

# Das neue Elektrizitätswerk der Stadt Chur an der Plessur bei Lünen

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69/70 (1917)**

Heft 26

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-33900>

## **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: Das neue Elektrizitätswerk der Stadt Chur an der Plessur bei Lügen. — Wettbewerb für ein Verwaltungsgebäude der kantonalen Brandversicherungsanstalt Bern. — Bericht über die Rundfrage der G. e. P. zur Förderung nationaler Erziehung an der E. T. H. — Die Elektrolyse als Schutz gegen die Korrosion von Metallen. — Der Plan einer Tunnelverbindung unter dem Aermelkanal. — Miscellanea: Ver-

arbeitung und Verwertung von Zirkondioxyd. Fabrikschornstein auf einer Eisenbetonplatte. Eidgenössische Technische Hochschule. Einen 307 m hohen Turm für drahtlose Telegraphie. Bebauungsplan Biel. — Literatur: Wie baue ich mein Haus? — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein, Gesellschaft ehemaliger Studierender; Sitzung des Ausschusses; Stellenvermittlung.

Band 69.

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

Nr. 26.

## Das neue Elektrizitätswerk der Stadt Chur an der Plessur bei Lügen.<sup>1)</sup>

Von Stadtgenieur O. Kuoni in Chur.

Im Anschluss an die Beschreibung des hydraulischen Teils des neuen Elektrizitätswerkes der Stadt Chur, durch Herrn Ingenieur Kürsteiner, sollen noch einige orientierende Mitteilungen über die *Entwicklung und den jetzigen Ausbau des elektrischen Teils der Churer Elektrizitätswerke* folgen.

Die alte, 1892 erbaute Anlage im Meiersboden, etwa 2,5 km von Chur entfernt, enthielt vier Flachringmaschinen von je 100 PS Leistung, die von einer gemeinsamen Haupttransmission angetrieben waren. Diese Generatoren erzeugten Einphasen-Wechselstrom von 2000 V und 65 Perioden. Der hochgespannte Strom wurde durch eine Freileitung bis zur Stadt geführt und dort mittels zweiadrigen konzentrischen Bleikabeln verteilt. Fast in jedem grösseren Gebäude war im Keller ein Transformator von 1 bis 5 kW aufgestellt, der den hochgespannten Strom von 2000 auf 120 V heruntertransformierte. Es war sogar jeder Bogenlampen-Kandelaber mit einem kleinen Transformator ausgerüstet. Diese Verteilungsart hatte natürlich eine grosse Ausdehnung des 2000 Volt-Kabelnetzes mit vielen Abzweigungen und Transformatorstationen zur Folge, sodass sich mit zunehmendem Lichtanschluss immer mehr das Bedürfnis nach Umbau der ganzen elektrischen Verteilungsanlage zeigte. Im Jahre 1906 wurde dann, gleichzeitig mit dem vollständigen Umbau des hydraulischen Teils des Rabiusawerkes, auch dessen elektrischer Teil einer weitgehenden Umwandlung unterzogen, wobei für den Motoren-Betrieb Drehstrom eingeführt und für die Lichtverteilung der Einphasen-Wechselstrom beibehalten wurde. Die Verteilung von Licht und Kraft (ruhiger und unruhiger Betrieb) erfolgt nun sowohl auf der Hoch- wie auf der Niederspannungsseite mit getrenntem Verteilungsnetz. Beim Umbau wurde immerhin die Periodenzahl des Wechselstromes von 65 auf 50 herabgesetzt und die vielen Haustransformatoren durch eine geringere Anzahl geräumiger, übersichtlicher Stationen mit weiterem sekundären Versorgungsgebiet ersetzt. Die sekundäre Lichtverteilung geschieht nun nach dem Dreileitersystem ( $2 \times 120$  V) anstatt mit Zweileiter (120 V). Die Generatoren des Rabiusawerkes sind als Drehstromgeneratoren ausgeführt. Sie sind jedoch so bemessen, dass sie die volle Turbinenleistung auch bei Einphasenbelastung aufzunehmen vermögen.

Schon 1912 hatte aber der Energieverbrauch derart zugenommen, dass ernstlich an die Erweiterung des Elektrizitätswerkes gedacht werden musste. Es wurde in der Folge das Kraftwerk Lügen an der Plessur erstellt, über dessen hydraulischen Teil Ingenieur Kürsteiner an vorerwähnter Stelle berichtet hat und dessen elektrische Einrichtung hier noch in Kürze beschrieben werden soll.

