Das Kraftwerk Ritom der S.B.B.

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

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 7

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-38956

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Das Kraftwerk Ritom der S. B. B.

III. Mechanisch-elektrischer Teil.

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

(Schluss von Seite 73.)

Ueberspannung- und Ueberstrom-Schutzeinrichtungen. Der Ueberspannungschutz für die 60 kV-Kabel muss, um wirksam sein zu können, imstande sein, grosse Energiemengen abzuleiten, eine Forderung, der der amerikanische *„Oxide Film Arrester"* unter den bisher verwendeten Apparaten am besten entspricht. Seine Wirkungsweise beruht auf der Eigenschaft des Bleisuperoxydes, PbO_2, bei Temperaturen über 150° C in Bleioxyd, PbO, verwandelt zu werden und gleichzeitig von einem guten elektrischen Leiter in einen fast vollkommenen Isolator überzugehen. Dieses Material wird zwischen zwei runde mit einer dünnen Schicht eines Isoliermateriales überzogene Metallplatten und einem am äussern Umfang der Platten liegenden Porzellanring eingepresst. Die Isolierschicht (Film) eines solchen Elementes wird bei einer Spannung von rd. 300 Volt zwischen den beiden Metallplatten durchschlagen und so ein nahezu widerstandsloser Stromweg durch das Bleisuperoxyd geschaffen, der allerdings nur aus einem fast mikroskopisch kleinen Querschnitt besteht. Die vom Strom getroffene Stelle des Bleisuperoxydes wird augenblicklich erwärmt, zu Bleioxyd reduziert und „versiegelt" dadurch die Strombahn. Dieser Vorgang wiederholt sich, so lange die Spannung an den Metallplatten 300 Volt übersteigt, und hört in weniger als 4 Tausendstel Sekunden auf, nachdem die Spannung unter die Grenze von rd. 300 Volt gesunken ist. Die Wirkung des „Elementes" kann daher mit einer gegenelektromotorischen Kraft verglichen werden. (Ausführliche Beschreibungen der „Oxyd Film Arresters" siehe General Electric Review 1918, Nr. 9, Seite 590 und ff. und 1920, Nr. 11, Seite 928 und ff.). Die erwähnten Elemente werden in einer Anzahl, die der zugelassenen Spannungserhöhung des Netzes entspricht, zu Säulen vereinigt (Abbildung 87), die in einem Holzrahmengestell gehalten und auf Isolatoren

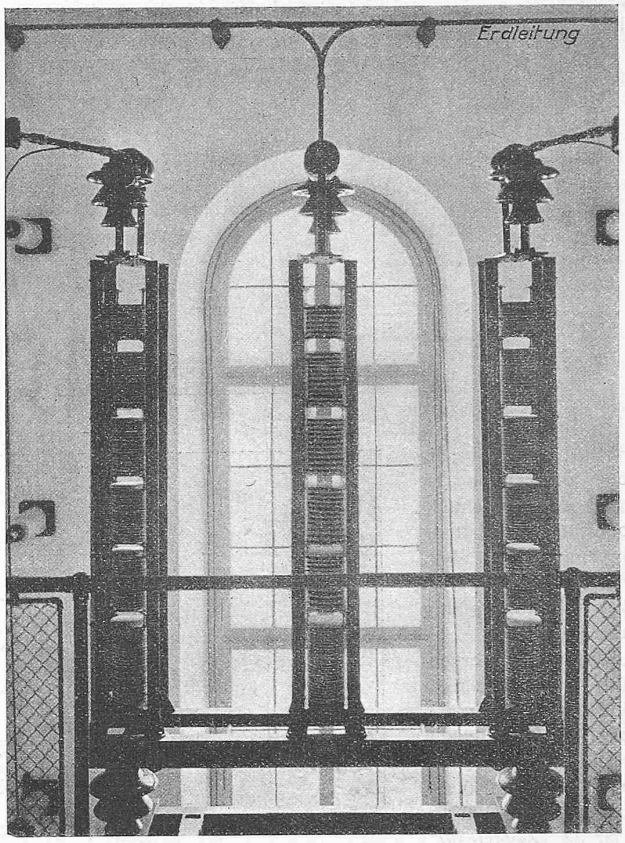


Abb. 87. Oxyd Film Arrester-Ueberspannungschutz für 60 kV.

gestellt sind. Ueber eine Halbkugel-Funkenstrecke, die bei der gewünschten Grenzspannung überschlagen wird, ist der Apparat an die zu schützende Leitung angeschlossen; das letzte Element wird über eine Elektrode mit möglichst geringem Ausbreitungswiderstand geerdet.

