

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 59/60 (1912)
Heft: 17

Artikel: Das Elektrizitätswerk Arniberg bei Amsteg
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-30073>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Das Elektrizitätswerk Arniberg bei Amsteg. — Wettbewerb für ein neues Sekundar- und Handelsschulhaus in Chur. — Wissenschaftliche Automobilwertung. — Doktorpromotion an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. — Miscellanea: Elektromobil und Benzinwagen. Erweiterung der Kraftreserveanlagen der Stadt Zürich. Welttelegraphen-Denkmal. Ausnutzung der Koksofengase zur Gewinnung von Salpetersäure. Städtisches Verwaltungsgebäude in Luzern. Elektrifizierung von

Linien der italienischen Staatsbahnen. Elektrifizierung der Schlesischen Gebirgsbahn. Neue Linien der Rhätischen Bahn. Haus des Vereins deutscher Ingenieure, Eidgenössische Technische Hochschule, Fraumünsterkirche in Zürich. — Literatur: Jakob Burckhardt. Archiv für Elektrotechnik. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Sektion Waldstätte des S. I. & A.-V. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Réunion des G. e. P. de la Suisse romande. Stellenvermittlung.

Band 60.

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

Nr. 17.

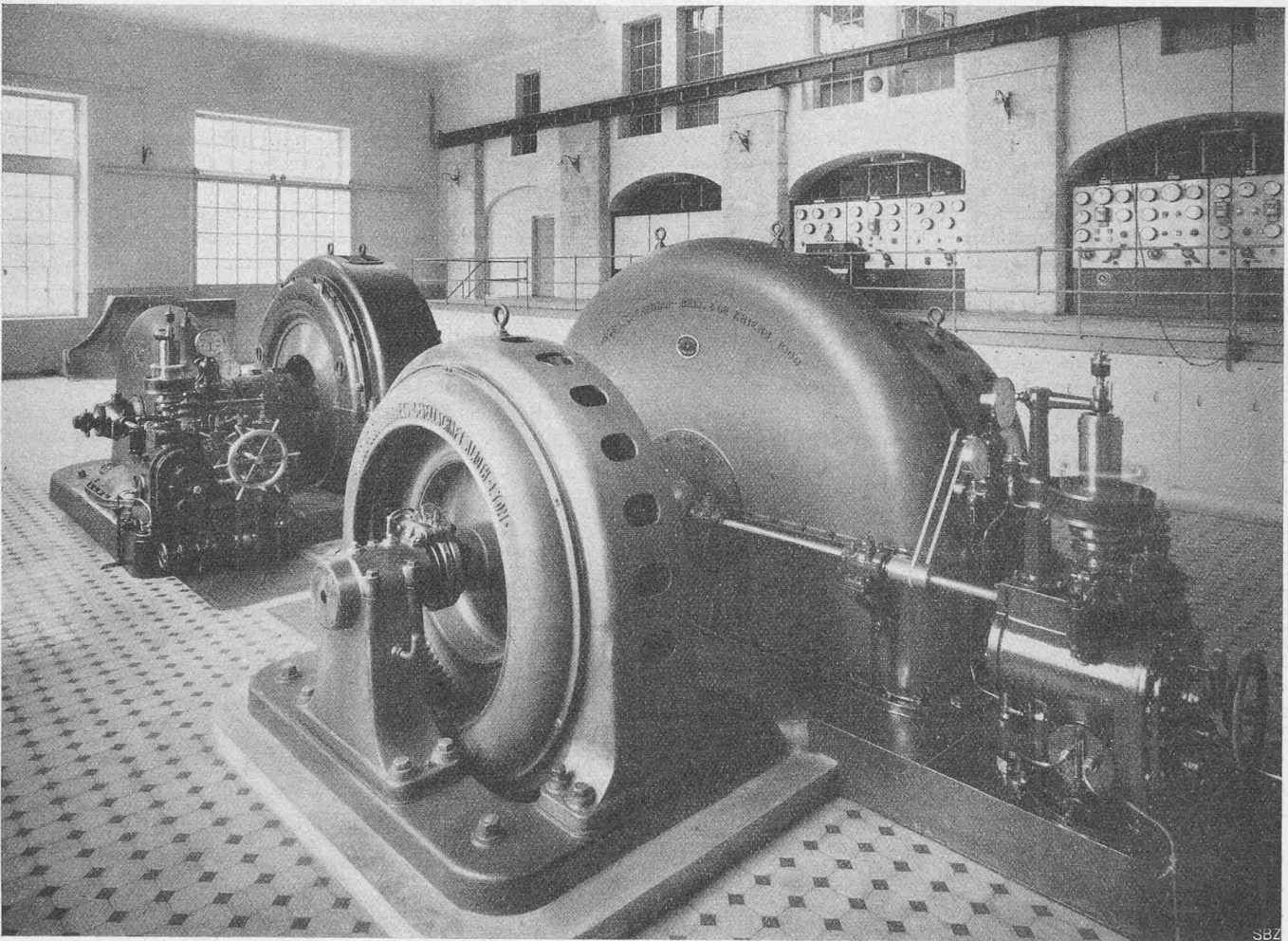


Abb. 55. Maschinensaal des E.-W. Arniberg mit den Maschinengruppen I und II des gegenwärtigen Ausbaues.

Das Elektrizitätswerk Arniberg bei Amsteg.

(Fortsetzung.)

Generatoren und Erregermaschinen.¹⁾

Mit Rücksicht auf den bereits erwähnten Betrieb dieser Anlage musste auch die elektrische Einrichtung ausgebaut werden. Als Stromart kommt ausschliesslich Dreiphasen-Wechselstrom (Drehstrom) in Betracht, jedoch bedingte, wie bereits erwähnt, die verschiedenartige Periodenzahl der beiden Werke Altdorf und Rathausen eine Vermehrung der Generatoren, sodass das Aggregat I als Perioden-Umformergruppe mit einem Generator von 500 KVA und 48 Perioden und einem solchen von 1000 KVA und 42 Perioden ausgeführt werden musste (Abb. 55, rechts); auf dem verlängerten Wellenende des letztern ist die Erregermaschine fliegend angeordnet, die den Strom für beide Alternatoren liefert. Die Erregermaschine liefert Gleichstrom von 110 Volt bei 225 Amp., hat somit eine Leistung von 25 kw. Der Rotor des 500 KVA-Generators hat 16 Pole, entsprechend 48 Perioden bei 360 Uml/min, jener des 1000 KVA-Generators hat 14 Pole, entsprechend 42 Perioden. Beide sind samt den zugehörigen Hauptstromregulatoren von der *Elektrizitätsgesellschaft Alioth in Münchenstein* geliefert. Sie