**Stromerzeugende Maschinen.** Entsprechend der Maximalleistung des Plessurwerkes von 6000 PS ist die Zentrale Lügen für die Aufnahme von vier mit Drehstrom-Generatoren direkt gekuppelten Turbinen von je 1500 PS Leistung

<sup>1)</sup> Ergänzung des auf Seiten 4, 13, 23 und 35 dieses Bandes (Januar 1917) erschienenen Aufsatzes von Ingenieur L. Kürsteiner.

(wovon ein Aggregat als Reserve) und von zwei Bahnaggregaten (einem durch eine Turbine und einem durch einen Drehstrom-Motor angetriebenen Gleichstromgenerator) von je normal 750 PS vorgesehen. Im ersten Ausbau wurden jedoch nur zwei Drehstrom-Aggregate aufgestellt. Die beiden andern, sowie die zweite Druckleitung usw. sollen nach Bedürfnis erstellt werden.

Die *Drehstromgeneratoren* (Abb. 29, sowie Abb. 28 auf Seite 36 in Nr. 4 vom 27. Januar 1917) erzeugen direkt Drehstrom von 10000 V verketteter Spannung und 50 Perioden und laufen mit 500 Uml/min. Sie besitzen zwei Lager, sowie eine verstärkte Welle mit Kupplungsflansch zur Aufnahme des fliegenden Laufrades der Turbine. Diese sehr wenig Raum beanspruchende Kombination von Turbine und Generator hat sich bis dahin im Betriebe bestens bewährt. Die Erregung der Generatoren erfolgt durch direkt angebaute Erregermaschinen von 15 kW, 110 V.

Die *Gleichstromgeneratoren* für die Stromlieferung an die Arosabahn sind mit Rücksicht auf die beim Bahnbetrieb auftretenden grossen und plötzlichen Belastungsänderungen besonders kräftig dimensioniert. Sie erzeugen bei 420 Uml/min Gleichstrom von 2000 bis 2300 V, sind sechspolig und mit Wendepolen ausgerüstet. Diese letztern gewährleisten eine gute Kommutation bei allen Belastungen, ohne dass eine Verschiebung der Bürsten nötig ist. Für die Ankerspulen ist eine nahtlos umpresste Mikanit-Isolation von etwa 1,5 mm Stärke angewendet. Der Kollektor ist beidseitig mit einem Schutzring aus besonderem Isoliermaterial versehen und ausschliesslich mit Mika isoliert. Zur möglichsten Verhinderung von Rundfeuer sind die Bürsten in Eternitgehäusen

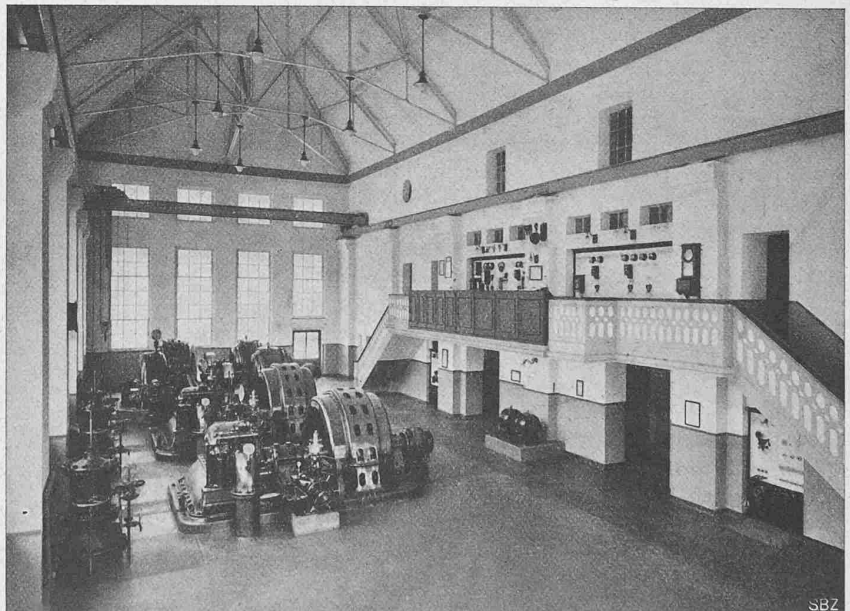


Abb. 29. Innenansicht des Maschinenhauses bei Lügen.