Zur raschen Entladung der 60 kV-Kabel beim Abschalten sind *Wasserstrahlerder* mit eingebautem Ampèremeter vorhanden, die bei 30 kV etwa 0,05 A ableiten. — Die Betriebspannung wird an den Kabeln mit statischen Voltmetern (Abbildung 88) gemessen, die über ein Relais Meldelampen im Schaltstand einschalten zur Anzeige von normaler und Nullspannung. Die Transformatoren sind auf der Oberspannungseite durch flach gewickelte Drosselspulen (Abbildung 89), der Mittelpunkt der 60 kV-Transformatorenwicklung durch eine Hörnerfunkenstrecke mit Dämpfungswiderstand (Abb. 89 rechts) geschützt. In die 15 kV-Fahrleitungen endlich sind Hörner mit Wasserwiderständen eingebaut.

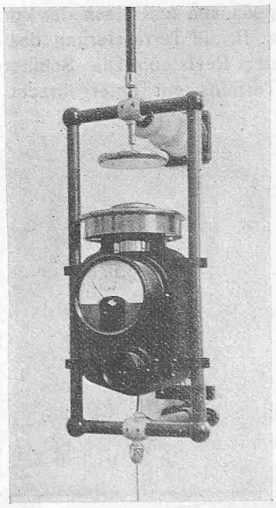


Abb. 88. Statisches Voltmeter.

Der Ueberstrombegrenzung dienen die bei den Generatoren bereits erwähnten Stromregler und die den Transformatoren vorgeschalteten Drosselspulen (Abbildung 90). Zur örtlichen Abgrenzung von Ueberstrom-Störungen durch selbsttätiges Abschalten von Oelschaltern sind, mit Ausnahme der Fahrleitungen, unabhängige Höchststrom-Zeitrelais verwendet worden und zwar bei den Generatoren, Transformatoren, 60 kV-Uebertragungskabeln (direkt eingebaut), sowie im Stromkreis der Erdungsdrosselspule der

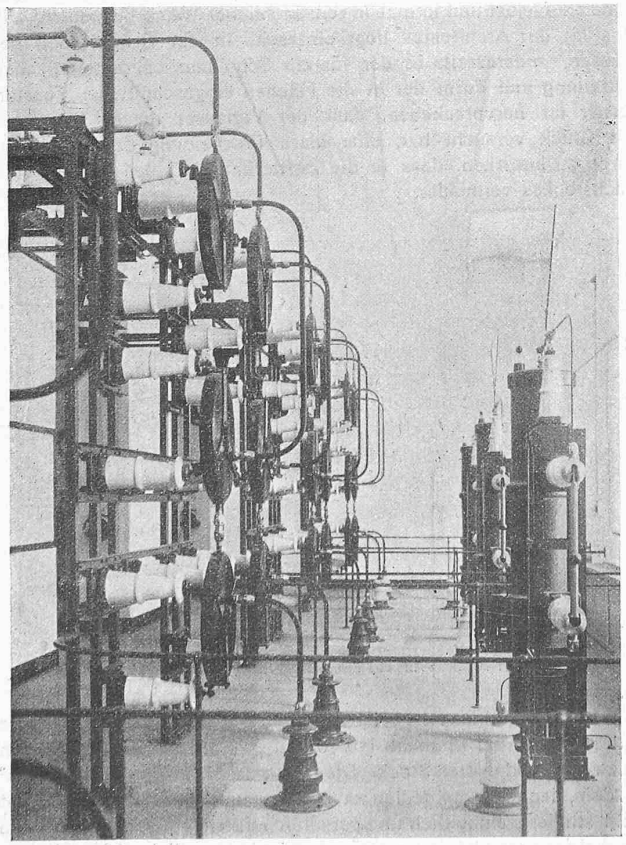


Abb. 89. Ueberspannungschutz der Transformatoren.

Transformatoren. — Das Generatoren-Relais bewirkt ausser der Ausschaltung des betr. Generatorschalters auch noch die Herabsetzung der Generatorspannung durch Einschalten des Erreger-Umschalters in gleicher Weise wie das bereits bei den Generatoren erwähnte Ueberspannungs-Relais.