¹⁾ Nach Mitteilung von Herrn Dir. F. Ringwald vom Elektrizitätswerk Rathausen-Altdorf.

erzeugen eine verkettete Spannung von normal 4150 Volt, die dauernd auf 4350 erhöht werden kann. Ferner sind sie für eine dauernde Ueberlastung um 10 % bei einer induktiven Belastung mit $\cos \varphi = 0,8$ gebaut und für eine solche um 25 % während einer halben Stunde. Im übrigen mussten die Generatoren den Normen des D. E. V. entsprechen, zudem wurde verlangt, dass sie bei plötzlicher Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit der Turbine um 15 %, bzw. entsprechender Spannungserhöhung keinen Schaden erleiden dürfen. Damit eine schädliche Spannungserhöhung überhaupt nicht eintreten kann, sind besondere Vorkehrungen getroffen, die später beschrieben werden.

Das Polrad des 500 KVA-Generators hat einen äusseren Durchmesser von 1436 mm, entsprechend einer Umfangsgeschwindigkeit von 27 m/sek bei 360 Uml/min. Das Gewicht mitsamt der Welle, die zur Aufnahme des Turbinenlaufrades verstärkt werden musste, beträgt 3000 kg, das Schwungmoment 3000 kgm². Die Erregerpulsen aus hochkant gewickeltem Flachkupfer sind auf die Pole aufgeschoben. Der Stator ist aus weichen Eisenblechsegmenten besonderer Qualität zusammengesetzt, die im Gehäuse aus Gusseisen zentrisch eingebaut und von radialen Ventilationskanälen durchbrochen sind; der Durchmesser der Statorbohrung ist 1450 mm. Dem Polrad zugekehrt ist die induzierte Wicklung, bestehend aus 16 Spulen pro Phase zu

16 Windungen. Das Gewicht des Stators beträgt rund 5800 kg, das der zugehörigen Fundamentplatte 2700 kg. Die Leistung beträgt bei $\cos \varphi = 0,8$ und 600 PS Kraftbedarf 500 KVA. Gemessen wurde der Wirkungsgrad bei $\cos \varphi = 1$ und 500 KVA Belastung mit 94,5% und bei $\cos \varphi = 0,8$ und 500 KVA-Belastung mit 92,8%. Die Eisenverluste im Stator bei $\cos \varphi = 0,8$ sind 8,0 kw und die Kupferverluste 7,0 kw. Die Reibungsverluste betragen 4,0 kw und die Erregerenergie ist 10,1 kw.

