

Das Kraftwerk Cervara und die elektr. Kraftübertragung nach Narni

Autor(en): **Pasching, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **55/56 (1910)**

Heft 14

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-28685>

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 Cervara und die elektr. Kraftübertragung nach Narni. — Wettbewerb für eine Heilstätte für Lungenkranke in Arosa. — Triebwerksanordnung bei einer elektrischen $\frac{1}{4}$ Güterzugslokomotive für Vollbahnen. — Miscellanea: Tägliche Bewegungen der Eiffelturm-Spitze. Betriebskraft für das Minengebiet von Transvaal.

Eidg. Polytechnikum. — † C. Vicarino. — Konkurrenzen: Trinkwasserbrunnen in der Stadt Bern. Bebauungsplan Beauregard bei Serrières-Neuchâtel. Primarschulhaus Meiringen. — Literatur. — Ergänzung. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung.

Band 55.

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

Nr. 14.

Das Kraftwerk Cervara und die elektr. Kraftübertragung nach Narni.

Von Dipl.-Ing. L. Pasching, Zürich.

Allgemeines.

Die „Società Industriale Elettrica della Valnerina“ in Terni besitzt im Tale der Nera eine grosse Kraftübertragungsanlage, die hauptsächlich den elektrochemischen Fabriken der Gesellschaft in Narni die elektrische Energie liefert. Einige kurze Mitteilungen über die Entstehungsgeschichte dieser Anlagen seien hier vorangeschickt. Schon

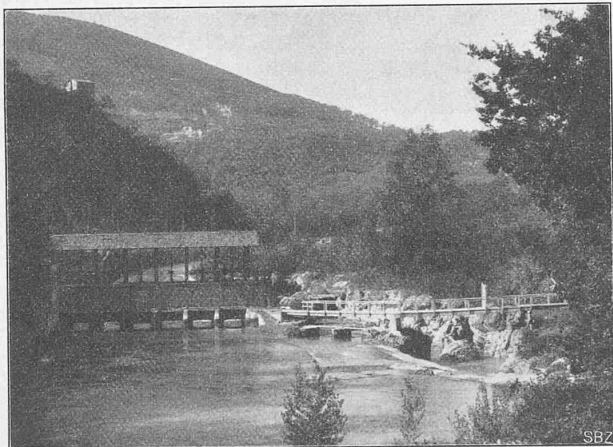


Abb. 1. Wasserfassung bei der Brücke von Papigno.

im Jahre 1886 hat die Gesellschaft, als eine der ersten in Italien, eine Wasserkraftanlage erbaut, um in der Stadt Terni eine elektrische Licht- und Kraftverteilung einzurichten. Dies erste Werk, das die Wasserkraft des Nerinkanales benutzte, enthielt drei Einphasenwechselstrom-Generatoren von je 80 *kw* der Firma Ganz & Co., die um jene Zeit bekanntlich die ersten Wechselstromanlagen mit Transformatoren ausführte. Die Anlage vermochte durch ungefähr sieben Jahre den Bedürfnissen der Stadt zu genügen. Dann aber waren die Maschinen, einschliesslich des dritten Reservegenerators, vollbelastet und man schritt im Jahre 1895 zum Bau eines zweiten Kraftwerkes, das unmittelbar neben dem ersten lag und zwei Generatoren von je 85 *kw* der Maschinenfabrik Oerlikon enthielt. Jedes der beiden Werke bediente einen besonderen Teil der Stadt. Die rasche industrielle Entwicklung von Terni brachte es jedoch mit sich, dass binnen weniger Jahre auch diese Anlagen am Ende ihrer Leistungsfähigkeit angelangt waren. Da sich zudem die Möglichkeit bot, bedeutende Mengen elektrischer Energie für industrielle Zwecke

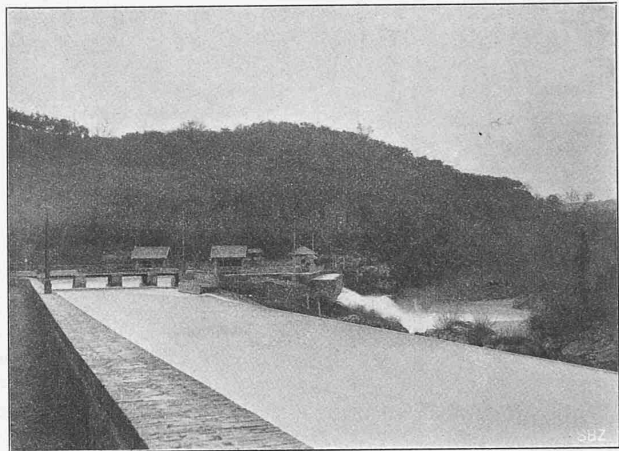


Abb. 2. Einlauf in das Klärbecken; Spülschleusen.

abzugeben, unter anderem auch an die bekannten Stahlwerke in Terni, suchte die Gesellschaft nach weiteren, ergiebigen Kraftquellen.

Die mächtige Cascata delle Marmore, die sich etwa 7 *km* oberhalb Terni in die Nera stürzt und als einer der schönsten Wasserfälle Europas gilt, war zum Teil schon ausgenützt, zum Teil war die Konzession bereits vergeben. Die Società Valnerina erwarb daher eine Konzession zur Ausnützung des Gefälles der Nera unterhalb jener Cascata. In der Nähe der Brücke von Papigno wurde die Wasserfassung errichtet und etwa 1 *km* unterhalb fand sich eine passende Stelle — La Cervara genannt — für die Anlage des Turbinenhauses. Das auf dieser Strecke ausnützbare Gefälle beträgt etwa 23,7 *m*, die mittlere Wassermenge 40 *m*³ in der Sekunde, was einer Leistung von rund 12 600 *PS* nom. entspricht.

Der ursprüngliche Plan der Gesellschaft war, zwei Zentralen zu errichten: eine zur Licht- und Kraftversorgung