Schaltstand, Verteilraum, Messleitungen. Der Schaltstand liegt in der Nähe des Schnittpunktes der beiden Hauptaxen des Maschinensaales und des Schalthauses, im ersten Stock. Mit dem Maschinensaal hat er nur indirekte Verbindung durch eine auf die Kranbahn führende Tür; in seiner unmittelbaren Nähe sind die Fahrleitung-Schaltanlage und die Betriebs-Bureaux; unterhalb, im Zwischenstock, liegt der Verteilraum für die Mess-, Melde- und Steuerkabel.

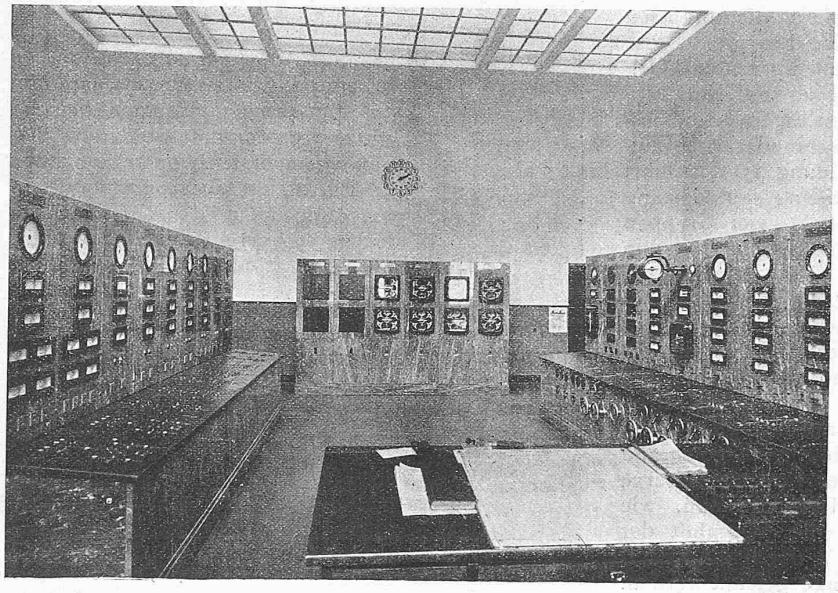


Abb. 91. Haupt-Schaltraum des Kraftwerks Ritom.

Die Schalttafelfelder sind zu folgenden Gruppen vereinigt (vergl. Abb. 91): 6 Generatoren- mit 1 Parallelschalt- und 2 Summen-Messfeldern (rechts in Abbildung 91), 5 Transformatoren mit abgehenden 60 kV-Uebertragungskabel- und 2 Fahrleitungsfeldern (links in Abbildung 91), 6 Schnellreglerfelder (in Abbildung 91 im Hintergrund) und 5 Ferntemperatur- und 2 Wasserstands-Anzeigerfelder (hinter der Transformatoren-Schalttafel).

Der Aufbau der Schalttafeln und die Verteilung der einzelnen Apparate der beiden Hauptgruppen ist aus den Abb. 92 bis 94 (S. 92/93) ersichtlich. Zum selbsttätigen Parallelschalten ist auf dem Mittelfeld der Generatoren-Schalttafel ein nach dem gleichen Prinzip wie die Schnellregler der Generatoren gebautes Parallelschalt-Relais vorhanden, das sich im Betrieb bewährt hat.

Auf den aufklappbaren Gussdeckeln ist das Schaltungschema mit eingebauten Druckknöpfen für die Oelschalterbetätigung, die Rückmeldelampen und die Trennschalterstellungsanzeiger aufgegossen, wodurch das Personal jederzeit einen Ueberblick über die Arbeitsweise der Schaltanlage hat. Wichtige Betriebsvorgänge wie selbsttätiges Ausschalten eines Oelschalters, Ueber- oder Unterschreiten festgesetzter Wasserstände im Wasserschloss und im Kühlwasserbehälter, Unterbruch in der Oel- oder Wasserzirkulation der Transformatoren werden durch verschiedene akustische Signale im Schaltstand gemeldet.

Die im Verteilraum (Abbildung 94) senkrecht unter den Schalttafeln befindlichen Eisengestelle dienen zur Aufnahme der Endverschlüsse der Mess-, Melde- und Steuerkabel, der Nebenschlussregulatoren der Erregermaschinen, der Hüpferschalter zum Schliessen des Einschaltstromes der Oelschalter und anderer Apparate. Von den Endverschlüssen der Kabel bis zu den einzelnen Apparaten ist ein System von Verbindungs-Drähten nach ausführlichen Plänen auf Hartgipsplatten verlegt.