derart eingehüllt, dass bei Kurzschlüssen das Feuer nicht auf die nächsten Bürsten überspringen kann. Auch sind die Verbindungen von der Armatur zum Kollektor durch eine dick aufgetragene Schicht von Isolierlack gegen event. ansteckendes Kurzschlussfeuer geschützt. Wie bei den Drehstromgeneratoren geschieht die Erregung durch angebaute Erregermaschinen, und zwar von 5 kW, 110 V. Zur Erreichung einer grösseren Betriebsicherheit sind die Gleichstromgeneratoren gegen Erde isoliert.

In der Mitte des Maschinenhauses, unter dem Schaltpult (Abbildung 29) ist eine *Lade-Umformergruppe* aufgestellt, bestehend aus einem Drehstrom-Asynchron-Motor von 24 PS, 220 V und einem Gleichstrom-Generator von 15 kW, 110 bis 180 V. In erster Linie hat diese Gruppe den nötigen Strom für das Aufladen einer kleinen Akkumulatorenbatterie zu liefern. Ferner ist sie so bemessen, dass sie imstande ist, bei Versagen irgend einer Erregermaschine an den Drehstrom- oder Gleichstrom-Generatoren den erforderlichen Erregerstrom zu liefern.

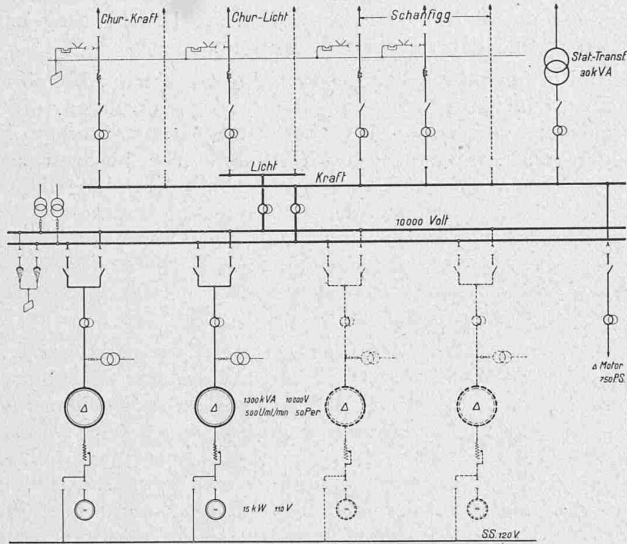


Abb. 30. Generelles Schaltschema der Drehstrom-Anlage.

Den sekundären Strom für die Beleuchtung und die verschiedenen Motorantriebe in der Zentrale liefert ein *Stations-Transformator* von 30 kVA bei 220 bis 125 V Sekundärspannung. Die kleine *Akkumulatorenbatterie*, bestehend aus 66 Zellen für eine Kapazität von 162 Ah, liefert den Strom für die verschiedenen Relais-Stromkreise, Signalglocken und Signallampen, für den Antrieb von drei Spannungs-Regulatoren, System Thury, für Fernbetätigung der verschiedenen Hochspannungsschalter, der Turbinenschieber, der Schützen im Wasserschloss und für die Notbeleuchtung des Maschinenhauses. Normal geschieht diese Beleuchtung mit Wechselstrom. Bei plötzlichem Ausbleiben desselben erfolgt die Umschaltung auf Gleichstrom-Beleuchtung durch einen automatischen Schalter.