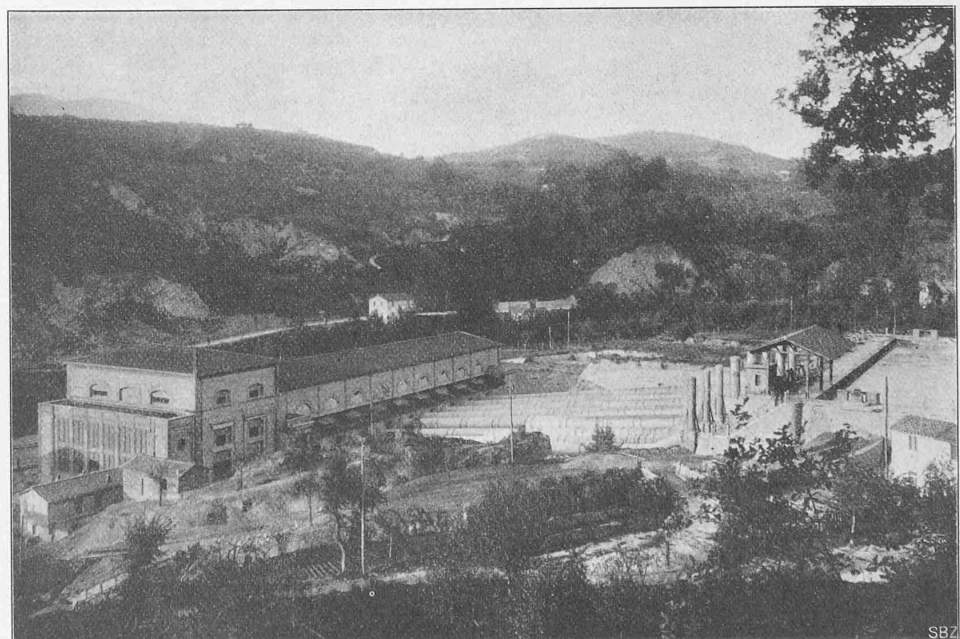
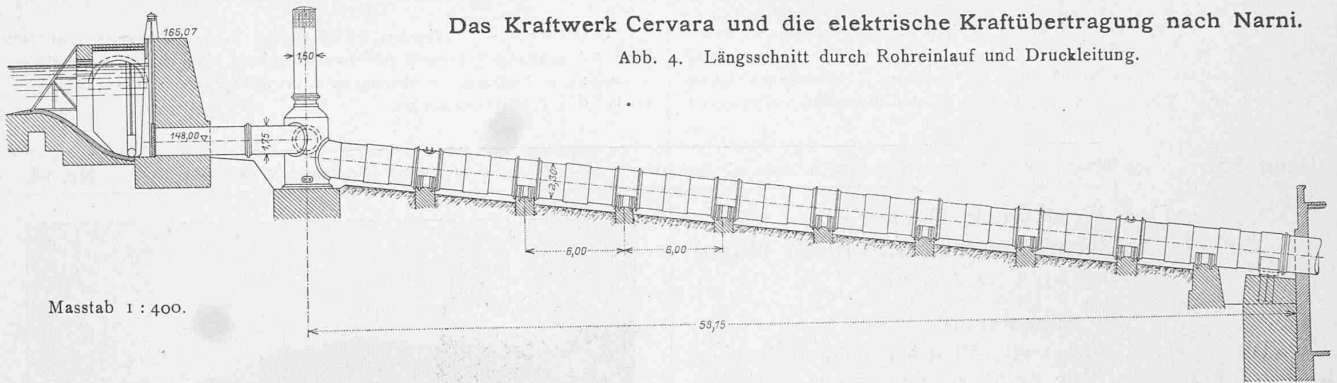


Abb. 3. Neue Zentrale Cervara mit Wasserschloss und Druckleitungen.

Das Kraftwerk Cervara und die elektrische Kraftübertragung nach Narni.

Abb. 4. Längsschnitt durch Rohreinlauf und Druckleitung.



der Stadt Terni, die zweite zur Kraftlieferung für das Stahlwerk Terni. Im Frühling 1901 wurde nach Plänen und unter Leitung von Ing. Cassian-Bon mit den Arbeiten begonnen. Die Wasserbauten wurden sofort für die volle Leistung ausgeführt und eine erste Zentrale errichtet, in der zunächst zwei Turbinen mit horizontaler Welle von je 1000 PS Leistung, geliefert von der Firma Riva & Monneret in Mailand, zur Aufstellung kamen. Mit den Turbinen sind zwei Drehstrom-Generatoren von je 865 KVA Leistung gekuppelt, die bei 252 Uml/min Drehstrom von 3750 Volt verketteter Spannung und 42 Perioden erzeugen. Die Wahl der Spannung erfolgte mit Rücksicht auf die vorhandenen, an das städtische Netz angeschlossenen Einphasentransformatoren von 2100 Volt. Dieses Kraftwerk ist seit Ende 1903 im Betrieb.

Mittlerweile hatte die Gesellschaft jedoch beschlossen, alle verfügbare Kraft für die Zwecke der elektrochemischen Fabrikation zu verwenden. Der ursprüngliche Plan, zwei Zentralen zu errichten, wurde daher fallen gelassen, die erste Zentrale nicht weiter ausgebaut, sondern ein einziges, den geänderten Bedürfnissen entsprechendes Maschinenhaus geschaffen, in dem auch die beiden bereits vorhandenen Einheiten von 1000 PS Platz fanden.

Hydraulische Anlage.

Die Wasserbauten wurden, wie erwähnt, bereits in den Jahren 1901 bis 1903 erstellt und beim Bau der Neuanlage nur mit den nötigen Abänderungen versehen. Unter-

halb der Brücke von Papigno ist die Wasserfassung gelegen (Abb. 1). Das Wasser gelangt durch sechs Oeffnungen von je 2 m lichter Weite, die durch eiserne Schützen abgeschlossen werden können, in einen offenen Kanal von 385 m Länge, einer mittleren Breite von 12 m, einer Tiefe von 2 m und einem Gefälle von 1‰. Dieser mündet in ein Klärbecken von 2300 m² Oberfläche (Abb. 2). Der Einlauf in das Becken wird durch fünf Oeffnungen gebildet, die durch Schützen verschliessbar sind. Gegen die Nera

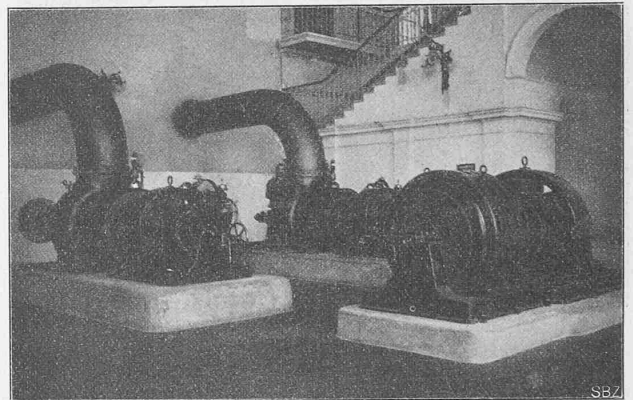


Abb. 10. Turbo-Erreger und Erreger-Umformergruppe.