Der für die Steuer- und die Meldestromkreise erforderliche Gleichstrom (220 und 12 Volt) wird in jedem einzelnen Feld über abschaltbare Haupt- und Gruppen-Sicherungen von kleinen Sammelschienen abgenommen. Ein mit Treppe erreichbarer Zwischenboden ermöglicht die leichte Zugänglichkeit der Schaltpulte von innen (Abb. 93).

Die von verschiedenen Seiten in den Verteilraum eingeführten Messkabel (mit Bleimantel, ohne Armierung, für 2000 V Prüfspannung) werden in mit leicht wegnehmbaren Hartholzbelag gedeckten Bodenkanälen in die einzelnen Felder verteilt.

Im Gebäude der 15 kV-Schaltanlage liegen die Kabel in überall zugänglichen, teilweise in den Haupt-

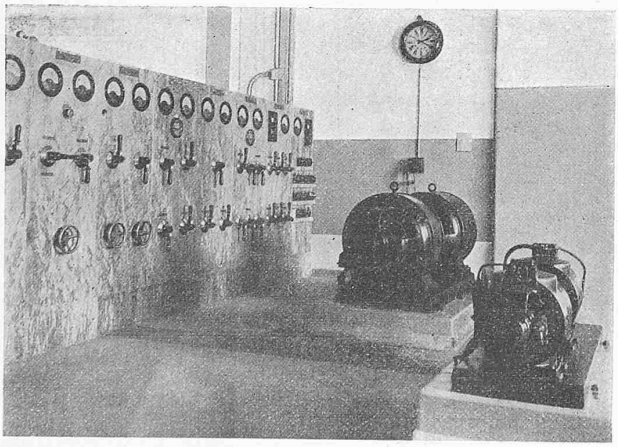


Abb. 95. Maschinenraum und Schalttafel für Eigenverbrauch.

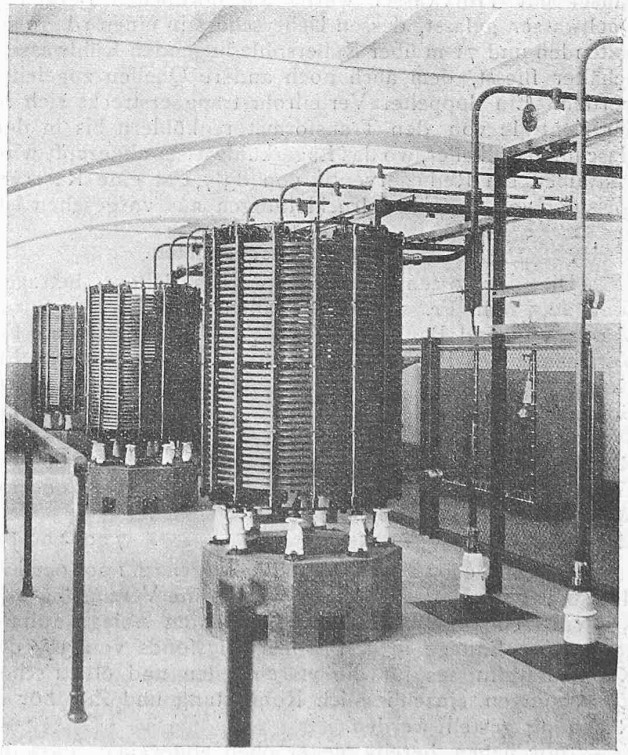


Abb. 90. Ueberstromschutz der Transformatoren.

gängen geführten, mit Riffelblech abgedeckten Kanälen, während sie von dem Transformatorenhaus in vertikalen Schächten (je zwei pro Zelle zu beiden Seiten des Mittelganges) nach dem Dachboden und von dort durch einen gemeinsamen Schacht zum Verteilraum geleitet werden.

Anlage für Eigenverbrauch, Hebezeuge, Trink- und Kühlwasserversorgung.