*Schaltanlage.* Die Schaltanlage, deren Gesamtdisposition aus den Schemata Abbildungen 30 und 31, sowie aus dem Längsschnitt und dem Grundriss Abbildung 32 ersichtlich ist, wurde unter Berücksichtigung der neuesten Erfahrungen ausgeführt. Die Schalteinrichtungen der zwei Drehstromsysteme (Abb. 33), sowie der Gleichstromanlage (Abb. 34) sind örtlich vollständig getrennt disponiert. Unter jedem Oelschalter befindet sich ein Oelablauf. Alle Schalter werden mit elektromagnetischem Fernantrieb vom Schaltpult oder der Schalttafel aus betätigt. Auf dem neun Felder umfassenden Schaltpult (Abbildung 35) sind die Apparate und Instrumente der Maschinen in übersichtlicher Weise angeordnet, während jene der Fernleitungen auf den in zwei Mauernischen hinter dem Schaltpult eingebauten Schalttafeln mit je sechs Feldern untergebracht sind. Jedes Drehstrom-Generatorfeld ist mit Volt- und Ampèremeter, Kilowattmeter, Steuerschalter, Maximalstromrelais, sowie mit der für das Parallelschalten nötigen Einrichtung ausgestattet. In den Gleichstrom-Generatorfeldern befinden sich Volt- und Ampèremeter, Erregerampèremeter und Steuerschalter für Fernbetätigung des einpoligen Gleichstrom-Generatorschalters (Abb. 34). In die Drehstrom-Fernleitungs-Felder sind ausser den erforderlichen zwei Ampèremetern, den Relais und dem Steuerschalter für Betätigung des

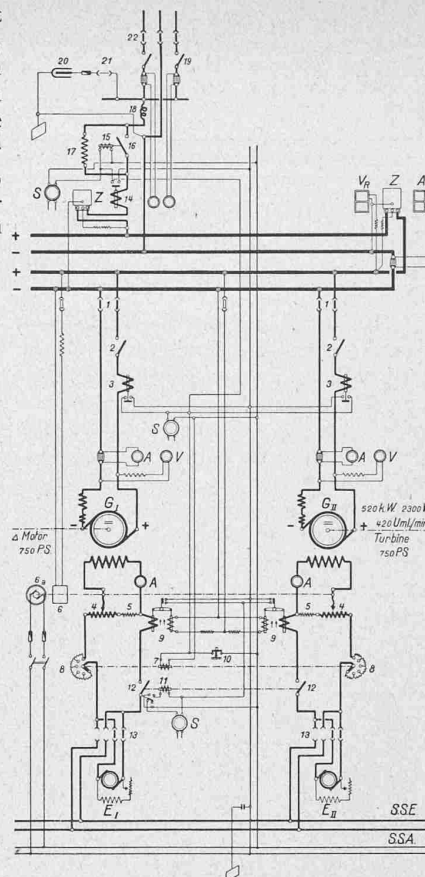


Abb. 31. Schaltschema der Bahnbetrieb-Gleichstrom-Anlage.

- LEGENDE:
- A Ampèremeter,
  - Ar Registrier-Ampèremeter,
  - G Generator,
  - E Erregermaschine,
  - S Signalglocken-Relais,
  - V Voltmeter,
  - Vr Registrier-Voltmeter,
  - Z Zähler,
  - SSE Sammelschienen für die Erregung,
  - SSA Sammelschienen für den Auslösestrom.
- [Die elektro-magnetischen Fernantriebe der Schalter sind im Schema weggelassen.]
- 1 Leitungsschliesser,
  - 2 Einpoliger Ausschalter,
  - 3 Maximalstrom-Relais,
  - 4 Nebenschluss-Regulator,
  - 5 Zusatz-Widerstand,
  - 6 Thury-Spannungsregulator,
  - 6a Zugehöriger Antriebmotor,
  - 7 Auslöse-Spule zu 8,
  - 8 Zweipol. autom. Ausschalter mit Stufen-Widerstand,
  - 9 Differenzial-Relais,
  - 10 Druckknopf,
  - 11 Auslöse-Spule zu 12,
  - 12 Zweipol. autom. Ausschalter, Trennmesser,
  - 14 Maximalstrom-Relais,
  - 15 Auslöse-Spule zu 16,
  - 16 Einpol. automat. Ausschalter,
  - 17 Shunt-Widerstand zu 16,
  - 18 Induktions-Spirale,
  - 19 Einpoliger Ausschalter,
  - 20 Elektrolyt. Kondensatoren,
  - 21 Leitungsschliesser,
  - 22 Leitungsschliesser.

Oelschalters, Kilowattstundenzähler eingebaut zur Registrierung des über jeden Strang abgehenden Stromes. Die Bahnfedertafeln enthalten registrierende Volt- und Ampèremeter für den 2000 Volt-Gleichstrom, die Sammelfelder der beiden Drehstromsysteme registrierende Kilowattmeter. Im Schaltpult sind für die beiden Drehstrombetriebe, sowie für den Gleichstrom-Bahnbetrieb getrennte, leicht lösbare Gruppenantriebe für die Hauptstrom-Regulatoren der



Abb. 35. Blick auf Schalttafel und Schaltpult.

