

# Das Kraftwerk Ritom der S.B.B.

Autor(en): **Habich, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **81/82 (1923)**

Heft 6

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-38953>

## **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 Kraftwerk Ritom der S. B. B. — Beitrag zur Berechnung von Kanalprofilen. — Wettbewerb zum Neubau des Burgerspitals in Bern. — Korrespondenz: Zum Vernietungs-Problem. — Miscellanea: Eidgenössische Technische Hochschule. Spezial-Rechenschieber für Heizungs- und Lüftungstechnik. Neue Synagoge in Zürich-

Selnau. Die Erhaltung der Holzmaste von Leitungen. Normalien des Vereins Schweizerischer Maschinen-Industrieller. Rheinkraftwerk bei Kembs. — Konkurrenzen: Reformierte Kirche Dietikon. — Literatur: Festschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. Neuigkeiten. — S. T. S.

Band 82.

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

Nr. 6.

## Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

### III. Mechanisch-elektrischer Teil.

Von dipl. Ing. H. Habich, S. B. B., Bern.

(Fortsetzung von Seite 66)

#### Die Schaltanlage.

**Schaltungsplan und Anordnung.** Die im Kraftwerk erzeugte Energie wird sowohl mit einer Spannung von 15 kV direkt an die Fahrleitungen abgegeben, als auch mit einer transformierten Spannung von 60 kV durch Kabel an die Unterwerke Göschenen und an das Kraftwerk Amsteg auf der Nordseite des Gotthard sowie an die Unterwerke Giornico, Giubiasco und Melide auf der Südrampe verteilt, an welchen Speisepunkten der Fahrleitung wieder eine Umwandlung in 15 kV stattfindet. Die Uebertragungs-Leitungen von Giornico bis nach Amsteg sind der sehr schwierigen Gelände-Verhältnisse und besonders des Gotthardtunnels wegen als Kabel ausgeführt, die übrigen Strecken als Freileitung. Entsprechend der erwähnten Energieverteilung gliedert sich die Schaltanlage im Kraftwerk Ritom, wie aus dem Schaltungsplan Abb. 71 (S. 70) ersichtlich, in einen 15 kV und einen 60 kV-Teil. Die Generatoren arbeiten auf ein Doppelsammelschienen-System (mit gemeinsamem Erdpol); an dieses sind angeschlossen: die Fahrleitungen Nord und Süd, vier Transformatoren, die Anlage für Eigenverbrauch und der Belastungswiderstand für Versuche.

An die beiden Speisepunktschalter  $I_N$  und  $I_S$  der Fahrleitung ist eine sekundäre Fahrleitungsschiene  $o$  angeschlossen, die normalerweise in zwei Hälften mit je zwei über Fahrleitungsschalter  $p_N$  und  $p_S$  abgehende Kontaktleitungen für die beiden Geleise getrennt ist. Die Fahrleitungsschalter sind nicht automatisch auslösend, aber mit Fern-Handauslösung versehene Oelschalter, die nur der Abtrennung und nicht der Abschaltung bei Kurzschluss dienen; sie sind dementsprechend kleiner bemessen als die übrigen Oelschalter im Kraftwerk. Im Falle eines Kurzschlusses auf einer Fahrleitung wird durch ein Relais der zugehörige Speisepunktschalter ausgelöst und dadurch ein ihn überbrückender Prüfstromwiderstand von 2000 Ohm mit Stromwandler und Ampèremeter eingeschaltet. Zeigt dieses nach erfolgtem Kurzschluss keinen oder nur einen geringen Strom von etwa 2 bis 3 A an, so ist das ein Zeichen dass der Kurzschluss nur vorübergehender Natur war, was in den weitaus meisten Fällen zutrifft, und der betreffende Speisepunktschalter wird ohne weiteres wieder eingeschaltet. Bleibt der Strom nach dem Kurzschluss auf 7,5 A stehen, so muss vor dem Wiedereinschalten die fehlerhafte Strecke abgetrennt werden.<sup>1)</sup> Die vier über je eine Strombegrenzungs-Drosselspule  $f$  an die 15 kV Sammelschienen angeschlossenen Transformatoren mit einem Uebersetzungsverhältnis von 7,5 bzw.  $15/2 \times 30$  kV und einem über je eine Drosselspule  $L$  an Erde gelegten Mittelpunkt der Oberspannungswicklung arbeiten normalerweise direkt, ohne Sammelschiene, auf eine zugeordnete Kabelschleife. Durch diese Anordnung wird einerseits die Kurzschluss-Stromstärke einer Kabelschleife auf ein Mindestmass und der Spannungsanstieg der gesunden Phase bei einphasigem Erdschluss

eines Kabels auf eine einzige Schleife beschränkt, während andererseits die Transformatoren bei schwacher Belastung des Netzes schlechter ausgenutzt werden, als es bei Parallelbetrieb auf der 60 kV-Seite möglich wäre. Die Verbindung eines Nord- mit einem benachbarten Südkabel zu einer durchgehenden Schleife Amsteg-Giornico wird durch besondere Verbindungsleitungen mit Trennmessern  $s_3$  ermöglicht. Ferner dienen zwei Umleitschienen-systeme mit Kupplungsschalter  $s_1$  und  $s_2$  zu ausnahmsweisen Verbindungen von Transformatoren mit nicht zugeordneten Kabelschleifen.