Zwei selbstkühlende Oeltransformatoren von je 300 kVA Leistung und 220 V Sekundärspannung liefern die für den Eigenbedarf erforderliche Energie. Diese wird über einen Niederspannungs-Oelschalter mit Maximalstrom- und Nullspannungsauslösung einer im Eigenverbrauchsraum neben dem Maschinensaal befindlichen Schalttafel (Abbildung 95) zugeführt und zum Teil zur Speisung der Heizung verteilt, zum Teil mittels zwei Gruppen zu 50 kW Leistung in Gleichstrom von 220 Volt umgeformt für Beleuchtung, Motoren und Steuerstromkreise der Schaltanlagen. Eine im Keller unter dem Eigenverbrauchsraum aufgestellte Akkumulatorenbatterie von 120 Elementen und einer Kapazität von 432 Ah bei dreistündiger Entladung und eine gleiche mit sechs Elementen für die Signallampen und Trennschalterrückmelder sind als Reserve vorhanden. — Zur Heizung kann, wie schon erwähnt, auch die Warmluft der Generatoren Nr. 3 und 4 durch die Kellergänge in die Schaltanlage geleitet werden.

An Hebezeugen sind im Kraftwerk vorhanden: im Maschinensaal ein Viermotoren-Laufkran mit einer 80 t und einer 15 t Hubwinde; im Transformatoren-Montageraum ein Dreimotorenlaufkran mit einer 50 t Hubwinde; im Rohrleitungshaus ein 8 t Handlaufkran und im Treppenschacht des Schalthauses ein 2 t Aufzug mit Druckknopf-Steuerung; ein 8 t Bockkran mit Handantrieb diente zum Verladen der Rohre auf die Seilbahn.

Zur Versorgung der Zentrale und der Dienstwohnhäuser mit Trinkwasser wurde am nördlichen Berghang Quellwasser gefasst, dessen Ueberschuss in einen rd. 70 m³ haltenden und 71 m über Kellersohle liegenden Kühlwasserbehälter fliesst, dem auch noch andere Quellen zugeleitet werden. Ein doppelter Verteilrohrstrang erstreckt sich in der Zentrale von den Transformatorenkühlern bis in den Maschinensaalkeller, wo das Lagerkühlwasser abgezapft wird und über ein Reduzierventil von 83/7,4 at eine Reservespeisung von den Hochdruckleitungen aus vorgesehen ist.

IV. Bau- und Betriebskosten.

Die Baukosten des Kraftwerkes Ritom betragen rund 22,5 Mill. Fr. Davon entfallen auf:

Verwaltung und Bauleitung	650 000 Fr.
Verzinsung des Baukapitals	1 300 000 Fr.
Grunderwerb	250 000 Fr.
Strassen und Verbauungen	500 000 Fr.
Wasseranlagen	4 900 000 Fr.
Rohrleitung	4 800 000 Fr.
Gebäude	3 100 000 Fr.
(Maschinenhaus 47,40 Fr./m³).	
Masch. und elektr. Ausrüstung	7 000 000 Fr.

Die jährlichen Betriebskosten betragen rd. 1 900 000 Fr., d. h. 8,5% des Anlagekapitals, wobei eine Verzinsung von 5% eine Tilgung von ½% des gesamten Anlagekapitals, sowie eine Einlage in den Erneuerungsfonds von 3% des Kapitalbetreffnisses für die maschinellen und elektrischen Einrichtungen einschliesslich Rohrleitung und Zubehör in Rechnung gestellt werden.

Wir haben bereits weiter oben angegeben, dass die durchschnittliche 24-stündige Leistung des Werkes 8000 PS an den Turbinen betrage, was einer Leistung von 5200 kW ab Kraftwerk und einer Energieproduktion von rd. 45 Mill. kWh entspricht. Es stellt sich somit der Preis pro kWh bei voller Ausnützung des Werkes auf 4,2 Cts., wobei zu berücksichtigen ist, dass die Energie dank dem grossen Speicher-

Die Schaltanlagen des Kraftwerks Ritom.