## Das neue Elektrizitätswerk der Stadt Chur an der Plessur bei Lügen.

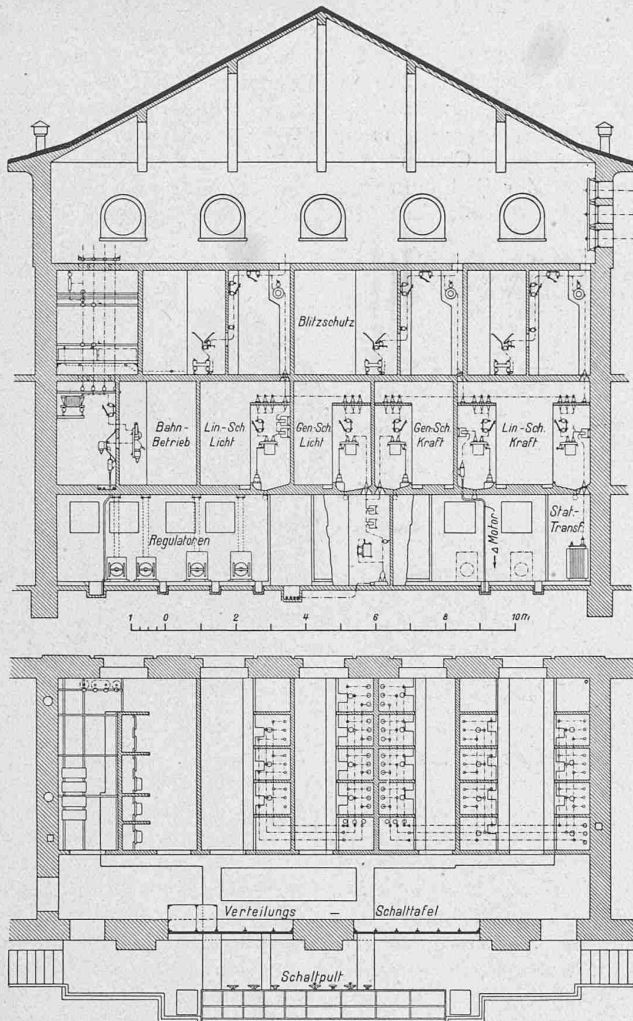


Abb. 32. Längsschnitt und 1. Stock-Grundriss der Schaltanlage.  
 Masstab 1 : 200.

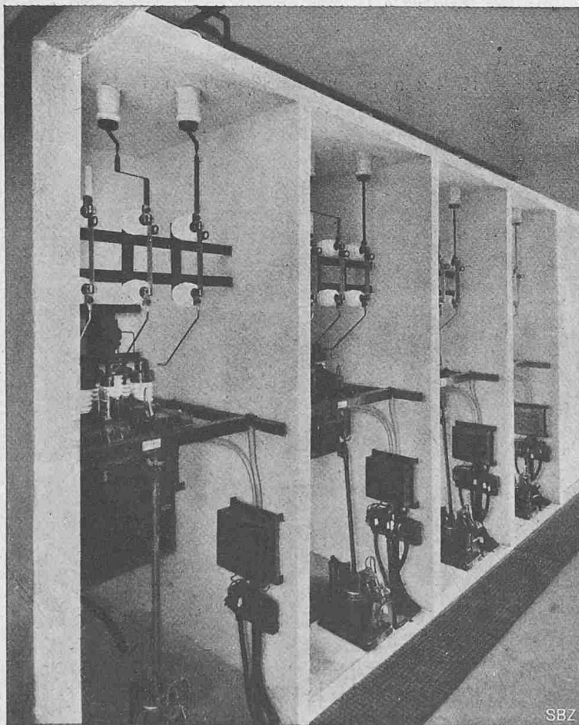


Abb. 33. Oelswitcher der Drehstrom-Fernleitungen.