Bei der örtlichen Anordnung der Schaltanlage (Abbildungen 72 bis 77), wurde eine Trennung des 15 kV und 60 kV-Teiles durch Unterbringung in nur durch Treppenhäuser zusammenhängende Gebäudeteile durchgeführt. Ferner ist die 15 kV-Anlage in eine Nord- und eine Südhälfte, die 60 kV-Anlage in eine Ost- und Westhälfte unterteilt, welche Teile unabhängig von einander im Betrieb sein können. Sämtliche Räume der Schaltanlage sind von zwei Seiten her zugänglich. — Alle schweren Apparate wie Oelschalter usw. können mit einem 2 t-Aufzug ins Erdgeschoss und von dort durch Gänge in die Werkstatt befördert werden.

**Apparate der 15 kV-Schaltanlage und ihre Verbindungsleitungen.** Die Verbindungsleitungen zwischen Generatoren und Schaltanlage und zwischen 15 kV-Sammelschienen und Transformatoren bestehen für den Spannungspol aus je zwei einadrigen Bleikabeln von je  $600 \text{ mm}^2$  und 50 kV Prüfspannung, für den Erdpol aus je zwei solchen von  $500 \text{ mm}^2$

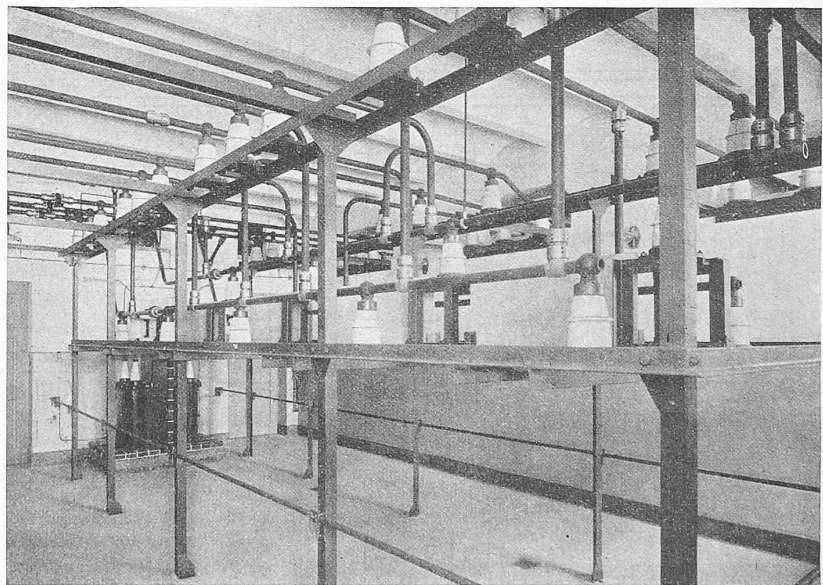


Abb. 18. Sammelschienen für 15 kV im Zwischenstock.

und 1 kV Prüfspannung. Die Endverschlüsse der ersteren haben „Häfel“-Isolierzylinder. Die Verbindungsleitungen der Apparate der 15 kV-Anlage und die Sammelschienen sind aus gezogenem, mattschwarz gestrichenem Kupferrohr von 45 mm äusserem Durchmesser und 5 mm Wandstärke entsprechend einem Querschnitt von  $635 \text{ mm}^2$  (Abbildung 78); die Verbindung der Rohre unter sich und mit den Apparaten, deren Anschlüsse als zylindrische Zapfen ausgebildet sind, erfolgt mit Konusverbindern. Das gleiche System ist sinngemäss auch für Reduktions- und Abzweigverbinder in der 15 kV- und der 60 kV-Schaltanlage verwendet worden. An geeigneten Stellen sind in die Leitungen elastische Verbinder eingebaut, um die Wärmedehnungen unschädlich zu machen.

<sup>1)</sup> Vergl. hierüber H. W. Schuler in «S. B. Z.» vom 14. Okt. 1922.

Die Apparate der 15 kV-Anlage sind mit Rücksicht auf den anfänglichen Betrieb mit 7,5 kV für einen Nennstrom von 2000 A vorgesehen worden; die Prüfspannung beträgt 50 kV.

Die *Trennschalter* (Abbildung 79) sind einpolig, mit Kniehebelantrieb, der in der Einschaltstellung durch Ueberschreiten der Totpunktlage gegen selbsttätiges Oeffnen gesichert ist. Rückmelde- und elektrische Verriegelungskontakte zur Verhütung falscher Schaltungen beim Synchronisieren liegen leicht zugänglich im Antriebskasten.

Die einpoligen, im Spannungspol liegenden *Oelschalter* (Abb. 80) sind für eine Dauerstromstärke, bei 7,5 kV, von 2000 A und für eine Abschaltleistung von 150 000 kVA gebaut. Sie haben zweistufige, auf dem kreisrunden Kessel aufgebaute Vorschaltwiderstände. Die vier Kontaktbrücken sind in einem Quadrate angeordnet und werden in der aus den Abbildungen 81 und 82 ersichtlichen Reihenfolge geöffnet und geschlossen. Die Brücken sind durch gegen einander versetzte Kurbeln mit ihren entsprechenden, durch Kegelräder unter sich gekuppelten Schalterwellen verbun-

den und werden über ein Zahnsegment durch einen Magneten eingeschaltet und, nach Lösen einer Sperrklinke, durch Feder- und Schwerkraft ausgeschaltet. Die Kontaktbrücken tragen trichterförmige Hohlkörper, die beim Ausschalten das Oel an die Unterbrechungstellen spritzen. In quadratischen Gussdeckel sind zur Abführung der Schaltergase Sicherheitsklappen eingebaut, die bei den neueren Aus-

