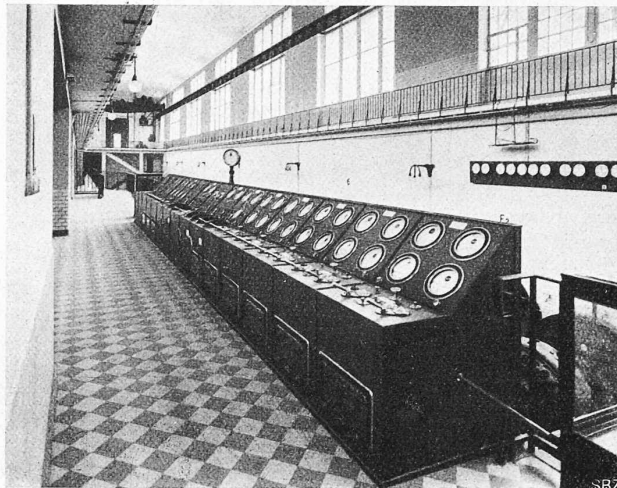


Abb. 57. Maschinen-Schaltpult.

auf ein Minimum zu beschränken. Das Personal des Kraftwerks besteht aus einem Betriebsinspektor, einem Obermaschinenisten, drei Maschinen-Vorarbeitern und 14 Maschinenisten und Zentralenarbeitern, insgesamt also aus 19 Mann. Dabei bestehen vier Arbeitsschichten von je drei bis vier Mann bei einer Arbeitszeit für das im durchgehenden Betriebe beschäftigte Personal von an Wochentagen 8 Stunden; an Sonntagen beträgt die Präsenzzeit 12 Stunden mit einstündiger Pause durch gegenseitige Ablösung innerhalb der Schicht.

(Forts. folgt.)

### Die Maschinenhalle der Schweizerischen Landesausstellung in Bern 1914.

Zur Stunde ist nicht nur die Maschinenhalle als solche in allen Teilen fertig erstellt, sondern es sind auch alle Fundamente für die von den Ausstellern angemeldeten Maschinen bereits ausgeführt, die Fussböden gelegt, die Krane betriebsfähig montiert, alle Anschlüsse für elektrische Energie bereitgestellt usw. Auch haben die Aussteller mit dem Aufstellen z. B. von Kesselanlagen u. a. bereits vor einiger Zeit begonnen. Die sorgfältig getroffenen Vorbereitungen sowohl in dem unmittelbar zwischen Maschinenhalle und Bremgartenwald gelegenen Ausstellungs-Bahnhof mit bequemen Verladevorrichtungen, Schiebebühnen und Drehscheiben, die die ganze Maschinenhalle bedienenden Geleiseanlagen usw. zeugen, wie die Halle selbst, von kundiger Hand, die die ganzen Anlagen entworfen und zum Empfang der Aussteller sorgfältig vorbereitet hat, sodass diesen ihre Montierungsarbeit leicht gemacht wird, und dass dieser Teil der Ausstellung eine besondere Anziehung auszuüben verspricht, wie es bei den schweizerischen Maschinenausstellungen von jeher, namentlich an den letzten Weltausstellungen in Paris und Turin der Fall gewesen ist.

Wie bekannt gemacht wurde, sind die Aussteller dieser Gruppe verständigt worden, dass sie mit ihren Arbeiten nunmehr beginnen können und diese mit Ende April vollendet sein sollen, damit bis Mitte Mai noch die erforderlichen Proben vorgenommen werden können und die Maschinenhalle am Eröffnungstage fertig dasteht, wie man es bei den Ausstellungen der schweizerischen Maschinenindustrie gewöhnt ist.

Wir werden in nächster Nummer einige Bilder und Zeichnungen der gewaltigen Halle veröffentlichen.