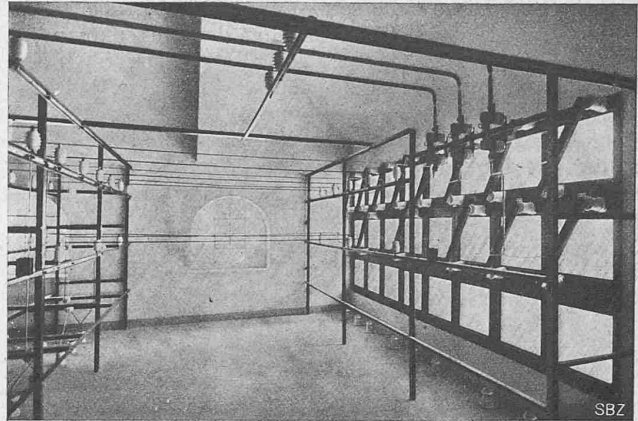


Abb. 36. Leitungs-Ausführungen im Dachstock.

Drehstrom-Generatoren bzw. die Regulatoren der Gleichstrom-Generatoren eingebaut, die durch automatische Thury-Spannungs-Regulatoren betätigt werden. Diese Spannungs-Regulatoren erfüllen ihren Zweck in praktisch vollkommen genügender Weise.

Zum Schutze von Maschinen und Apparaten der Drehstromanlage gegen Ueberspannungen ist ausser den in den abgehenden Leitungen eingebauten Hörnern, Wasserwiderständen und Drosselspulen an jedes Sammelschienen-System ein dreipoliger Wasserstrahlerder angeschlossen. Für den Ueberspannungsschutz der Gleichstromanlage dienen elektrolytische Kondensatoren.

Etwas eingehender soll nun noch an Hand des Schaltungsschema (Abbildung 31) die Beschreibung der Schalteinrichtung des Gleichstrom-Bahnbetriebes geschehen. Bekanntlich werden bei Gleichstrom-Bahnanlagen ohne Batterie sehr hohe Anforderungen an die Generatoren gestellt, sodass es sich empfiehlt, alle Vorsichtsmassregeln zur Beschränkung von Betriebsstörungen auf ein Minimum zu treffen. Während erfahrungsgemäss plötzliche Ueberspannungen oder Kurzschlüsse den Maschinen in der Regel nicht schaden, haben dagegen die Ueberspannungen beim plötzlichen Abschalten dieser grossen Ströme oft schwere Schädigungen der Maschinen zur Folge. Die Schaltung ist deshalb derart getroffen, dass bei eintretender Ueberspannung ein in dem Feeder eingeschaltetes Maximalstrom-Relais 14 einerseits mittels der Auslösespule 7 einen Widerstand 8 in den Erreger-Stromkreis einschaltet, wodurch die Generatorspannung auf etwa 600 Volt heruntergedrückt wird, und andererseits den mit einem Widerstand 17 überbrückten Feederschalter 16 öffnet, sodass durch diesen Widerstand der Kurzschlussstrom auf ein zulässiges Mass begrenzt wird. Im Erregerstromkreis jeder Maschine ist ausserdem noch ein