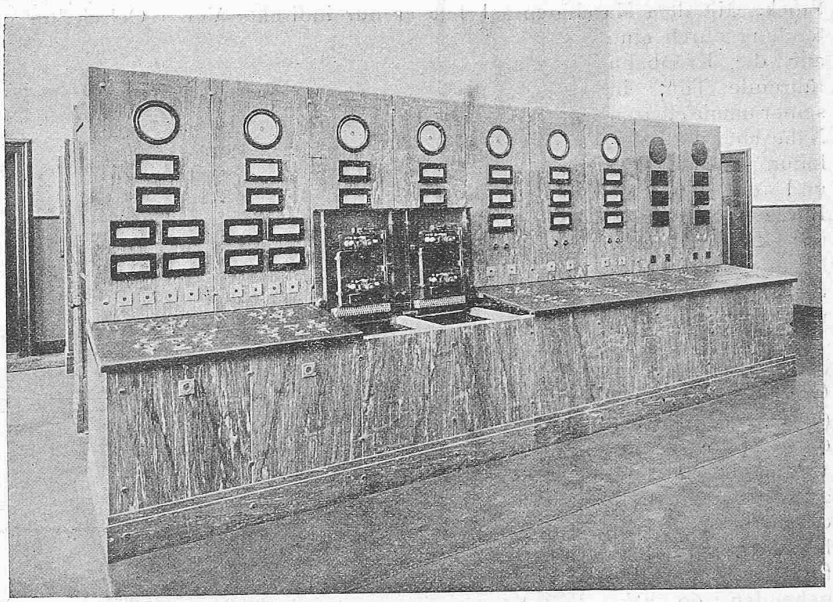


Abb. 92. Transformatoren-Schaltpult, zwei Felder-Pultdeckel aufgeklappt.

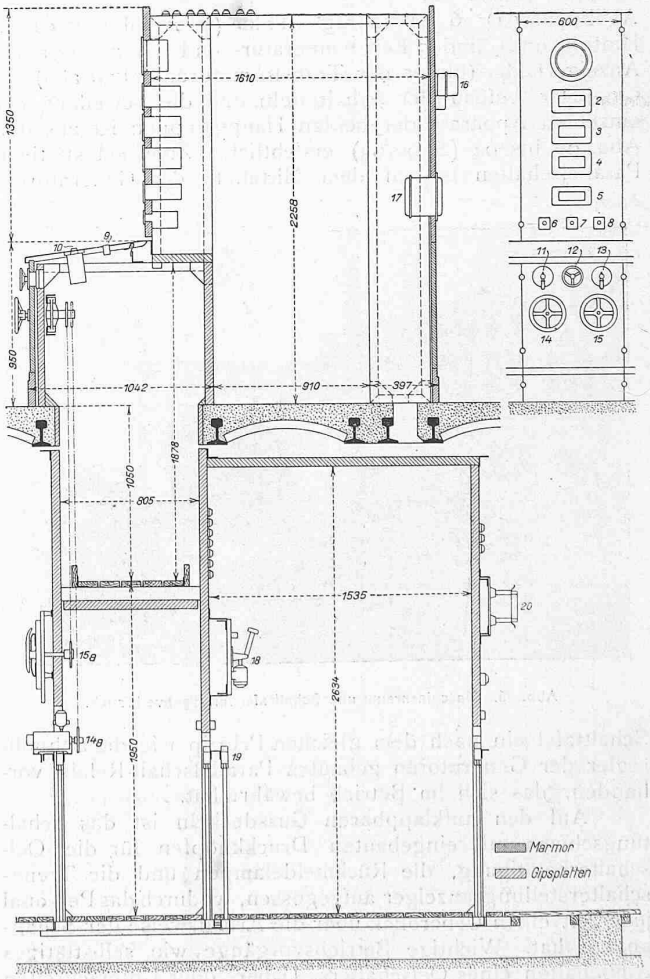


Abb. 93. Schnitt durch den Schalttafel-Aufbau, 1 : 40.

becken und dem hohen Ausbau der Anlage ausschliesslich als Winterenergie Verwendung finden kann. Im weiteren ist hervorzuheben, dass die Anlage in den Jahren 1917 bis 1920 erstellt wurde, d. h. in der Zeit der grössten Teuerung.

Zum Schlusse erwähnen wir, dass folgende Haupt-Unternehmungen am Bau beteiligt waren: Seeanstich, Staumauer, Wasserfassung, Zulaufstollen und Wasserschloss: *Baumann & Stiefenhofer,* Wädenswil. — Unterbau der Druckleitung und Seilbahn: *Maggi & Ramseyer*, Piotta. — Druckleitung samt Ausrüstung der Apparatenkammer: *Escher Wyss & Cie.,* Zürich. — Maurer- und Betonarbeiten des Maschinenhauses: *Seeberger,* Frutigen; *Ghielmetti & Moccetti*, Bern; *Leuenberger*, *Trachsel & Niggli,* Spiez. — Turbinen: *Piccard*, *Pictet & Cie.*, Genf. — Generatoren: *Brown, Boveri & Cie.,* Baden; Transformatoren und 60 kV-Schaltanlage: *Maschinenfabrik Oerlikon;* 15 kV-Schaltanlage mit Schaltstand: *Carl Maier,* Schaffhausen.