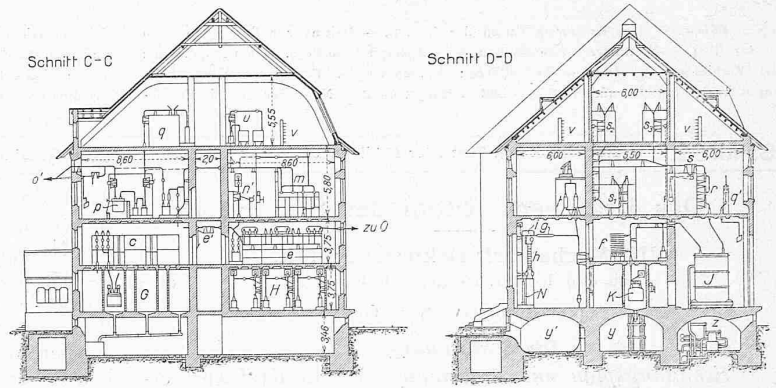


Abb. 76 und 77. Querschnitte durch das Schalthaus. — Masstab 1 : 550.

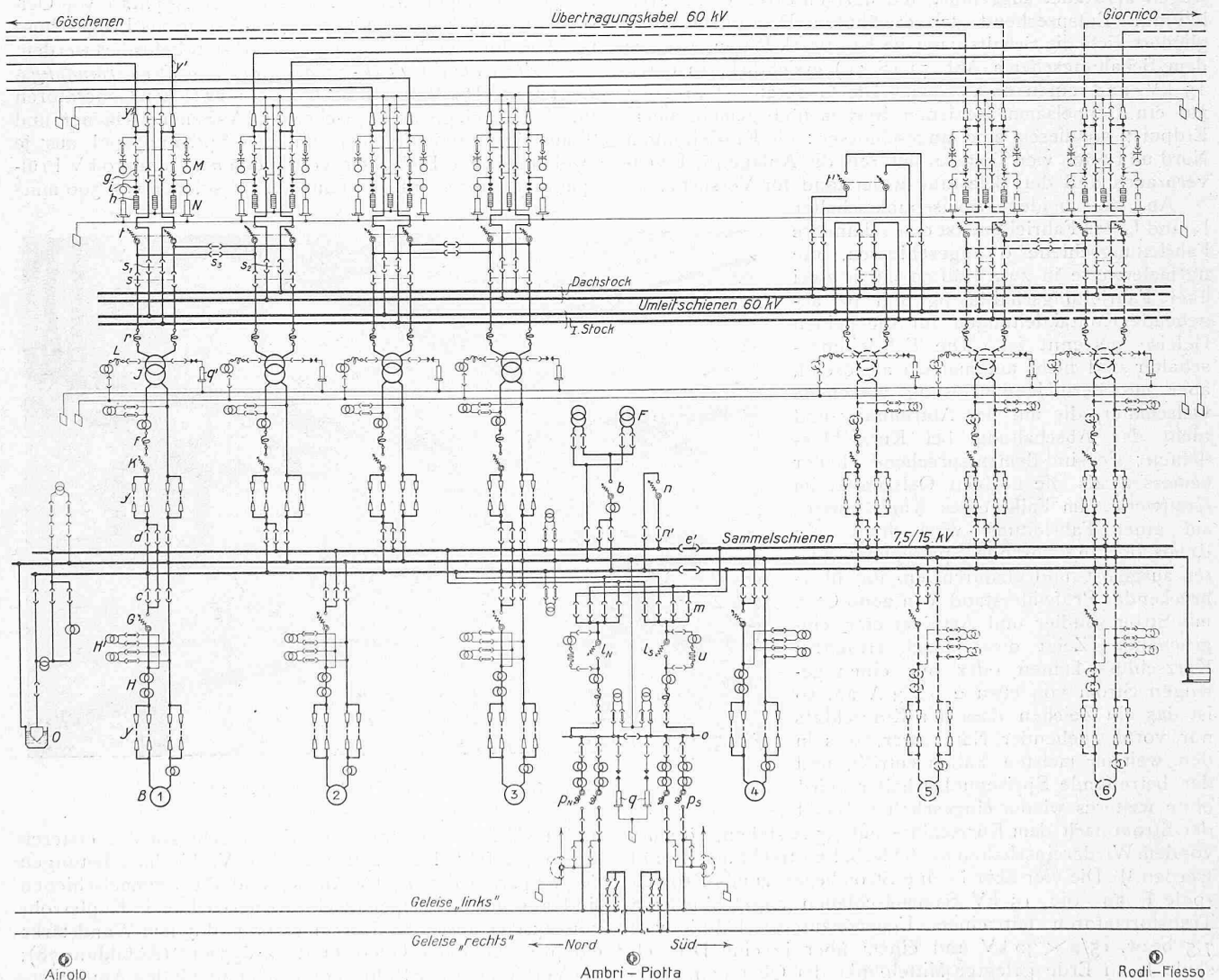
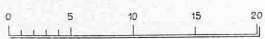
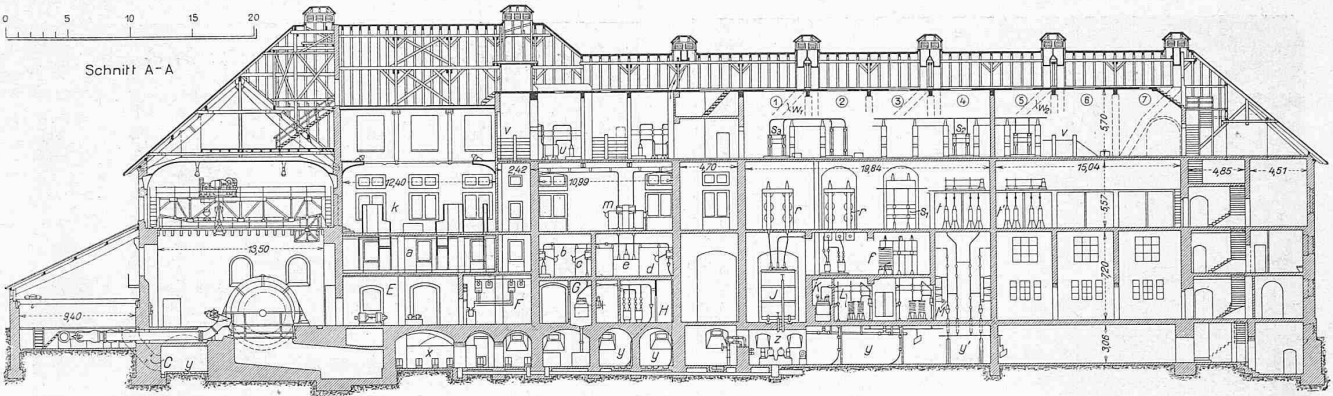