Der Generator für 1000 KVA ist ähnlich gebaut. Der äussere Durchmesser des Polrades ist 1484 mm, wobei die Umfangsgeschwindigkeit 28 m/sek wird; das Gewicht der Welle samt Rotor ist 5500 kg und das Schwungmoment 6100 kgm². Die auf dem freien Wellenende sitzende Armatur der Erregermaschine hat samt dem Magnetkranz, der am äusseren Lager befestigt ist, ein Gewicht von 1200 kg. Der Stator hat eine Bohrung von 1510 mm, sein Gewicht ist 7700 kg, das der zugehörigen Fundamentplatte 2950 kg. Der gemessene Wirkungsgrad bei $\cos \varphi = 1$ und 1000 KVA beträgt 95,6% und bei $\cos \varphi = 0,8$ und 1000 KVA Leistung noch 94,2%. Die Eisenverluste im Stator bei $\cos \varphi = 0,8$ sind 13,0 kw und die Kupferverluste 10,0 kw. Die Reibungsverluste einschl. Ventilation erfordern 6,0 kw und für die Erregung müssen 16,9 kw geleistet werden.

Der Generator des Aggregates II dieser Anlage ist von der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, geliefert. Er erzeugt ebenfalls Dreiphasen-Wechselstrom und eine normale Spannung von 4150 Volt bei 42 Perioden. Er ist gebaut für eine Dauerleistung von 2600 KVA bei einer induktiven Belastung von $\cos \varphi = 0,8$ und eine Kraftaufnahme von 3000 PS bei 630 Uml/min. Der Generator ist ferner so bemessen, dass er bei Vollast und $\cos \varphi = 0,8$ ebenfalls eine um rund 5% erhöhte Spannung, also gegen 4350 Volt abzugeben vermag; unter Berücksichtigung der auf der gleichen Welle fliegend angeordneten Erregermaschine von 25 kw Leistung bei 110 Volt hält die Gruppe bei plötzlicher Entlastung eine Spannungserhöhung von 15% aus. Der Generator verträgt eine dauernde Überbelastung von 10% und während einer halben Stunde eine solche von 25% der Normlast, ohne sich unzulässig zu erwärmen. Sein Wirkungsgrad einschl. Erregung, Lagerreibung und Ventilation beträgt:

| | | |
|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| | bei $\cos \varphi = 1$ | bei $\cos \varphi = 0,8$ |
| für $\frac{1}{4}$ Belastung | = 94,0% | für $\frac{1}{4}$ Belastung = 92,5% |
| " $\frac{3}{4}$ " | = 92,7% | " $\frac{3}{4}$ " = 91,2% |
| " $\frac{1}{2}$ " | = 90,0% | " $\frac{1}{3}$ " = 89,0% |

Die Spannungsänderung beträgt 8% bei $\cos \varphi = 1$ und 20% bei $\cos \varphi = 0,8$; die Temperaturzunahme bei Vollast und $\cos \varphi = 0,8$ ist mit maximal 45°C garantiert.

Der zweiteilige Stator (Abbildungen 56 bis 58) besteht aus dem gusseisernen Gehäuse und dem aktiven Eisen mit der Armaturwicklung. Der Eisenkern ist aus 0,5 mm

starken Blechen von hoher magnetischer Durchlässigkeit und geringer elektrischer Leitfähigkeit aufgebaut, die durch ein besonderes Verfahren vor dem Stanzen mit Isolierpapier beklebt worden sind, wodurch grösste Sauberkeit in der Ausführung und Sicherheit vor Kurzschlüssen im aktiven Eisen erzielt wird. Acht radiale Lüftungsschlitze unterteilen den Eisenkern in einer Weise, dass eine allseits gleichmässige Abfuhr der Verlustwärme erzielt und jede lokale Wärmestauung vermieden wird. Das kräftige Zusammenpressen der durch schmale U-Eisen voneinander distanzierten Blechpakete geschieht durch miteinander mittels Längsbolzen verbundene gusseiserne Platten, die an ihrem innern Rande mit kräftigen Pressfingern versehen sind. Der Stator besitzt je fünf halbgeschlossene Nuten pro Pol und Phase, also entsprechend der achtpoligen Ausführung im ganzen 120 Nuten, welche die Armaturwicklung tragen. Diese besteht aus Flachkupferstäben, die voneinander, sowie gegen das Statoreisen durch eine vorwiegend aus Mikanit bestehende Isolation isoliert sind. Besondere Aufmerksamkeit ist der Befestigung und Sicherung der Spulenköpfe gewidmet, die durch kräftige Bronzebügel und Schraubenbolzen gegen die Statorstirnwände gehalten und so vor Beschädigung durch die Wirkungen schwerer äusserer Kurzschlüsse geschützt sind. Das Statorgehäuse ist mit Rücksicht auf grosse mechanische Festigkeit und günstige Lüftungsverhältnisse konstruiert. Die Statorspulen-