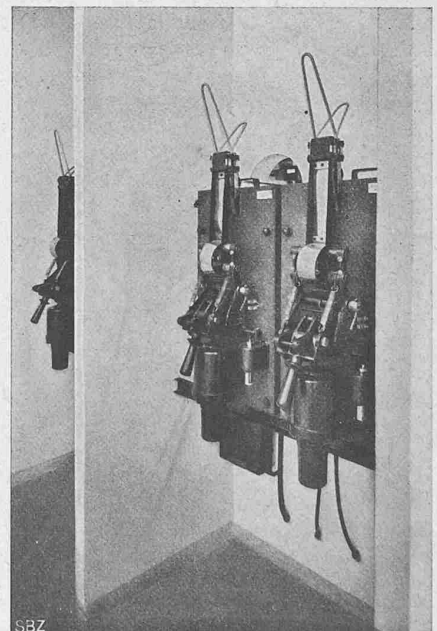
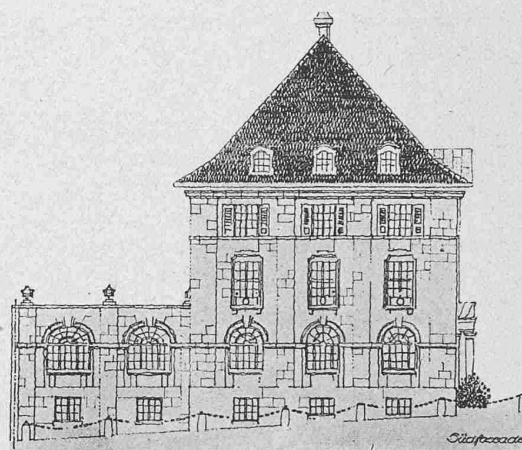
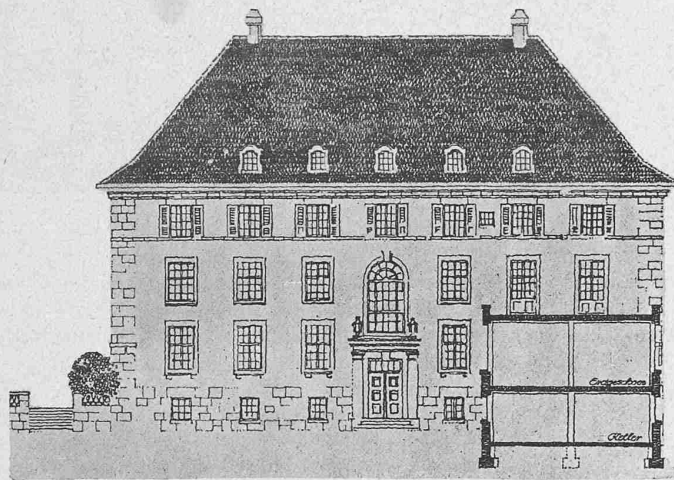


Abb. 34. Einpol. Gleichstrom-Generatorschalter.

Differential-Relais 9 vorhanden, das in Tätigkeit tritt, wenn zwischen der normalen Erregung und der Sammelschienen-Spannung das Grössenverhältnis einen eingestellten Wert überschreitet. Diese Ueberschreitung tritt ein: 1. bei grossen Ueberströmen, infolge der Wirkung der Gegencompoundwicklung, 2. bei Kurzschluss ausserhalb der Maschine, infolge sinkender Spannung an den Sammelschienen, 3. bei Rundfeuer am Kollektor. In allen diesen Fällen wird durch das Differential-Relais die Erregung unterbrochen. Bei Ueberlastung erfolgt somit ausser der Einschaltung der oben erwähnten Widerstände jeweilen auch sofort das vollständige

Gebieten wird von 10000  $V$  direkt auf die Gebrauchsspannung hinunter transformiert.

Seit Dezember 1916 wird die überschüssige Kraft der Churer Elektrizitätswerke (1500  $kW$ ) versuchsweise an das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich abgegeben. Dieser Versuch hat bis dahin ganz befriedigende Resultate ergeben, und es werden gegenwärtig mit dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich über ein mehrjähriges Vertragsverhältnis für Lieferung der Churer Abfallkraft Unterhandlungen gepflogen. Zur Bedienung von Zürich dient eine 10000  $V$ -Verbindungsleitung aus drei Kupferdrähten von 8  $mm$



Wettbewerb Brandversicherungsanstalt Bern. — Entwurf Nr. 23, „Fürtüfel“. — Westfassade (Rückseite) und Südfassade (Viktoriastrasse). — 1:400.

Ausschalten der Erreger. Das in die Generatorleitung eingeschaltete Maximalstrom-Relais 3 wirkt in gleicher Weise auf die Erregung bei Auftreten eines Kurzschlusses zwischen Maschine und Maximalstrom-Relais 14.

Mit der beschriebenen Einrichtung kann nach infolge Kurzschlusses erfolgter Abschaltung auf ganz einfache Weise geprüft werden, ob noch Erdschluss vorhanden ist, ohne die bei plötzlichem Einschalten möglicherweise auftretenden gefährlichen Ueberspannungen zu riskieren. Die Erdschlussprüfung geschieht über den Begrenzungs-Widerstand 17 mit Beobachtung des Ampèremeters. Diese Schaltung hat sich bei dem Bahnbetrieb mit 2000  $V$ -Gleichstrom mit den vielen heftigen Kurzschlüssen während den abgelaufenen zwei Betriebsjahren bestens bewährt.