Die während der Bauzeit herrschenden kritischen Arbeitsverhältnisse veranlassten die Generaldirektion der S. B. B. zu einer weitgehenden Verteilung der Arbeiten und Lieferungen, sodass sich im ganzen über 50 grössere und kleinere Unternehmungen am Bau beteiligten. Es würde zu weit führen, sämtliche Unternehmungen hier zu nennen.

Die Projektierung und Oberleitung des Baues besorgte der Oberingenieur für Elektrifikation der S. B. B., *E. Huber-Stockar* und seine Stellvertreter *H. Eggenberger*, *A. Dänzer* (†) und *H. Egg,* sowie Architekt *Th. Nager* bei der Generaldirektion der S. B. B. Die örtliche Bauleitung lag in den Händen der Ingenieure *Weitnauer* (baulicher Teil) und *H. Habich* (maschineller und elektrischer Teil). Im weitern waren als Bauführer tätig die Ingenieure *Lucchini*, *Ochsner, Lusser*, *Boller*, Architekt *Bloch* und der gegenwärtige Betriebsleiter *Schmid.*

Das Stahlbeton-Verfahren.

Von Ingenieur *C. H. Müller,* Zürich.

Bei Eisenbetonbauten sind die Sicht- und Gebrauchsflächen vielfach Beanspruchungen ausgesetzt, die nicht nur auf statischem Gebiete liegen. Im Vordergrund steht dabei die mechanisch-physikalische Inanspruchnahme, die an die Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit der Betonflächen oft grosse Anforderungen stellt. Bei Fussböden in Fabriken, Lagerräumen, Autohallen, Waschküchen, Pferdeställen, Kokslöschbühnen, Treppen für Bahnhöfe, Geschäftshäusern und öffentlichen Gebäuden aller Art, bei Rutschflächen von Silos, Erzbehältern und Kohlenbunkern, in Kesselhäusern, ferner bei der Wegerung von Eisenbeton-Schiffen, sowie bei den Arbeitsböden in Eisenbeton-Eisenbahnwagen, Strassenbahnschienen-Einfassungen, Randsteinen usw. steht die Frage der mechanischen Abnützung des Betons im Vordergrund. Nicht nur die allgemein bekannte Tatsache, dass der übliche, wenn auch in gutem Mischungsverhältnis hergestellte Beton derartig grossen und ständigen Abnützungsvorgängen nicht gewachsen ist, sondern auch der Umstand, dass dabei meistens eine erhebliche Staubentwicklung stattfindet, die vielfach als sehr lästig und schädlich empfunden wird, hat Anlass zu verschiedenen Versuchen und Vorschlägen gegeben, die Beton-Oberflächen in dieser Hinsicht zu verbessern. Die ausführende Praxis kennt bis jetzt kein Mittel, das in allen Teilen genügend befriedigt hätte. Der Grund hierfür liegt zum Teil darin, dass nach den älteren Verfahren die verbesserten Betonflächen keine gleichmässige Widerstandsfähigkeit, sondern härtere und weichere Teile aufweisen, von denen die weicheren Teile (Zement oder Beton) unter entsprechender Entwicklung vom Staub der Abnützung rascher anheimfallen. Dadurch entstehen bald Unebenheiten, die verschiedene Nachteile mit sich bringen. Es ist deshalb begreiflich, wenn gegenüber allen derartigen Anpreisungen ein starkes Misstrauen besteht, das nur durch greifbare Beweise einer besseren Leistung beseitigt werden kann.

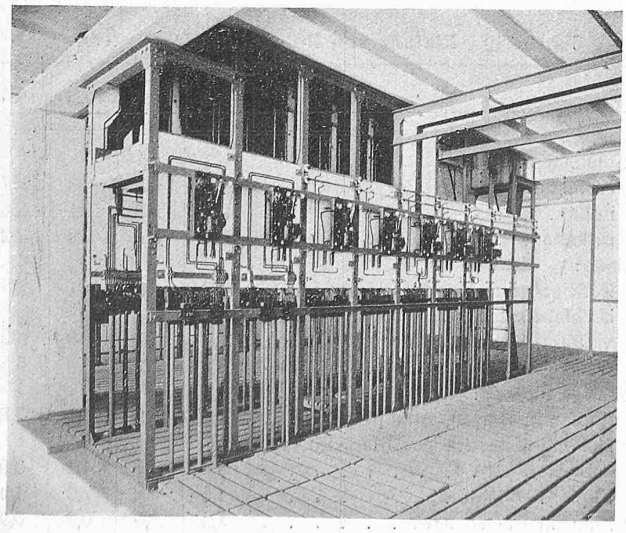


Abb. 94. Verteilraum unter den Schaltpulten.