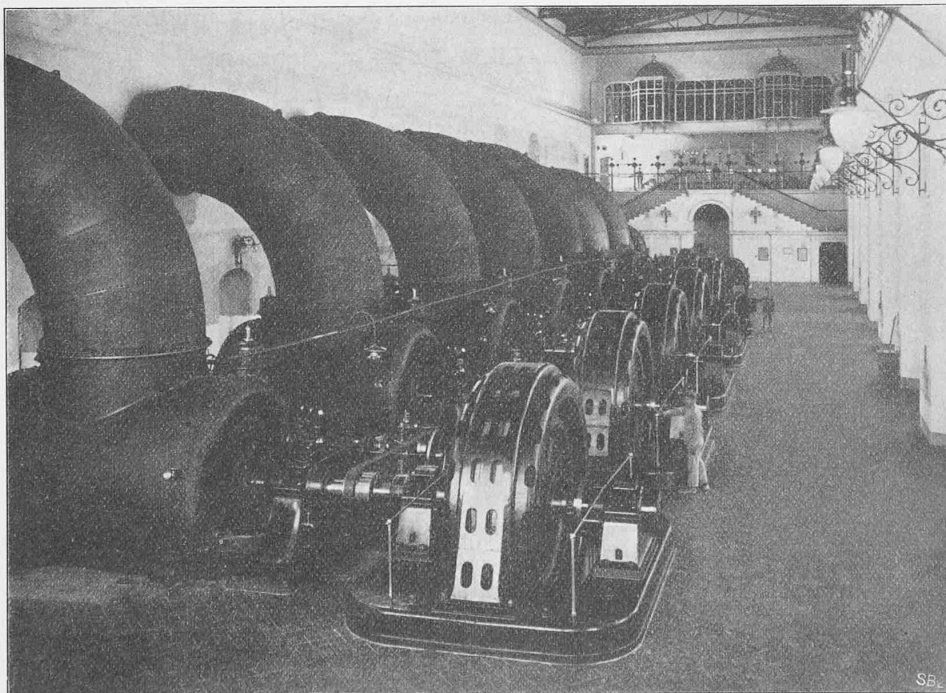


Abb. 7. Maschinsaal und Schaltbühne der neuen Zentrale «La Cervara».

zu ist oberhalb dieser Schützen ein Ueberfall angeordnet. Quer durch das Klärbecken zieht sich ein Einbau, dessen Oberkante bis 1,80 m unter den Wasserspiegel reicht und der den Zweck hat, Sand und Kies am Eindringen in die Stollen zu verhindern, bzw. bei offenen Spülschleusen (zehn zu je 2 m Breite) wieder nach der Nera abzuführen. An das Klärbecken schliessen sich zwei parallele Stollen von 520 m Länge, 3,50 m Breite und je 11 m² Querschnitt, die bei der Cervara in ein offenes Wasserschloss von 3640 m² Oberfläche münden (Abb. 3).

In der Stirnmauer des Wasserschlosses bilden 12 Schleusen den Abschluss für die einzelnen Rohrleitungen. Diese Schleusen waren anfänglich ausgeführt worden, da in den geplanten Kraftwerken 12 Einheiten von je 1000 PS zur Aufstellung kommen sollten.

Für die neue Anlage waren jedoch nur sechs Einheiten zu je 2200 PS in Aussicht genommen. Um nun die bereits bestehenden Schleusen und Rohreinläufe dennoch benutzen zu können, half man sich in folgender Weise. Je drei aus

tionsturbinen stammen von der Firma *A. Calzoni* in Bologna. Je nach dem zwischen 19,6 und 23,7 m schwankenden Gefälle schluckt jede Turbine etwa 10 300 bis 8700 l Wasser in der Sekunde, was einer Leistung von rund 2200 PS_e entspricht. Der Maschinensaal hat eine Länge von 66 m und eine Breite von 15 m; an seinem untern Ende befindet sich die Schaltbühne, dahinter das Apparaten- und Transformatorenhaus (Abb. 7 und 8).

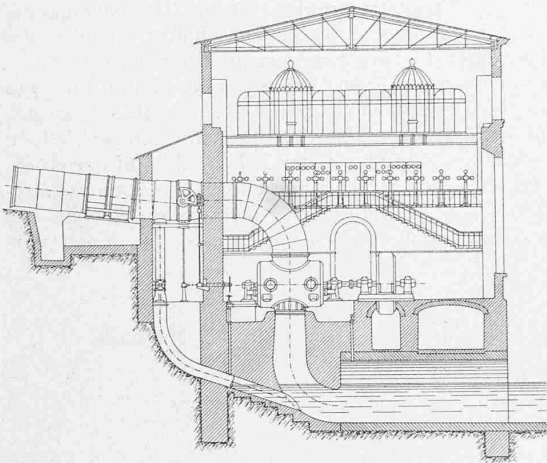


Abb. 5. Querschnitt der Zentrale. — 1:400.

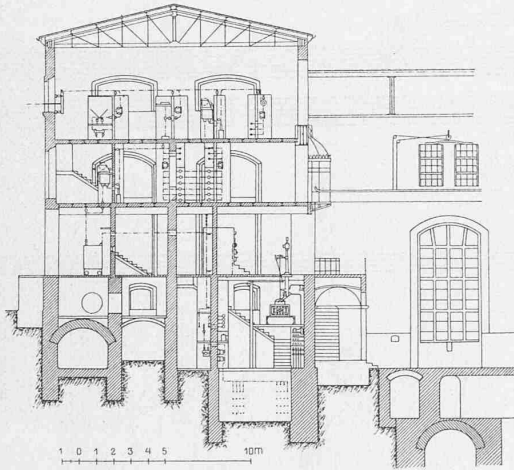


Abb. 8. Schnitt durch Schaltbühne und Apparatenhaus. Masstab 1:400.

dem Wasserschloss kommende Leitungen wurden vereinigt und speisen nunmehr zusammen zwei Druckleitungen. Auf diese Weise wurden neun dieser Anschlüsse mit den sechs Druckleitungen für die Einheiten zu 2200 PS kombiniert. Zwei weitere Anschlüsse dienen den beiden schon vorhandenen Turbinen von 1000 PS, die von der alten nach der neuen Zentrale versetzt wurden, die zwölfte Leitung speist die beiden Erregerturbinen. Die genieteten Rohre bestehen aus extra weichem Siemes-Martin-Stahlblech von 7 mm Wandstärke. Ihr Durchmesser beträgt 2300 mm für die grossen und 1750 mm für die kleinen Turbinen (Abb. 4). In jede Rohrleitung ist eine Expansionsmuffe eingebaut. Zum Ausgleich der in den Rohrleitungen etwa auftretenden Druckschwankungen ist jede derselben mit einem vertikalen Luftkamin versehen. Mittelst besonderer Absperrschieber kann jede Leitung am Einlauf abgeschlossen werden. Die Rohrleitungen wurden von den Firmen *Joya père et fils*, Grenoble und *A. Bosco & Fils* in Terni ausgeführt.