Abb. 71. Schaltungschema des Kraftwerkes Ritom der S. B. B., eingerichtet zur Lieferung von Einphasenwechselstrom mit 15 und 60 kV.

LEGENDE zu den Abbildungen 71 bis 77: A Turbinen; B Generatoren; C Frischluftkanal; D Warmluftkanal; E Umformer für Eigenverbrauch; F Schalter und Transformatoren für Eigenverbrauch; G Generatoren-Schalter (zweistufig); H Generatoren-Messwandler; I Transformatoren; K Transformatoren-Schalter; L Erdungs-Drosselspulen; M Statische Voltmeter; N Wasserstrahl-Erder; O Belastungs-Widerstand; P Montagehalle; Q Transformatoren-Grube; R Werkstätte; S Schmiede; T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> Unterwasser-Sammelkanäle der Turbinen 1 bis 3 bzw. 5 bis 6; U Messüberfälle; V Oeffnungen für die Wassermessungen mit Schwimmerschacht für Limmigraph. — a Verteilraum der Mess-, Melde- und Steuerleitungen; b Apparate der Anlage für Eigenverbrauch und für Kontrollmessungen. (Schluss der Legende auf der folgenden Seite.)

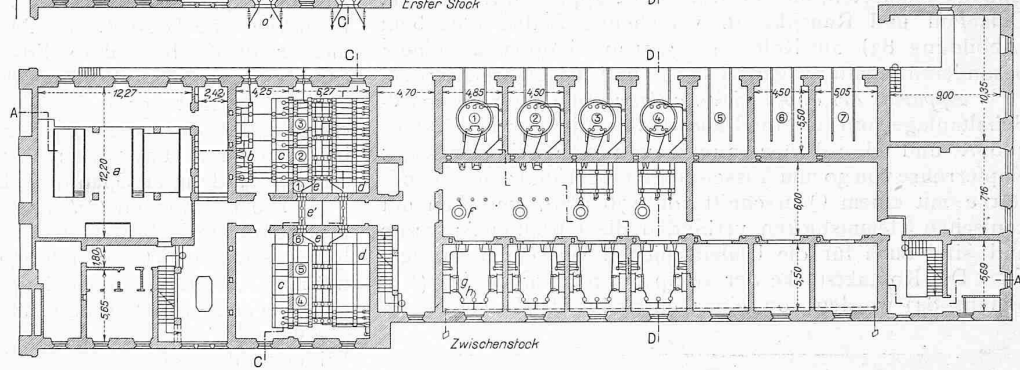
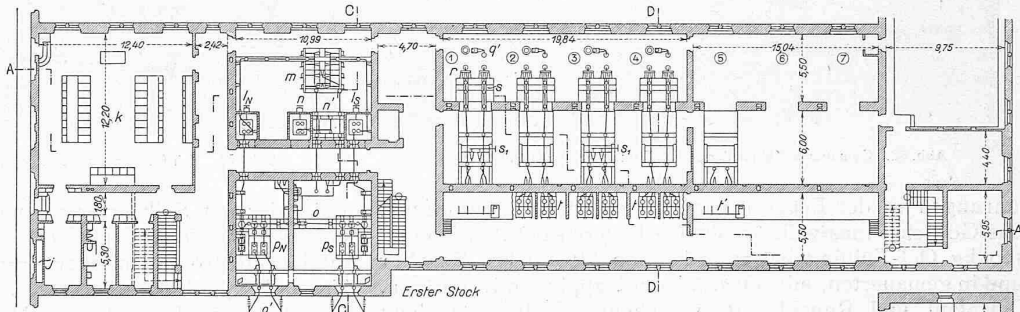


Schnitt A-A



Fortsetzung der Legende  
zu Abbildungen 71/77:

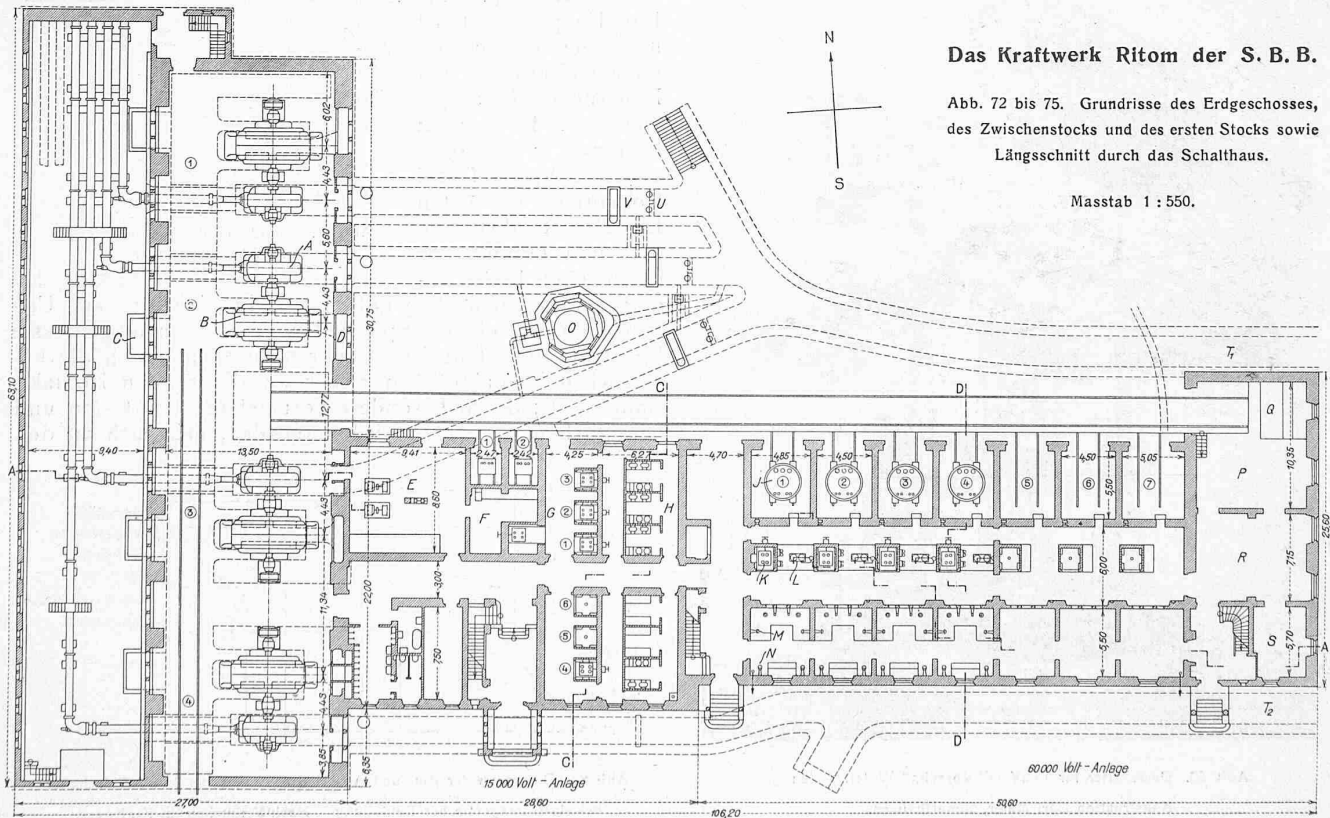
c Generatoren-Trennschalter; d Transformator-Trennschalter; e 15 kV Sammelschienen; e' 15 kV Sammelschienen-Drosselspulen; f Strombegrenzung-Drosselspulen; g Sicherungen; h Oxide-Film-Arrester; j Wasserlaufkanal v. Generator 4; k Schaltstand; l<sub>n</sub>, l<sub>s</sub> Speisepunkt-Schalter „Nord“ und „Süd“; m Trennschalter der Speisepunkt-Schalter; n Kupplungs-Schalter der 15 kW-Sammelschienen; n' Trennschalter des Kupplungs-Schalters n; o Fahrleitung-Schiene; pn, ps Streckenschalter „Nord“ und „Süd“; q Dämpfungswiderstand mit Horn zu o; q' Dämpfungswiderstand mit Horn für 60 kV; r Drosselspulen; s Trennschalter zu dem Oelschalter; s<sub>1</sub> Trennschalter zu den Umleitschienen im I. Stock; s<sub>2</sub> Trennschalter zu den Umleitschienen im Dachstock; s<sub>3</sub> Verbindungsschalter zwischen Nord- und Südkabel; t Oelschalter 60 kVA der Kabelleitungen; t' Kupplungs-Schalter der 60 kV-Umleitschienen; u Prüf Widerstände; v Messleitungs-Tablare; w<sub>1</sub> Entlüftungskamin des Oelkühlerräumen unterhalb G und der Transformierzellen; w<sub>2</sub> Rauchabzug der 15 kV-Oelschalter; x Akkumulatoren-Batterie; y Kabelräume 15 kV; y' Kabelräume 60 kV; z Oelkühl-Anlage der Transformatoren.



Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

Abb. 72 bis 75. Grundrisse des Erdgeschosses, des Zwischenstocks und des ersten Stocks sowie Längsschnitt durch das Schalthaus.

Masstab 1 : 550.