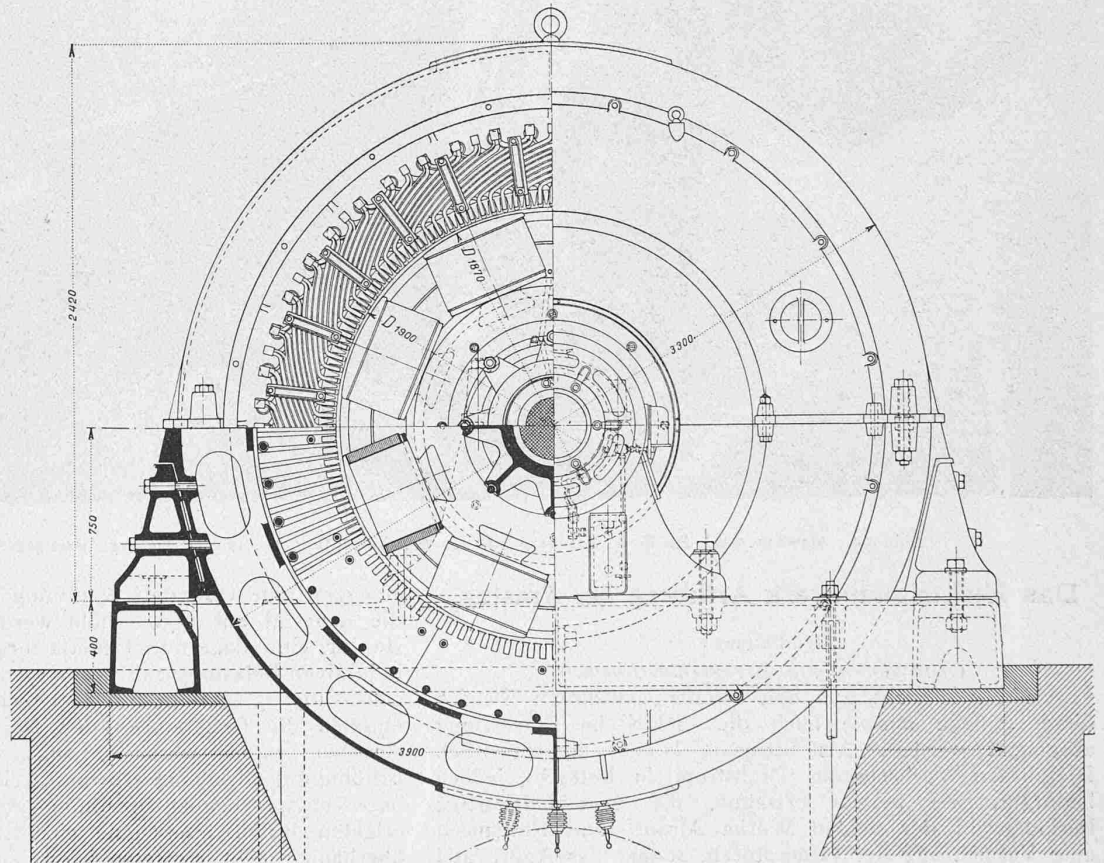


Abb. 56. Drehstromgenerator für 2600 KVA, 4150 V, 42 ∞, 630 Uml/min. — Ansicht und Schnitt 1:30.

köpfe werden von gusseisernen Seitenschildern überdeckt, die gegen die Welle zu in einem besonders geformten Stahlblechgebilde ihre Fortsetzung finden. Diese Blechverschalung ist derart geformt, dass die von dem rotierenden Polrad achsial eingesogene Kühlluft ohne jede überflüssige Wirbelbildung gegen das Feldkupfer, Statoreisen und die Statorwicklung geführt wird, die Spulenköpfe reichlich umspült und die Lüftungsschlitze des Kerns durchzieht, um schliesslich durch die oben und unten am Gehäuse vorgesehenen Oeffnungen zu entweichen. Die Armaturwicklungsenden sind zu drei am tiefsten Punkte des Statorgehäuses befestigten Rillenisolatoren geführt, welche die

Kabelanschlussklemmen tragen. — Das Statorgehäuse besitzt abnehmbare Füße, wodurch ermöglicht wird, das Gehäuse zwecks Revision oder Reparatur auf dem Rotor zu drehen.