In einem parallel zum Maschinensaal verlaufenden Anbau befinden sich die Hauptabsperrschieber der Turbinen. Sie sind hydraulisch entlastet und mittelst an der Seite jeder Turbine angebrachter Handräder vom Maschinensaal aus bedienbar (Abb. 5 und 6). Die doppelkränzigen Reak-

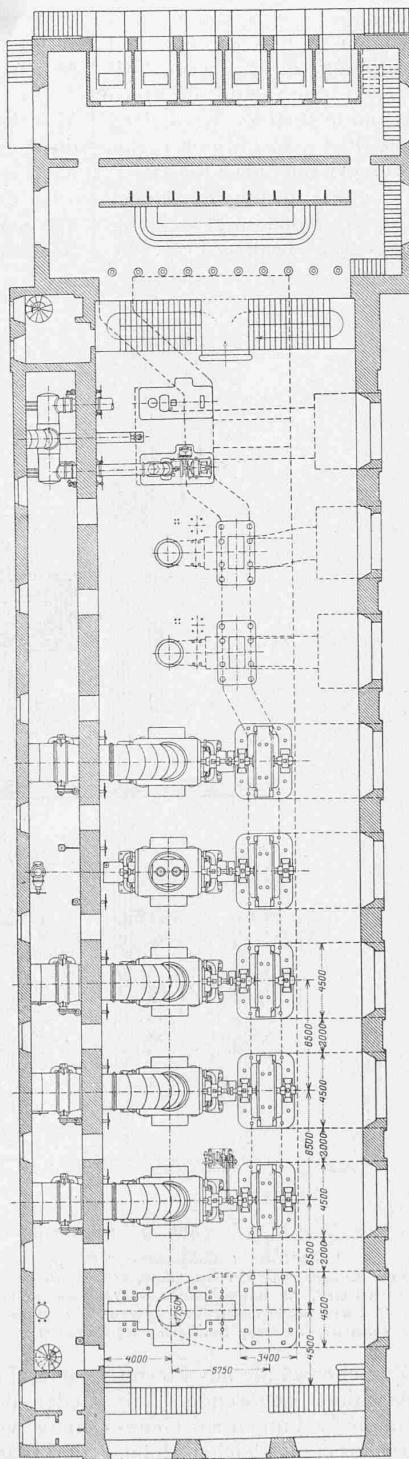


Abb. 6. Grundriss der Zentrale. — 1:400.

melschienen von 27 000 Volt angeschlossen. System A ist im gewöhnlichen Betrieb eingeschaltet, System B dient lediglich als Reserve. Trennschalter vermitteln die entsprechenden Verbindungen zwischen Transformatoren und Linien. Gegenwärtig ist die Fabrik in Narni mit dem Kraftwerk durch eine Linie verbunden, die aus 2 x 3 Drähten besteht; die Linie nach Terni ist vierpolig, mit Nulleiter.

Das Erdgeschoss des Apparatenhauses wird von der Schaltanlage für die Generatoren und den Hauptstromregulator eingenommen. Im I. Stock, der nach aussen

Elektrische Anlagen.

Allgemeine Anordnung.

Diese ergab sich aus der Bedingung, dass zwei verschiedene Betriebe zu bedienen sind: die Licht- und Kraftversorgung für Terni mit 3750 Volt und die Kraftübertragung nach Narni mit 27 000 Volt zum Betriebe der dortigen Carbidfabrik. Dementsprechend sind zwei von einander vollständig getrennte Sammelschienensysteme vorhanden (Schaltungsschema Abb. 9, S. 184). Der Maschinensaal enthält gegenwärtig fünf Drehstromgeneratoren von je 1900 KVA Leistung, die mit den 2200 PS-Turbinen direkt gekuppelt sind; für eine sechste Einheit ist der Raum vorgesehen. Ausserdem wurden, wie bereits erwähnt, die beiden Generatoren zu 865 KVA. der alten Zentrale hier aufgestellt.

Jeder der 1900 KVA.-Generatoren ist mittels Trennschaltern auf beide Sammelschienensysteme schaltbar. Die beiden kleineren Generatoren dienen ausschliesslich für die Speisung des Netzes von Terni und besitzen daher keine solche Umschaltung. Wenn die Generatoren auf das Hochspannungs-Sammelschienensystem von 27 000 Volt (Betrieb Narni) arbeiten, sind sie ohne Zwischensammelschienen unmittelbar mit je einem Transformator gleicher Leistung verbunden und bilden mit diesem eine Einheit. Die Transformatoren sind mit den Oberspannungsklemmen an die in doppelter Ausführung vorhandenen Sam-

eigentlich Erdgeschoss ist, befinden sich die Transformatoren. Das II. Stockwerk dient zur Aufnahme der Transformatorenschalter und Sammelschienen, das III. und oberste enthält die Linien-Schalter und Ueberspannungssicherungen.

Die Maschinen und deren Schaltanlage. Die grossen Generatoren machen 252 Umdrehungen pro Minute und erzeugen Drehstrom von 42 Perioden in der Sekunde und normal 3750 Volt verketteter Spannung, die bis 4150 Volt gesteigert werden kann. Die drei Phasen sind in Stern geschaltet, der vierte Leiter ist mittelst einer besondern Klemme nach aussen geführt, mit Rücksicht auf den Lichtbetrieb in Terni und die daselbst vorhandenen Einphasentransformatoren für 2100 Volt. Die Ausführung der Generatoren ist die übliche mit ruhender Hochspannungswicklung und rotierendem Magnetrad; dieses trägt zwanzig Pole, die mit Bandkupfer hochkant bewickelt sind. Zur Erreichung einer möglichst sinusförmigen Spannungskurve sind die Ränder der Polschuhe mit treppenförmigen Abstufungen versehen. Die beiden Generatoren von 865 KVA. Leistung sind für die gleiche Umdrehungszahl und Spannung gebaut.

Als **Erregermaschinen** sind zwei Gleichstromgeneratoren von je 75 kw Leistung für eine Spannung von 120 bis 145 Volt und 500 Umdrehungen pro Minute vorhanden. Sie werden von besondern Erregerturbinen angetrieben und genügen für die Erregung sämtlicher Einheiten bei vollem Ausbau des Werkes. Ausserdem wurde für die Zwecke der Erregung noch eine Motor-Generatorgruppe aufgestellt. Ein Drehstromasynchronmotor wird gespeist von den 3750 Volt Sammelschienen; er macht 500 Uml/min, leistet 240 PS und besitzt einen in den Rotor eingebauten Anlasswiderstand. Der direkt gekuppelte Gleichstromnebenschluss-Generator liefert bis 1250 Ampère bei 120 bis 150 Volt Spannung. Abb. 10 zeigt die Erregermaschinen.

Generatoren - Schaltanlage. Sämtliche Verbindungsleitungen für die Erregung sind in einem begehbaren Gang unterhalb der Maschinen verlegt und die von den Generatoren zur Schaltanlage führenden Hochspannungsleitungen sind in einem dazu parallelen Gang untergebracht; Zwischenwände aus Eternit trennen die zu den einzelnen Maschinen gehörenden Leitungen. Von diesem Gang führen die Leitungen zur Generatorenschaltanlage, die im Erdgeschoss (auf gleicher Höhe, wie der Maschinensaalboden) gelegen ist.