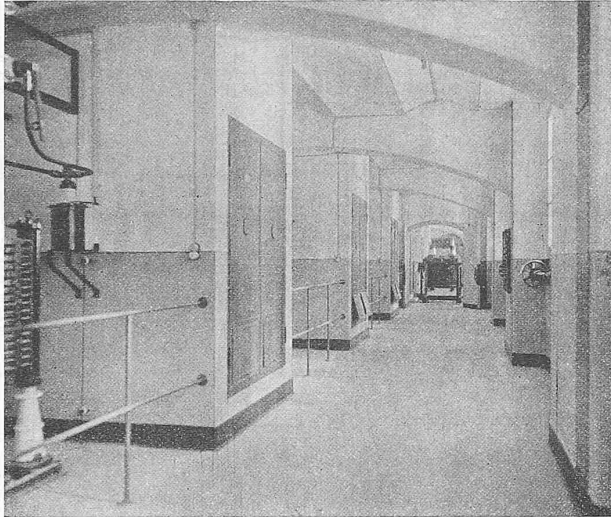


Abb. 83. Gemauerte Zellen der 15 kV Transformatoren-Schalter.

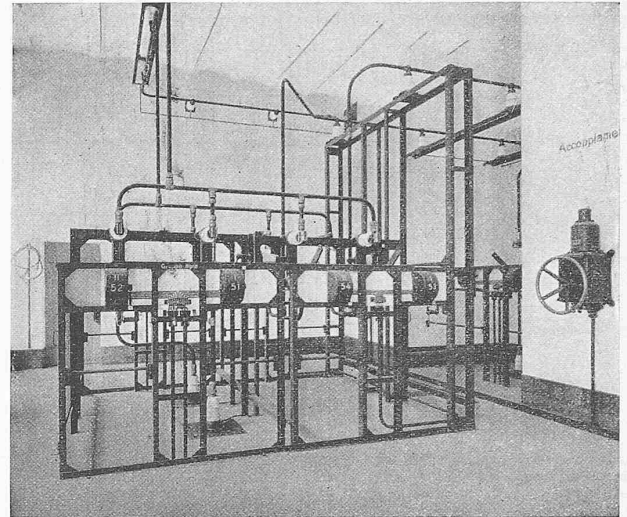


Abb. 79. 15 kV Trennschalter der Speisepunktschalter im I. Stock.

führungen in den Ecken liegen und sich nach unten öffnen. Das Gewicht eines vollständigen Schalters samt Antrieb und 720 kg Oel-Füllung beträgt rd. 2000 kg. — Die Schalter sind in gemauerten, mit selbsttätig aufklappbaren Eisentüren, Oelablauf und Rauchkamin versehenen Zellen eingebaut (Abbildung 83), auf Rollen gelagert und können auf einem besonderen Schalterwagen leicht ein- und ausgefahren werden.

**Apparate der 60 kV-Schaltanlage.** Alle Teile der 60 kV-Schaltanlage sind für eine Dauerstromstärke von mindestens 300 A und eine Prüfspannung von 120 kV bemessen; Kupferrohre von 30 mm Aussendurchmesser und 2 mm Wandstärke mit einem Querschnitt von 176 mm<sup>2</sup>, versehen mit konischen Klemmstücken verbinden die einzelnen Apparate und sind auch für die Umleitschienen verwendet worden.

Die Kontaktstücke der zweipoligen **Trennschalter** (Abbildung 84) werden von einer entweder direkt mit Hand-

rad oder mit Seilzug bewegten, horizontalen Kurbelwelle betätigt. Sie sind im eingeschalteten Zustande gegen Oeffnen infolge elektrodynamischer Kräfte durch Ueberschreiten der Totpunktlage der Kurbel gesichert. Die Kontaktvorrichtung ist durch eine kugelförmige Abschirmung und das Kontaktmesser durch besondere Formgebung gegen elektrische Strahlung geschützt. Die Kontaktöffnung im ausgeschalteten Zustand beträgt 600 mm. Die auf der Kurbelwelle angeordnete Kontaktvorrichtung für die Schalterstellungszeiger im Schaltstand und der mechanische Antrieb der Trennschalter sind unter Spannung kontrollierbar.

Die zweipoligen **Oelschalter** (Abb. 85) sind für 300 A Dauerstromstärke bemessen. Sie bestehen pro Pol aus vier in Reihe geschalteten Oelzylindern, entsprechend vier örtlich getrennten Unterbrechungsstellen, mit je zwei vertikal über einander angeordneten ringförmigen Kontakten mit zwischen-

geschalteten Vorschalt-Widerständen gemäss Schema Abbildung 86. Der Hauptkontakt ist mit dem Boden des schmiedeisernen, mit Isoliermaterial ausgekleideten, für innern Prüfdruck von 20 at gebauten und auf drei Isolatoren gestützten Kessels leitend verbunden und besteht aus einem oben becherförmig geöffneten Hohlzylinder, der in einzelne, am Umfang durch einen Spiralfederring zusammengepresste Segmente unterteilt ist. Dadurch schmiegen sich die beweglichen Kontaktflächen sicher an die runden Kontaktstangen an; durch besondere Formgebung des festen und beweglichen Kontaktes wird vermieden, dass sich an den

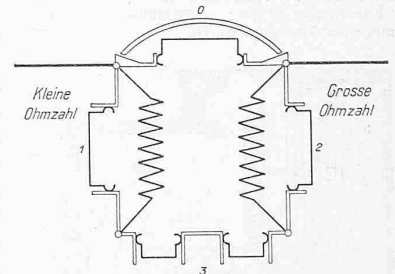


Abb. 81. Anordnung der Unterbrechungen der 15 kV Oelschalter.