Der Rotor ist mit Rücksicht auf die hohe Umfangsgeschwindigkeit von rund 62 m/sek von besonders starrer Bauart. Die Stahlgussnabe bildet mit den acht kurzen Armen ein sternförmiges Ganzes und ist auf der Welle aufgekeilt. Ausserdem sind die äusseren Nabenenden radial geschlitzt und durch Schrupfringe gegen den Wellenumfang gepresst, wodurch auch jede Verschiebung in axialer Richtung verhindert wird. Der Radkranz besteht aus zwei Ringen von bestem Schmiedestahl und ist äusserst kräftig gehalten; er ist auf den Nabenstern warm aufgezogen und überdies durch kräftige Bolzen mit den Armen keilartig verbunden. Die Magnetkerne bestehen ebenfalls aus Schmiedestahl und sind in den Radkranz mittels Schwalbenschwanz eingesetzt, ausserdem durch starke, gegen den Radkranz verschraubte Schmiede-

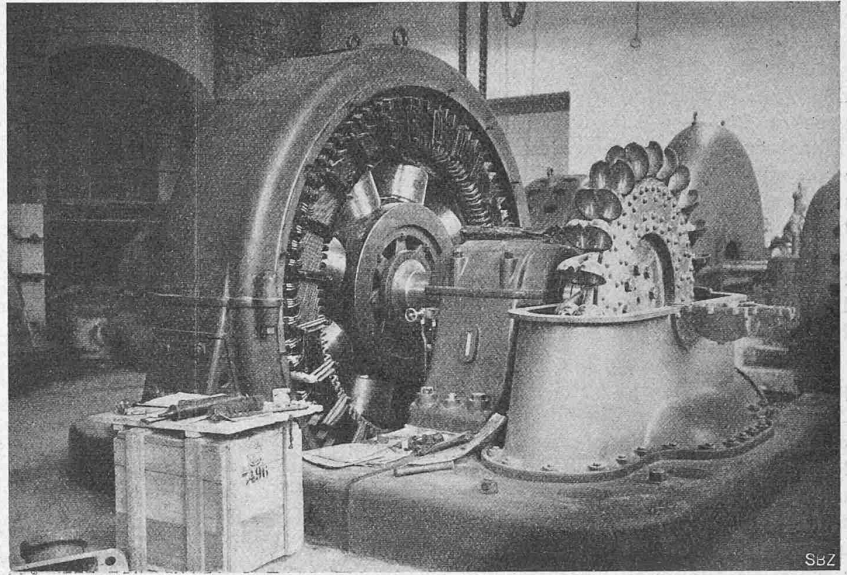


Abb. 58. 2600 KVA-Maschinengruppe während der Montage.

Die Welle besteht aus bestem Siemens-Martin-Stahl und besitzt auf einer Seite einen Konus zur Aufnahme des Läufers der Erregermaschine, während das andere Ende zu einem Flansch ausgeschmiedet ist, der mit dem fliegend angeordneten Turbinenlaufrad verschraubt ist. Infolge der

grossen Belastung durch das Polrad, Turbinenlaufrad und die nicht unerhebliche Schubkraftkomponente des Wasserdrukkes ist das Lager auf der Antriebsseite wesentlich stärker gehalten als auf der Erregerseite. Die Lager sind mit automatischer Ringschmierung versehen und wassergekühlt, zu welchem Zwecke die Lagerschalen als Hohlgusskörper ausgeführt sind.

Die sechspolige, fliegend angeordnete Erregermaschine ruht auf einer am Lager befestigten Konsole; sie liefert 230 Ampères.

Transformatoren.

Im Untergeschoss des Maschinensaals, unmittelbar unter dem Schaltpodium, das etwa $1,8\text{ m}$ über dem Maschinenboden erhöht ist, sind die Transformatoren aufgestellt zur Erhöhung der Maschinenspannung von 4150 Volt auf 41 500 Volt bei 42 Perioden und auf 14 500 Volt bei 48 Perioden. In den Boden des Schaltpodiums sind in Winkeleisen passende, mit Aufhängen abhebbare Deckel eingelassen, die für den Durchlass der Tagesbeleuchtung in der Mitte starke Drahtgaseinlagen haben (Abbildungen 36 bis 39, S. 212 und 213).