Jeder Generator hat hier ein besonderes, durch feuerfeste Zwischenwände abgetrenntes Feld, das auf einer Seite enthält: zwei Stromwandler für das Wattmeter, einen für das Ampèremeter und drei für das Maximal-Rückstromrelais, sowie einen Spannungstransformator für Wattmeter, Relais und Voltmeter. Auf der Rückseite dieses Zellen-systems sind der vierpolige Oelschalter mit selbsttätiger Maximal- und Rückstromauslösung und die Trennmesser montiert, die zur Verbindung des Generators mit den dahinter liegenden 3750 Volt Sammelschienen oder mit dem zugehörigen Transformator dienen. Die Bedienung der Oelschalter er-

folgt mittelst Seilantrieb von den Säulen auf der Hauptschaltbühne. Die beiden 865 KVA.-Generatoren sind mit den nämlichen Apparaten ausgerüstet wie die übrigen, jedoch unmittelbar mit den Sammelschienen für 3750 Volt verbunden. In dem Raum unterhalb der Schaltsäulen befinden sich die Hauptstromregler für die Drehstromgeneratoren, die zugehörigen Kohlausschalter, sowie die Nebenschlussregler für die Erregermaschinen (Abb. 11).

Transformatoranlage. Die Sammelschienen für 3750 Volt führen vom Erdgeschoss unmittelbar ins II. Stockwerk, die Verbindungsleitungen mit den Transformatoren jedoch nach den einzelnen Transformator-Zellen, die auf der Rückseite des Schalthauses angeordnet und von aussen zugänglich sind (Abb. 12). Entsprechend dem vollen Ausbau des Kraftwerkes sind sechs Zellen vorhanden, in denen vor-

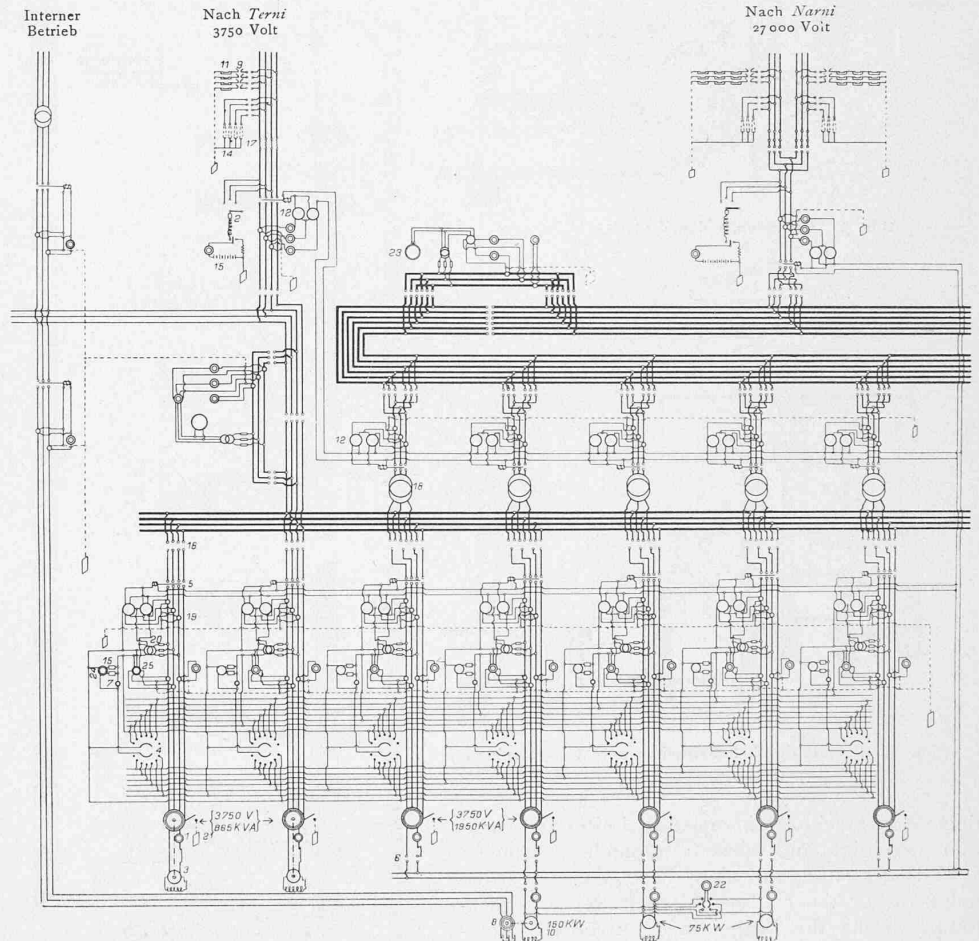


Abb. 9. Schaltungsschema der neuen Zentrale «La Cervara».

LEGENDE: 1. Ampèremeter, 3. Erregermaschine, 4. Voltmeter-Umschalter, 5. Automat. Oelschalter, 6. Kohlschalter für den Erregerstrom, 7. Phasenlampe, 8. Asynchron-Motor, 9. Hönerblitzschutzvorrichtungen, 10. Nebenschlussregler, 11. Wasserwiderstand, 12. Maximal-Zeitrelais, 14. Wasserstrahlapparat, 15. Vorschaltwiderstand, 16. Trennschalter, 17. Induktionsspirale, 18. Transformator 1900 KVA. 3750/27000 Volt, 19. Stromwandler, 20. Spannungswandler, 21. Erdplatte, 22. Voltmeter, 23. General-Voltmeter, 24. Doppelvoltmeter, 25. Wattmeter.

läufig fünf Drehstrom-Transformatoren aufgestellt wurden; jeder derselben leistet 1900 KVA. und erhöht die Spannung von 3750 Volt auf 27000 Volt. Die drei Spulen der Transformatoren sind in Stern geschaltet und mit vollständig getrennten Wicklungen versehen. Die Unterspannungswicklungen sind zunächst den Kernen, die Überspannungswicklungen aussen angeordnet. Ober- und Unterspannung sind durch Zylinder aus imprägniertem Papier mit Mikaeinlagen von einander getrennt; die Zylinder ragen oben und unten so weit über die Spulen hinaus, dass ein Ueberschlagen des Stroms ausgeschlossen ist.

Wie üblich, sind die Transformatoren auf Rollen fahrbar und können leicht aus der Zelle gebracht werden. Sie sind für künstliche Luftkühlung eingerichtet und zum Zwecke einer guten Führung der Kühlluft mit einer Blechverschaltung versehen. Unmittelbar unter den Transforma-

toren zieht sich ein für alle gemeinsamer Druckluftkanal hin. An beiden Enden des Kanals sind Sulzersche Flügelventilatoren angebracht, die durch 10 PS-Drehstrommotoren angetrieben werden. Die Ventilatoren sind derart bemessen, dass ein einziger zur Kühlung sämtlicher Transformatoren genügt.

Aus den einzelnen Transformer-Zellen führen die Leitungen nach dem zweiten Stockwerk, wo sich die Transformator-schalter befinden (Abb. 13). Diese Schalter sind mit selbsttätiger Maximalauslösung versehen und werden gleichfalls mittelst Seilantriebes von den Schaltsäulen aus bedient. Sie sind für Strom-Zu- und Abführung von unten

können sowohl jeder Transformator als auch die abgehende Linie auf die Sammelschienen A oder B geschaltet werden. Durch Aufschriften an den Zellenwänden kann das Bedienungspersonal erkennen, welche Verbindungen die einzelnen Schalter vermitteln und zu welchen Einheiten die verschiedenen Apparate gehören. Diese Bezeichnungen wurden in der ganzen Anlage systematisch durchgeführt.