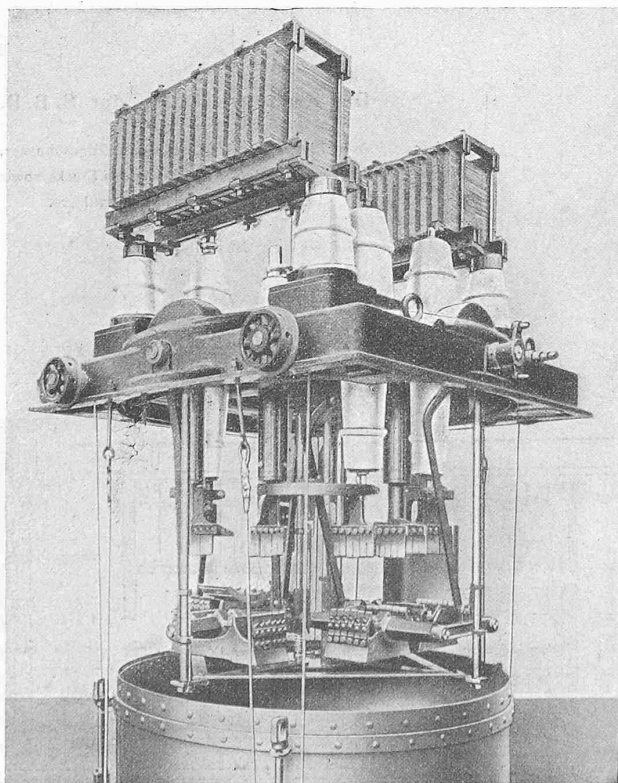


Abb. 80. Oelschalter für 15 kV mit Vorschalt-Widerständen  
Konstruktion Carl Maier, Schaffhausen.

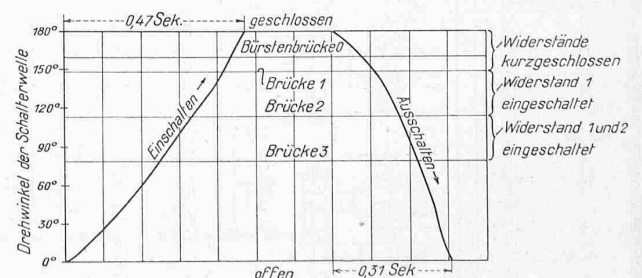


Abb. 82. Diagramm der Ein- und Ausschaltbewegung der 15 kV Oelschalter bei elektromagnetischer Betätigung — Nach Versuchen im Kraftwerk.

Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

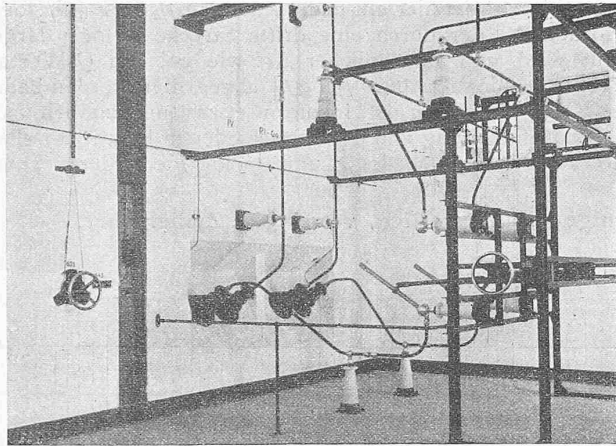


Abb. 84. 60 kV Trennschalter zu den Umleitschienen im I. Stock  
Links an der Wand der Handantrieb für die Trennschalter im Dachstock.

eigentlichen Kontaktflächen Brandstellen durch den Lichtbogen bilden. Der gleichgebauete Hilfskontakt ruht auf einer kreisrunden Isolierplatte, die den Oelzylinder in zwei ungleiche Kammern teilt, von denen die obere den auf Isoliermaterial aufgewickelten Draht des Stufenwiderstandes enthält. Löcher in der Isolierplatte vermitteln den Druckausgleich zwischen beiden Kammern und verhindern die Entstehung von zusammenhängenden, bis zur Oberfläche reichenden „Gasketten“. — Das Schliessen und Öffnen des Schalters geschieht durch vertikal bewegliche, zur zweistufigen Schaltung der Widerstände in der Höhe einstellbare, runde Hartkupferrohre von 25 mm  $\varnothing$ , die paarweise durch Traversen leitend verbunden sind. Diese werden von einem von der Hochspannung vollständig getrennten, auf einer Zwischendecke über den Oelzylindern gelagerten Antriebsmechanismus senkrecht auf und ab bewegt. Der An-

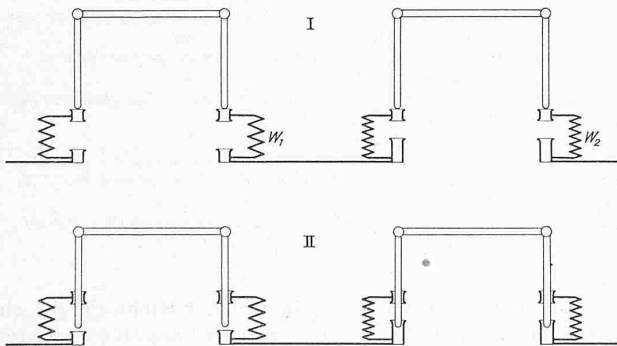


Abb. 86. Anordnung der Unterbrechungen der 60 kV Oelschalter  
Stellung I: Alle Widerstände eingeschaltet; Stellung II:  $W_2$  kurzgeschlossen,  $W_1$  noch eingeschaltet.