Dem 500 KVA-Generator des Perioden-Umformer-Aggregates ist ein Drehstromtransformator gleicher Leistung für 4150/14 500 Volt in Stern-Sternschaltung mit Oelisolierung und Wasserkühlung angegliedert. Er ist als Kerntyp mit drei in einer Ebene verteilten, vertikalen Schenkeln gebaut, deren Niederspannungsspulen innen und die Hochspannungsspulen aussen angeordnet sind. Für die Spannungserhöhung des 1000 KVA-Generators des gleichen Aggregates sind drei Einphasen-Oeltransformatoren der Elektrizitätsgesell-

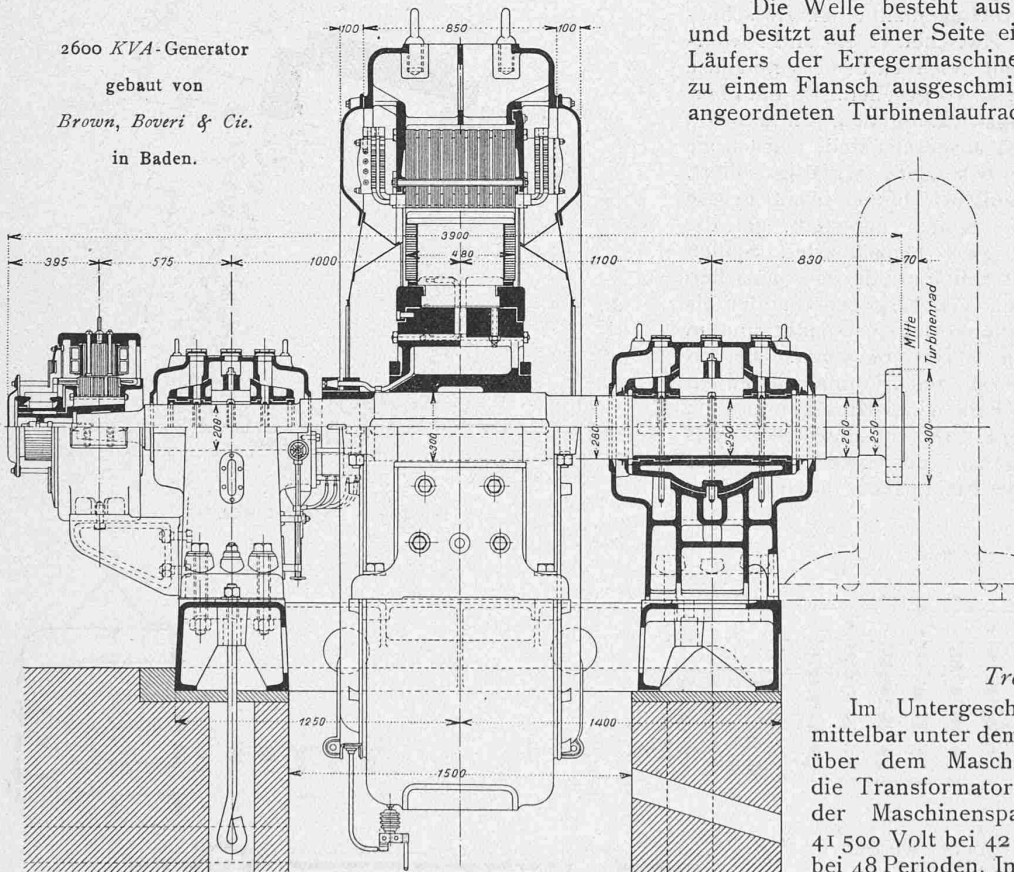


Abb. 57. Schnitte parallel zur Wellenaxe. — Masstab 1 : 30.

stahlringe seitlich gehalten. Die Feldspulen sind hochkant gewickelt, wodurch kleinster Raumbedarf und beste Abkühlungsverhältnisse erzielt werden. Der ganze Rotor ist derart durchgebildet und dimensioniert, dass er bei einem allfälligen Durchgehen der Antriebsturbine die mögliche Höchstumlaufrate, die annähernd das doppelte der normalen erreichen kann, anstandslos auszuhalten vermag. Die Schleifringe für die Zuführung des Erregerstromes bestehen aus zwei auf eine Gussbüchse warm aufgezogenen Stahlringen; die Stromzuführung geschieht durch Kohlenbürsten.