Zwischen den Anschlüssen der Transformatoren und denen der abgehenden Linien sind in die Sammelschienen für 27 000 und 3750 Volt die Strom- und Spannungswandler für die Leistungsmessung, die Generalampèremeter und Generalvoltmeter eingebaut. Trennschalter ermöglichen

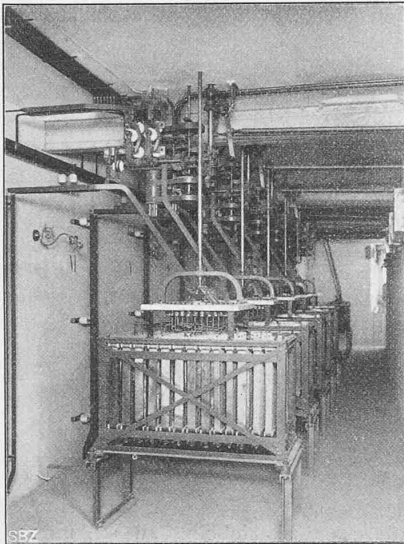


Abb. 11. Hauptstrom und Nebenschluss-Regler.

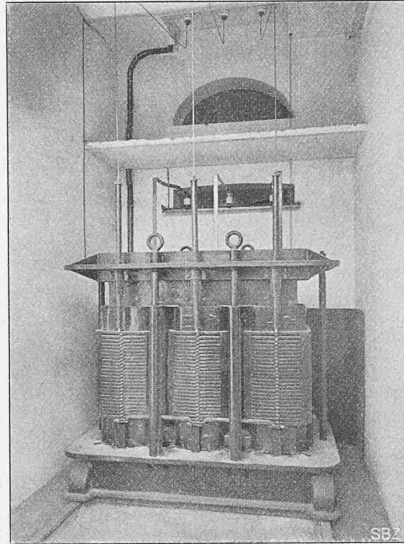
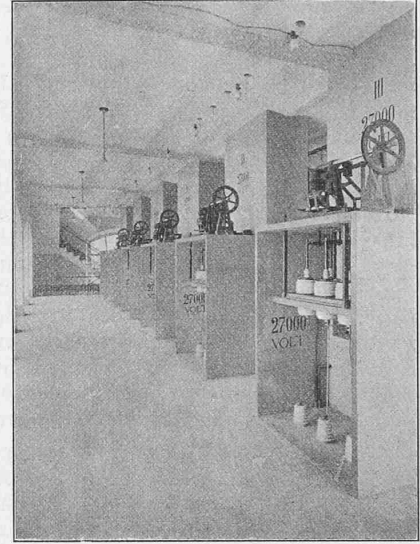
Abb. 12. Transformator, Δ , 1900 KVA., $\frac{3750}{27000}$ V.

Abb. 13. Transformator-schalter für 27000 V.



Abb. 14. 27000 V.-Schalter für Linie Narni.

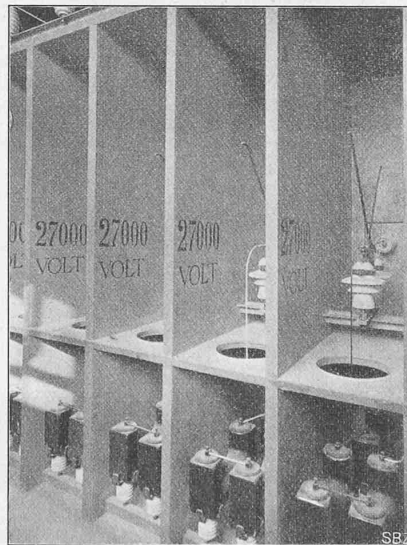


Abb. 15. Funkenstrecken und Wasserwiderstände.

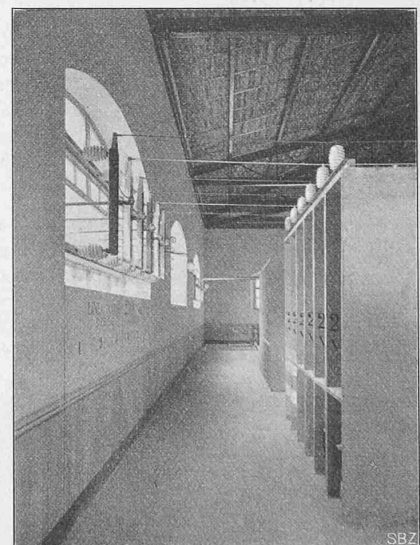


Abb. 16. Ausführung der Linie Narni.

gebaut; alle Teile für die Betätigung und die selbsttätige Auslösung sind oben angebracht und von den stromführenden Teilen völlig abgeschlossen. Von den Schaltern führen die Leitungen unter Zwischenschaltung von drei Stromwandlern für die Betätigung des Maximal-Zeit-Relais zu einem Zellen-system, das die Sammelschienen und die erforderlichen Trennschalter enthält.

Das Sammelschienensystem. Wie aus dem Schaltungs-schema (Abb. 9) hervorgeht, sind zwei Systeme von 27 000 Volt-Sammelschienen vorhanden, von denen eines abschliesslich als Reserve dient. Mittels Trennschaltern

hier im Falle eines Defektes an diesen Apparaten während des Betriebes, die Sammelschienen kurz zu schliessen und die betreffenden Apparate auszuschalten.

Die abgehenden Linien. Die Linie von 3750 Volt für den Betrieb Terni ist vierpolig mit Nulleiter ausgeführt. Sie enthält an Apparaten: drei Stromwandler für die Speisung der Ampèremeter und des Maximal-Zeitrelais, einen vierpoligen selbsttätigen Oelschalter, der mittelst Seilantrieb von der Hauptschaltbühne angetrieben wird, und je eine Induktionsspirale pro Pol. Als Ueberspannungssicherungen sind Hörnerfunkenstrecken mit je einem Tonröhrenwasser-

widerstand und vierpolige Wasserstrahlapparate verwendet. Die Isolationsprüfung der Linie erfolgt, indem man mittels eines Umschalters einen beliebigen Pol mit einer Drosselspule verbindet, die unter Zwischenschaltung eines Ohmmeters und einer kleinen galvanischen Batterie an Erde gelegt ist; die Prüfung des Isolationswiderstandes findet auf diese Weise durch Ueberlagerung von Gleichstrom statt.

Zur Speisung der internen Betriebe ist an die Sammelschienen von 3750 Volt ein Transformator von 60 kw Leistung angeschlossen, der die Spannung von 3750 Volt auf 500 Volt herabsetzt.