trieb erfolgt durch einen Elektromagneten, der über eine Zahnstange, Zahnkolben Freilauf-Kupplung eine Drehbewegung erzeugt, die wiederum durch eine Geradföhrung (Ellipsenlenker) in eine geradlinige Bewegung umgesetzt wird. In der Grundplatte, auf dem der Antriebsmechanismus ruht, sind die zum Antrieb beim Ausschalten vorgesehenen Zugfedern eingebaut, die beim Einschalten gespannt werden. Zur Dämpfung der nicht unerheblichen Massenwirkungen und zur genauen Einstellung des Schaltweges ist eine kräftige Luftbremse vorgesehen; ferner ist ein Not-Handantrieb vorhanden. — Der Aus- und Einbau der Schalter wird durch die einzeln ausfahrbaren, auf kleinen Geleisen geföhrten Töpfe sehr erleichtert; Kontaktstangen und Stufenwiderstände, welch' letztere mit den Zylinderdeckeln und Stufenkontakten aus dem Topf herausgehoben werden, sind leicht kontrollierbar. Einschliesslich 400 kg Oel wiegen die vollständigen Schalter, mit Antrieb, rd. 3000 kg. (Schluss folgt.)

Beitrag zur Berechnung von Kanalprofilen.

Von Ing. J. Zylberscher, Spiez.

Das Problem, die Wasserbewegung in offenen Gerinnen und Kanälen in eine allgemeine mathematische Form zu kleiden, ist bis heute noch nicht gelöst und die Bestrebungen in dieser Richtung sind noch nicht zum Abschluss gekommen. Die von Chézy in Potenzgestalt aufgestellte Formel, ausgehend von der benetzten Fläche unter Einführung einer ideellen mittleren Wassergeschwindigkeit, mit  $Q = Fv$  und  $v = c\sqrt{RJ}$  ist immer noch in Verwendung. Die Schwierigkeit besteht in der Bewertung des Koeffizienten  $c$ , für den angefangen von Eytelwein bis auf Bazin und Ganguillet und Kutter zahlreiche Ausdrücke aufgestellt wurden.

Eine Abkehr von der Chézy'schen Form ist auf R. Siedek zurückzuführen, der, von der Erwägung ausgehend, dass der Reibungswiderstand ein Faktor der Wassertiefe und der Wasserspiegelbreite ist, die Wassergeschwindigkeit in Funktion von der Wassertiefe und der Spiegelbreite darstellt:  $v = f [t \cdot J^{1/2} \cdot b^{1/20}]$ . In gleichen Bahnen bewegen sich Hermanek, Matakiewicz und Lindboe.

Die neuesten Forschungen greifen indessen wieder auf die ursprüngliche Chézy'sche Form zurück und unter Berücksichtigung der verschiedenen Strömungsart des Wassers wird für die mittlere Wassergeschwindigkeit eine allgemeine Gleichung aufgestellt:  $v = KR^n J^m$ . Beachtenswert ist auch der Vorschlag von Eisner („Z. d. B.“ 1922)  $v = B_0^\alpha \epsilon^\beta R^{(1,5\alpha - \beta - 1)} \cdot J^{0,5\alpha}$  zu setzen, wobei  $\frac{\epsilon}{R}$  eine Kennzahl für die Rauigkeit bedeutet. Die Brauchbarkeit dieser neuen Formel wird an Hand von Versuchen noch nachzuweisen sein. Für die im Wasserbau zu lösenden praktischen Aufgaben hat sich die Chézy'sche Gleichung mit den von Bazin und Ganguillet und Kutter angegebenen Werten für den Geschwindigkeitskoeffizienten  $c$  im allgemeinen als brauchbar erwiesen.

Um diese Formel für die Berechnung von Kanalprofilen handlich zu gestalten, hat im Jahrgang 1892, Band XX der „Schweizerischen Bauzeitung“, Ingenieur E. Melli ein

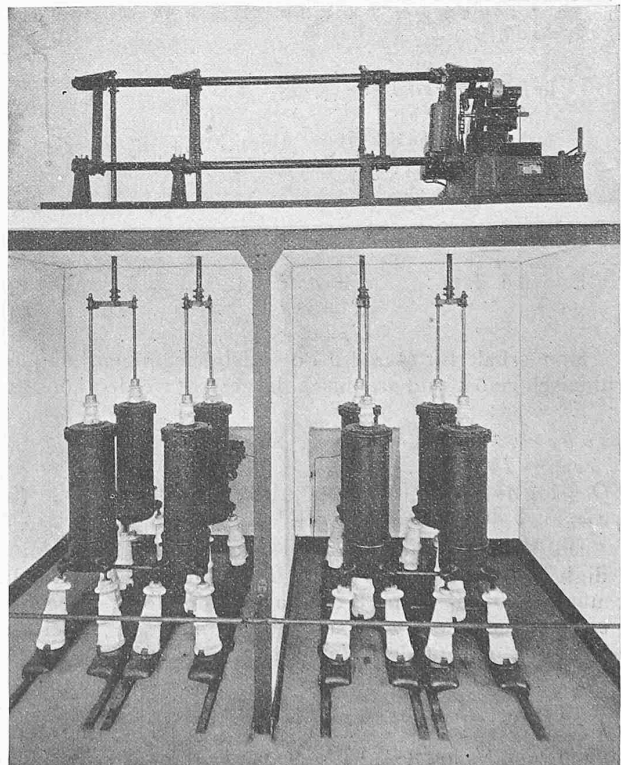


Abb. 85. Oelschalter für 60 kV mit eingebauten Vorschaltwiderständen.  
Konstruktion der Maschinenfabrik Oerlikon.