**Fernleitungen, Transformation, Verteilung.** Von der Zentrale Lünen führen auf getrenntem Gestänge zwei vollständig von einander unabhängige Drehstrom-Freileitungen von 10000  $V$  Spannung, bestehend aus je drei Kupferseilen von 50  $mm^2$  Querschnitt, zum Rabiusawerk „im Sand“, bei Chur. Alle Stützpunkte dieser beiden Fernleitungen sind so bemessen, dass später auf jedem derselben ein weiterer Strang von  $3 \times 50 \text{ mm}^2$  Querschnitt nachgezogen werden kann. Mit diesen Leitungen, die von der Firma Vontobel & Cie. in Wallisellen montiert wurden, mussten zwei breite, tiefeingeschnittene Schluchten überspannt werden mit Spannweiten bis zu 360  $m$ . Ferner gehen von der Zentrale Lünen je eine 10000 Volt-Leitung ab nach dem Innerschanfigg, Richtung Arosa, und nach Tschierschen und Praden.

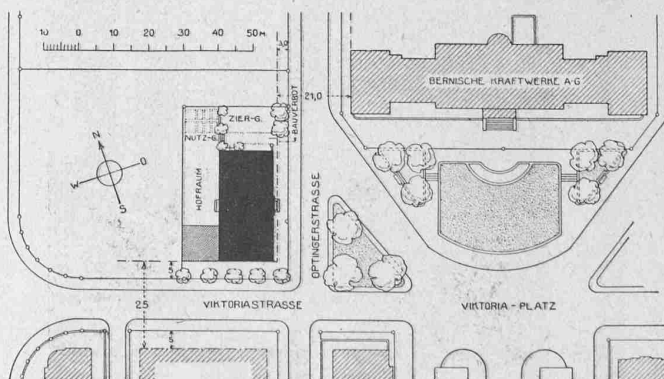
In der Zentrale Sand wird der 10000  $V$ -Strom des Plessurwerkes durch zwei Drehstrom- und einem Einphasen-Transformator von je 500  $kVA$  Leistung auf 2000  $V$ , d. h. auf die Spannung des Rabiusawerkes transformiert, mit dem Rabiusastrom parallel geschaltet und mit dem 2000  $V$ -Hochspannungs-Verteilungsnetz in der Stadt und näheren Umgebung verteilt. Sobald der Kraftbedarf im Gebiet des bestehenden 2000  $V$ -Verteilungsnetzes über dessen Uebertragungsfähigkeit hinausgehen wird, soll die Transformation des 10000  $V$ -Stroms auf 2000  $V$  an einem zweiten, dem ersten möglichst diametral gegenüberliegenden Speisepunkte vorgenommen werden. In neuen Versorgungs-

Durchmesser von der Zentrale Sand bis zur Schaltstation Chur des Albulawerkes bei der Pulvermühle und ein Drehstrom-Transformator 1600  $kVA$ , 10000/50000  $V$ .

Der Betrieb der beiden Churer Werke wird in folgender Weise durchgeführt: Die Zentrale Sand übernimmt soweit als möglich ganz getrennt die Lichtversorgung der Stadt, während die Zentrale Lünen den unruhigen Betrieb, wie Kraftabgabe an die Bahn, an Motoren, sowie an das Albulawerk besorgt. In wasserarmen Zeiten arbeitet das Rabiusawerk, mit seinem Tagesausgleich-Reservoir, bei kleiner Lichtbelastung mit ein oder zwei Aggregaten nach Möglichkeit parallel mit dem Plessurwerk.

In der Zentrale Lünen wurde das eine Bahn-Aggregat als Drehstrom-Gleichstrom-Umformer ausgeführt, um damit die Möglichkeit zu schaffen, bei Abstellungen oder Störungen in Lünen mit Rabiusa- oder Albulawerk-Kraft Bahnstrom für den Betrieb der Chur-Arosabahn erzeugen zu können. Durch die elektrische Kupplung mit dem Albulawerk ist somit dem Elektrizitätswerk Chur eine Notreserve gegeben.

Zum Schluss möge noch erwähnt werden, dass die Abnahmeversuche an den Maschinen und Apparaten in der Werkstätte und in der fertigen Anlage in jeder Hinsicht gut ausgefallen sind. Die Arbeiten und Lieferungen der Maschinenfabrik Oerlikon haben voll und ganz befriedigt.



Brandversicherungsanstalt Bern. — Entwurf Nr. 23. — Lageplan. — 1:2000.