Die Linie von 27000 Volt für den Betrieb von Narni besteht aus 2×3 Drähten. Für diese Linie ist ein selbsttätiger Maximalölschalter vorhanden, der für elektromagnetische Fernbetätigung von der Schalttafel aus eingerichtet ist (Abb. 14). Die Betätigung des Relais und die Speisung der Linienampèremeter erfolgt durch drei Stromwandler. Jeder abgehende Draht ist mit einer Induktionsspirale ausgerüstet und durch eine Hörnerfunkenstrecke mit vier in Serie geschalteten Wasserwiderständen (Abb. 15) und einem Wasserstrahlapparat für dauernde Erdung vor atmosphärischen Entladungen und Ueberspannungen geschützt. Abbildung 16 zeigt die Ausführung und Endabspannung der Freileitungen.

Auf der *Hauptschaltbühne* (Abb. 17 und 18) sind alle zur Bedienung der Anlage erforderlichen Apparate und Messinstrumente vereinigt. Die Schaltsäulen tragen die Instrumente, Bedienungshebel usw. für die Maschinen, die Schalttafel dient der Linienkontrolle. Fünf Säulen sind für die 1900 KVA.-Generatoren bestimmt, jede davon trägt: einen Handhebel für den selbsttätigen Oelschalter des Generators; einen Handhebel für den selbsttätigen Oelschalter des Transformers; ein Handrad für den Hauptstromregler im Erregerstromkreis; ein Handrad für den Kohlenauschalter der Erregung.

Erregerschalter und Hauptschalter des Generators sind miteinander mechanisch verriegelt, sodass man den Generatorschalter erst nach Einschaltung der Erregung schliessen und den Erregerschalter nur bei geöffnetem Hauptschalter öffnen kann. Da bei der selbsttätigen Ausschaltung der Generatoren- oder Transformatorenschalter

das Antriebsgestänge nicht mitbewegt wird und so der Schalttafelwärter nicht ohne weiteres erkennen kann, ob ein solcher Automat aus- oder eingeschaltet ist, wurde eine Rückmeldevorrichtung durch Signallampen eingerichtet.

An Messinstrumenten trägt eine Generatorsäule: ein Ampèremeter für den Erregerstrom, ein solches für den Maschinenstrom, einen Ferraris-Leistungszeiger und ein Doppelvoltmeter für die Parallelschaltung. Diese wird vorgenommen, indem man die Spannung der zuzuschaltenden Maschine mit einer bereits in Betrieb befindlichen vergleicht. Zu diesem Zwecke ist an jeder Säule ein Voltmeterumschalter mit sieben Kontakten angebracht. Auf der dem Maschinensaale zugewendeten Seite der Säulen ist je eine Phasenlampe montiert, als Signal für den Turbinenwärter. Die Säulen für die beiden 865 KVA.-Generatoren, die ausschliesslich den Betrieb Terni bedienen, sind völlig gleich ausgerüstet, es fehlt bloss der Hebel für den Transformatorschalter. Die nächste Säule enthält die Apparate der Motor-Generatorgruppe und zwar für den Drehstrommotor Ampèremeter und Schalthebel, für den Gleichstrom-Generator Ampèremeter, Voltmeter, Schalthebel und Handrad für den Nebenschlussregler. Der Anlasswiderstand ist, wie bereits bemerkt, in den Motor eingebaut und wird an diesem selbst bedient.

Für die beiden durch Turbinen angetriebenen kleinen Erregermaschinen ist eine gemeinsame Säule vorhanden mit zwei Handrädern, zwei Hebeln, zwei Ampèremetern und einem Voltmeter mit dreipoligem Voltmeterumschalter. Links und rechts von der Schaltbühne sind die beiden Generalvoltmeter für die Betriebe Terni und Narni an Wandarmen befestigt. Sie besitzen doppelte, durchscheinende Skalen und sind auf diese Weise sowohl von der Schaltbühne als auch vom Maschinensaale zu beobachten.

Die linke Hälfte der Schalttafel dient zur Ueberwachung des Betriebes Narni, die rechte Seite für den Betrieb Terni. Von links nach rechts gezählt, enthält die Schalttafel im oberen Teil die folgenden neun Felder: Das 1. Feld bleibt zunächst leer, bis zur Einrichtung einer zweiten Linie Narni, vorläufig wurde dort ein selbstregistrierendes Voltmeter angebracht. Das 2. Feld ist für die Linie Narni bestimmt; drei Ampère-

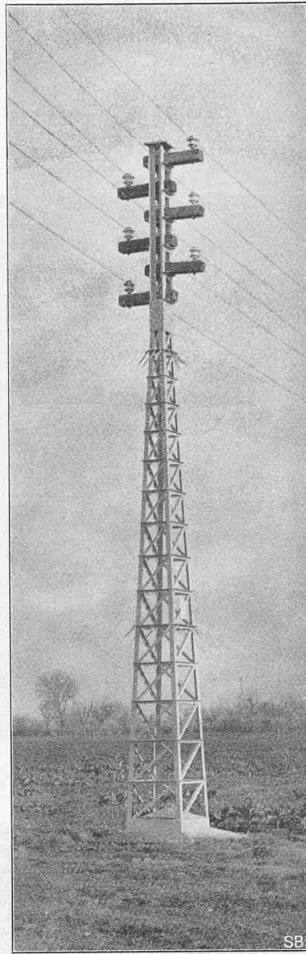


Abb. 19. Gittermast, 11,6 m hoch.

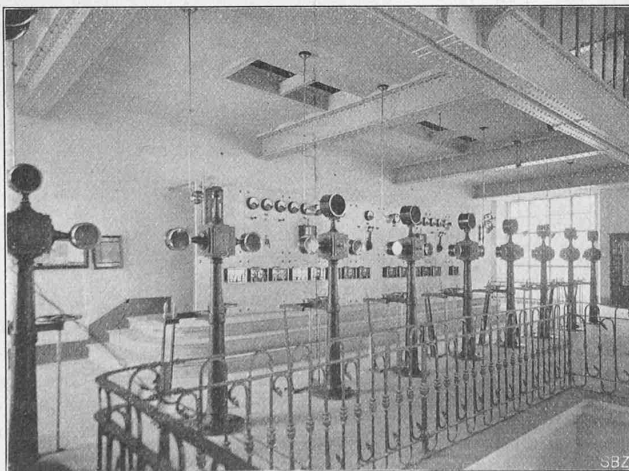


Abb. 17. Hauptschaltbühne mit Schalttafel.