schaft Alioth von 334 *KVA*-Einzelleistung bei 42 Perioden vorhanden, die in Stern-Sternschaltung zu einer Gruppe von 1000 *KVA*-Leistung verbunden sind. Das Uebersetzungsverhältnis ist 4150/41 500 Volt, jedoch sind in den Transformatoren noch je zwei Primäranzapfstellen vorgesehen für 40 500 Volt und 41 000 Volt. Die einzelnen Transformatoren haben ein Umsetzungsverhältnis von 2400/24 000 Volt bei 144/14 Amp.; sie sind als Kerntypen mit zwei vertikal stehenden Schenkeln in der von dieser Firma bekannten Ausführung mit Wasserkühlung gebaut. Die Niederspannungswicklung besteht aus zwei in Serie geschalteten Spulen, wovon je eine auf einen Schenkel gewickelt ist. Das Gewicht des Transformators ist 1500 *kg*, dasjenige des Kastens 2200 *kg* und das Oelgewicht ist 1320 *kg*.

Im Anschluss an den 2600 *KVA*-Generator des Aggregates II ist ein 2700 *KVA*-Transformator, geliefert von der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden, aufgestellt. Dieser ebenfalls als Kerntypen ausgebildete, ruhende Umformer besitzt drei in einer Ebene liegende Kerne und ist mit Oelisolation und Wasserkühlung versehen. Seine Normleistung beträgt 2700 *KVA*, das Uebersetzungsverhältnis 4150/42 000 Volt bei 42 Perioden und Sternschaltung sowohl primär als sekundär. Primär- und Sekundärwicklung sind konzentrisch um die Eisenkerne gelegt, wobei die Niederspannungswicklung innen und die Hochspannungswicklung aussen liegt. Zum Zwecke einer guten Kühlung ist die Niederspannungswicklung in zwei Lagen mit einem Zwischenraum von 15 *mm* angeordnet. Zwischen Hoch- und Niederspannungswicklung ist eine sehr reichlich bemessene Hülse aus gepresstem Isolationsmaterial vorgesehen. Da die obersten Spulen der Hochspannungswicklung dem Einfluss von Ueberspannungen am stärksten ausgesetzt sind, wurden sie (etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Wicklung) besonders sorgfältig isoliert. Ausserdem sind die Hochspannungswicklungen in eine grosse Zahl voneinander distanzierter Spulen unterteilt, um die Spannungsdifferenz zwischen zwei benachbarten Spulen möglichst klein zu halten. Zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit sind die Wicklungen sowohl gegeneinander als gegen die Kerne durch Isolationsstücke verspannt und in gleicher Weise auch gegen die Kerne abgestützt. Dies ist nötig, um die Wicklungen gegen die nach Tonnen zählenden elektrodynamischen Kräfte im Falle eines Kurzschlusses im äussern Stromkreise zu sichern. Das Eisengestell ist aus 0,3 *mm* dicken Blechen aufgebaut und zwecks besserer Wärmeabfuhr aus dem Innern der Blechpakete durch mehrere

Die Gewichte betragen für den Transformatorkörper 9650 *kg*, das Oel 3100 *kg* und den Kasten 2000 *kg*, insgesamt 14 750 *kg*.

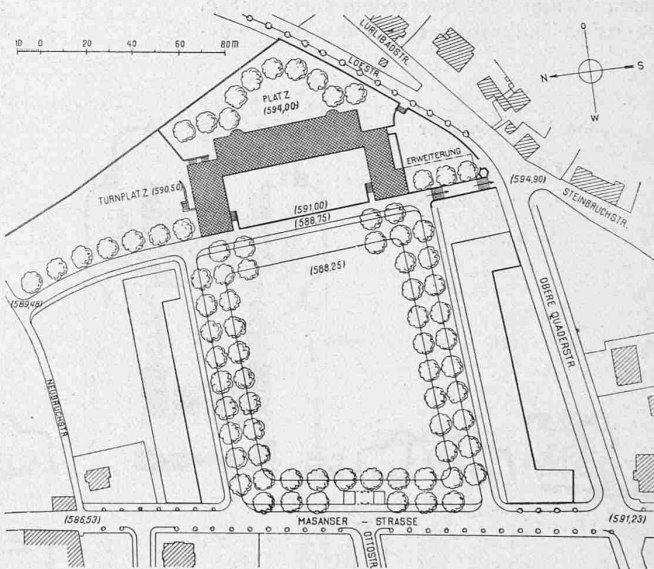
Die an diesem Transformator ausgeführten Messungen ergaben folgende Resultate:

| | |
|---|------------------|
| Leistung | 2700 <i>KVA</i> |
| Uebersetzungsverhältnis bei Leerlauf | 4150/42 920 Volt |
| Periodenzahl | 42/sek |
| Eisenverluste | 18 400 Watt |
| Kupferverluste | 24 300 Watt |
| Ohmscher Spannungsabfall | 0,88 % |
| Kurzschluss-Spannung | 3,77 % |
| Spannungsabfall bei $\cos \varphi = 0,8$ | 2,95 % |
| Wirkungsgrad bei Vollast und $\cos \varphi = 1$ | 98,44 % |
| „ „ Halblast „ „ $\varphi = 0,8$ | 98,05 % |
| „ „ „ „ „ $\varphi = 1$ | 98,22 % |
| „ „ „ „ „ $\varphi = 0,8$ | 97,77 % |
| Kühlwassermenge | 45 l/min. |

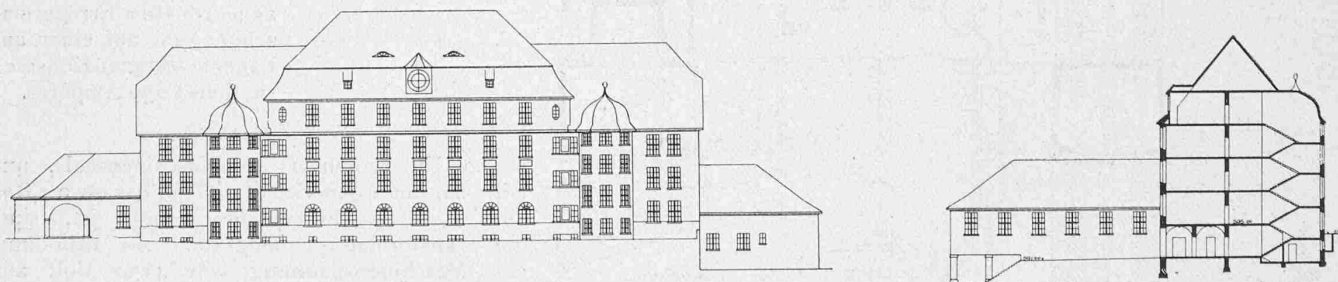
(Schluss folgt.)

Neues Sekundar- und Handelsschulhaus in Chur.

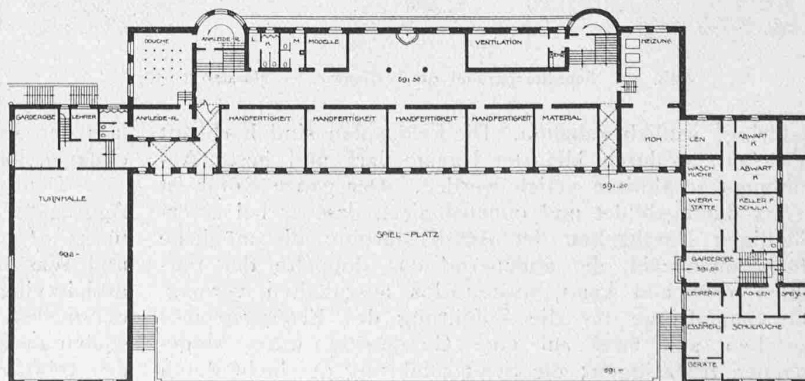
I. Preis. Motto „Hans Ardüser“. — Arch. Schäfer & Risch, Chur.



Lageplan. — Masstab 1 : 3000.



Längsschlitz unterteilt. Die Joche werden durch drei Paare von Pressbügeln mit zugehörigen Pressbolzen gegen die Kerne gepresst, wodurch gleichzeitig die Wicklungsabstützungen gegen letztere gedrückt werden. Auf die obere Pressbügel ist die Kühlvorrichtung aufgesetzt, die aus Kühlröhren mit Kühlrippen besteht und daher eine grosse, wärmeabführende Oberfläche besitzt. Die Klemmen sind auf einem besondern, über den Kühlkörpern befindlichen Klemmengestell montiert; sie bestehen wie üblich im wesentlichen aus mit Rillen versehenen Porzellanröhren und glatten, aus mehreren konzentrischen Röhren zusammengesetzten Isolierrohren, die bis über den Deckel geführt sind.



Grundriss vom Untergeschoss, Ostfassade und Schnitt. — Masstab 1 : 800.