In voller Kenntnis dieser Verhältnisse und der Schwierigkeit der Aufgabe sind nun schon seit Jahren eingehende Versuche und Erprobungen durchgeführt worden, um ein Verfahren herauszubringen, das den vorerwähnten Ansprüchen genügt. Die Versuche haben erst Ende 1920 zum vollen Erfolge geführt; die einzelnen Phasen des Werdeganges haben deutlich erkennen lassen, wie schwer es ist, einerseits *grösste Härte* und anderseits weitgehende *Staubfreiheit* der Oberfläche mit einander zu verbinden.

Das *Stahlbeton-Verfahren* nach den Patenten von Professor Dr.-Ing. *Kleinlogel* in Darmstadt gestattet, eine in beliebiger Stärke aufzubringende, zusammenhängende, einheitlich geschlossene, gegen mechanische Abnützung in hohem Grade widerstandsfähige und dabei staubfrei bleibende, metallartige Haut auf Beton zu erzeugen. Stahlbeton ist eine künstliche Eisenmasse, hergestellt durch Mischung von Portlandzement mit einem eigens dazu präparierten Härtematerial. Für die Beurteilung der Güte, der praktischen Brauchbarkeit und der Wirtschaftlichkeit des Stahlbeton-Verfahrens mögen die nachstehenden Angaben dienen, die sich einesteils auf amtliche Versuche, andernteils auf die bisherigen Erfahrungen der Praxis stützen.

Härtegrad. Die seit Dezember 1919 bis zum heutigen Tage durchgeführten Versuche in den Materialprüfungsanstalten der Technischen Hochschulen in Stuttgart und Darmstadt haben ergeben, dass die mit Stahlbeton versehenen Probekörper einen ganz ausserordentlichen Härtegrad besitzen, der sowohl jedem Kunststein als auch dem härtesten Naturstein überlegen ist. Beispielsweise ist die Stahlhaut selbst besten maschinengepressten Kunststeinplatten an Abnutzung achtfach überlegen und bei bestem Granit von besonderer Auslese ergab sich aus 30 Versuchen ein Mittelwert von 2,2-facher Ueberlegenheit.

Staubfreiheit. Die Tatsache der Staubfreiheit geht ohne weiteres aus der Sonderart der Erzeugung des Stahlbetons hervor, indem schliesslich an der Oberfläche keinerlei Teile eines Bindemittels und dergleichen, sondern nur noch Metallteile vorhanden sind, die bekanntlich an sich zu einer Staubentwicklung kaum Anlass geben können.

Rostsicherheit. Da stahlartige Oberflächen an sich der Gefahr des Rostens unterliegen, ist es erforderlich, bei der Verarbeitung der Stahlhaut darauf zu achten, dass bei der Abglättung das Bindemittel anfänglich bis zur Oberfläche hervortritt und ein spachtelartiger Ueberzug zurückbleibt. Bei angestellten Beobachtungen hat sich ergeben, dass Stahlbeton-Flächen, die dauernd der Benutzung unterliegen, keinen Rost aufweisen. Sollte sich aber an der Oberfläche der Stahlhaut Rost bilden, so handelt es sich nur um einen äusseren Hauch, zumal die darunterliegenden weiteren Teile der Härteschicht durch die Eigenart des Verfahrens ohne weiteres gegen Rost geschützt sind.

Haftfestigkeit. Es ist eine besondere Eigentümlichkeit der metallischen Haut, dass sie mit der Unterlage (Beton und dergl.) eine ausserordentlich innige Verbindung eingeht. Die Haftfestigkeit der Stahlbetonmasse ist ganz hervorragend, und zwar nicht nur auf frischem, sondern auch auf altem Beton oder auf Stein. Beispielsweise wurde an einer Granitstufe, die mit Stahlbeton überzogen worden war, ein Stück Granit an der Kante abgeschlagen und dieses durch Stahlbetonmasse ersetzt. Nach entsprechender Erhärtung wurde eine Lostrennung der Stahlbetonmasse versucht, wobei sich jedoch die Masse nur mit anhaftenden Stücken Granit