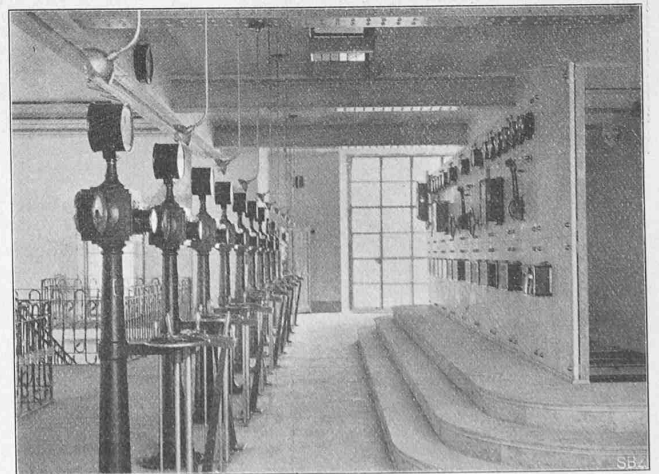


Abb. 18. Schaltsäulen mit den Handhebeln.

meter, ein Kontrollschalter für die elektrische Fernbetätigung des Hochspannungsschalters sowie eine rote und eine grüne Glühlampe als Rückmeldesignal bilden dessen Ausrüstung. Daran schliessen sich das Sammelfeld, enthaltend drei Ampèremeter der 27 000 Volt-Sammelschienen und ein registrierendes Doppelwattmeter von Hartmann & Braun, sowie das Feld für die Isolationsprüfung mit einem Ohmmeter, einem Handrad zur Einschaltung der einzelnen Pole und einem Umschalter für die Batterie. Da die Angaben des Ohmmeters nur für eine bestimmte Batteriespannung gültig sind, so ist es nötig, vor der Isolationsprüfung durch eine Kontrollmessung die Spannung der Batterie

Die Transformatorstation Narni, deren Anordnung aus dem Schnitt (Abb. 20) hervorgeht, besteht aus dem Einführungsturm und dem eigentlichen Gebäude für die Transformatoren. Der Turm enthält im II. Stockwerk die Hörnerfunkenstrecken und Wasserwiderstände, im I. Stockwerk die Induktionsspulen und Wasserstrahlapparate für die sechs Pole der ankommenden Leitung. Der selbsttätige Maximalölschalter ist nebst drei Stromwandlern und einem Spannungswandler im Erdgeschoss des Turmes untergebracht (Abb. 21).

Im gleichen Raum sind auf einer kleinen Marmortafel drei Ampèremeter, drei Voltmeter und ein zweipoliges

Das Kraftwerk Cervara. — Transformatorstation Narni.



Abb. 21. Hauptschalter d. ankommenden Linie.

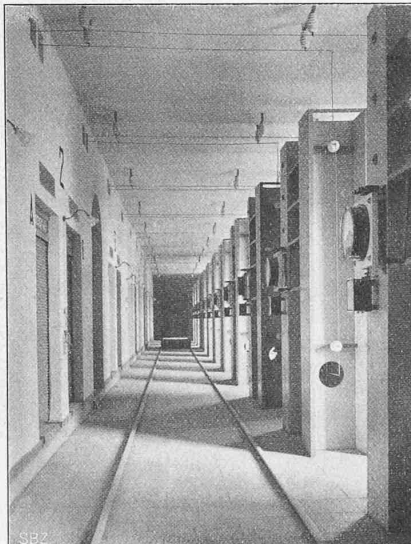


Abb. 22. Bedienungsgang.

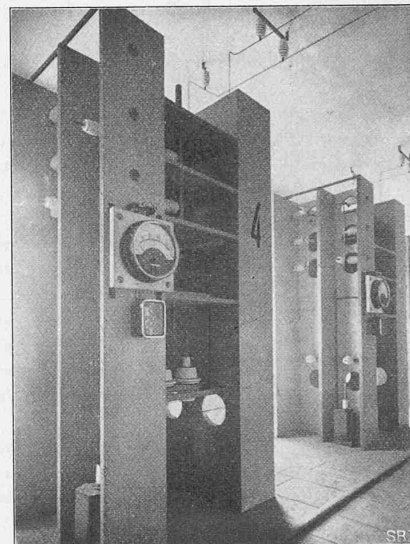


Abb. 23. Einzelschaltzelle f. d. Transformatoren.

festzustellen. Das 5. Feld trägt Ampèremeter, Handhebel und Signallampen für den Transformator des internen Betriebes. Dann folgen die Felder für den Betrieb Terni und zwar für die Erdschlussprüfung, die Sammelinstrumente und den Linienschalter, die gleich ausgestattet sind wie jene für den Betrieb Narni. Im Gegensatz zu letzteren wird dem Linienschalter mittelst Seilzuges betätigt. Das 9. Feld dient als Reserve. Auf dem unteren Teil der Schalttafel wurden die Maximal-Zeitrelais für die Linien und Transformatoren und die Maximal- und Rückstromrelais für die Generatoren befestigt.

Die Fernleitung nach Narni hat eine Länge von 14 km. Sie besteht aus sechs Drähten von 7,2 mm Durchmesser; der Abstand zweier Drähte beträgt 90 cm. Die Isolatoren

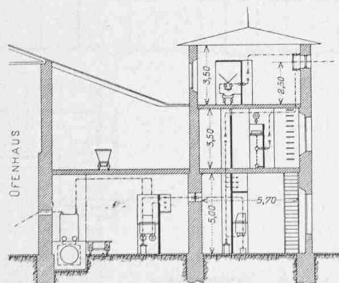


Abbildung 20. Schnitt durch die Transformatorstation Narni.

Masstab 1 : 400.

(Type Paderno, von Richard-Ginori) sitzen auf hölzernen Traversen. Als Masten kamen durchwegs eiserne Gitterträger zur Verwendung (Abb. 19), die in Entfernungen von etwa 100 m aufgestellt wurden. Die Höhe des tiefsten Drahtes über Boden beträgt im Aufhängepunkt 9,30 m, an der Stelle des grössten Durchhanges 7,25 m.

Maximal-Relais vereinigt. Die Transformatoranlage bildet ein ziemlich langgestrecktes Gebäude, auf dessen einer Seite die Zellen für die Transformatoren, auf der andern Seite, durch einen breiten Bedienungsgang getrennt, die Einzelschaltstellen für die Transformatoren sich befinden (Abb. 22 und 23). Die Sammelschienen für 27 000 Volt durchziehen die ganze Länge des Raumes; von ihnen zweigen die Verbindungen nach den Einzelschaltzellen der Transformatoren ab. Eine solche Schaltzelle enthält den Maximal-Oelschalter, ein Ampèremeter und ein Zeitrelais nebst einem Stromwandler für die Speisung des Ampèremeters und des Relais. Die Transformatoren stehen jeder für sich in einer abschliessbaren feuerfesten Zelle. Sie sind für künstliche Luftkühlung eingerichtet. Ihre Niederspannungs-Klemmen sind unmittelbar an die Carbidöfen angeschlossen. Von den 27 000 Volt Sammelschienen zweigt noch eine Leitung ab, zur Speisung zweier Transformatoren für die internen Betriebe der Fabrik und die Beleuchtung.

Sämtliche elektrische Maschinen und Einrichtungen des Kraftwerks Cervara, wie der Transformatorstation Narni wurden von der Maschinenfabrik Oerlikon geliefert.

Wettbewerb

für eine

Heilstätte für Lungenkranke in Arosa.

Der in anerkannter Einschränkung nur für in Graubünden ansässige Architekten ausgeschriebene Wettbewerb ist infolge der Natur des Gegenstandes von allgemeinem Interesse. Wir veröffentlichen gleichzeitig mit dem Berichte des Preisgerichtes auf den Seiten 188 bis 192 die wesentlichen Grundrisse, Schnitte und Ansichten der