

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 29/30 (1897)
Heft: 3

Artikel: Das Elektrizitätswerk an der Sihl
Autor: Wyssling, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-82488>

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: 15.03.2025

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

INHALT: Das Elektrizitätswerk an der Sihl. VI. — Die Kraftanlagen, Leitungen und Fahrzeuge der Jungfrauabahn. — Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen für den Neubau einer reform. Kirche in der Kirchgemeinde Aussersihl-Zürich. III. — Miscellanea: Die feierliche Eröffnung der Thalbrücke bei Müngsten. Die XXVI. Abgeordneten-Ver-

sammlung des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Elektrische Beleuchtung für Eisenbahnzwecke in der Schweiz. Elektrische Stadtbahn in Paris. — Nekrologie: † John Haswell.

Hierzu eine Tafel: Wettbewerb für eine neue reformierte Kirche in der Kirchgemeinde Aussersihl (Zürich).

Das Elektrizitätswerk an der Sihl.

Von Prof. W. Wyssling.

VI.

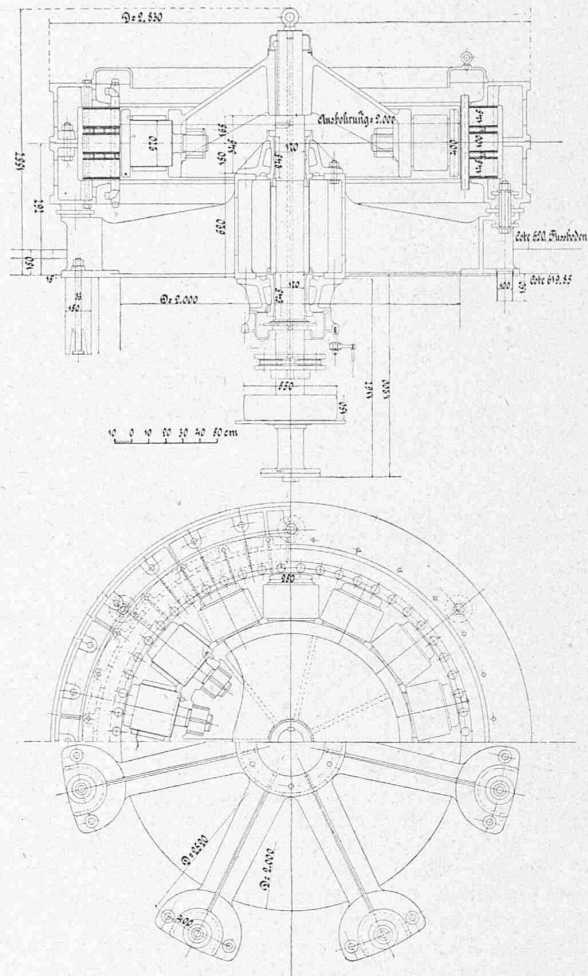
V. Die elektrischen Anlagen. **Dynamos.** Auch diese boten sowohl dem Mechaniker, wie dem Elektriker kein ganz gewöhnliches Problem. Einerseits ist die Tourenzahl im Verhältnis zu der Maschinengrösse eine ziemlich grosse; andererseits sollte wo möglich jede Maschine sowohl für Motorenstrom als für Lichtstrom verwendet werden können, um der Reserve wegen nur einerlei Maschinen zu erhalten; schliesslich sollten die Dynamos geeignet sein, bei den durch gewissermassen rohe Betriebe (z. B. Cementfabriken, Kompressorenantrieb, Ziegeleien etc.) bewirkten unangenehmen, plötzlichen Schwankungen im Bedarf dennoch eine so gute Spannungshaltung zu erzielen, wie sie der gleichzeitige Antrieb von in Bezug auf Unregelmässigkeiten sehr diffizilen Betrieben, wie Seidenwebereien und Wollspinnereien erforderte. Der erste Umstand führte notwendig zu relativ hoher Umfangsgeschwindigkeit und ausserordentlichen Massnahmen gegen die Wirkungen der Centrifugalkraft. Bezüglich des zweiten Punkts war von vornherein angenommen, dass wenigstens zur Zeit des Hauptlichtbetriebs dieser durch besondere vom Motorenbetrieb gänzlich getrennte Maschinenaggregate durchgeführt werden sollte und zwar nicht wegen der Spannungsregulierung der Generatoren an sich, sondern der Turbinenregulierung wegen. Es erschien bei gemeinsamem Betrieb als eine unerfüllbare Anforderung an automatische Turbinenregulatoren, einen für Lichtbetrieb tadellosen Gang zu erzielen z. B. für diejenigen Momente, in welchen abends während der Beleuchtungszeit gleichzeitig fast sämtliche Fabrikmotoren abgestellt und einzelne Turbinen plötzlich fast völlig entlastet werden, oder wieder für den spätern Abend, da neben geringem Lichtbedarf ein relativ grosser und unregelmässiger Kraftbedarf (durchnächtiger Pumpen- und Motorenbetrieb für Brauerei) von gleicher Turbine abzugeben gewesen wäre. Die Trennung der Betriebe für Licht und Motoren an den Maschinen führte natürlich auch zur Trennung der bezüglichen Primärleitungen, Transformatoren und Sekundärnetze, in welchem Falle für die Beleuchtung naturgemäss Einphasenstrom einzuführen, für den Motorenbetrieb aber Mehrphasenstrom anzuwenden indiziert war. Die Trennung der Leitungen konnte um so unbedenklicher erfolgen, als die notwendige Stärke derselben der Selbstinduktion wegen ohnedies die Anwendung einer grösseren Zahl dünnerer Drähte bedingte.

Einige Vorschläge bezüglich der Generatoren bezogen sich auf Anwendung von Mehrphasenmaschinen, welche durch Verstellung oder Auswechslung der Magneträder oder Ankerhälften zu Einphasenmaschinen umzugestaltet waren. Die seitherigen Ausführungen dieser Art haben gezeigt, dass eine derartige Umstellung stets eine sehr zeitraubende Arbeit ist, die weniger praktischen Wert für den Betrieb hat als dies theoretisch scheinen möchte. Diese Gründe führten dazu, die einfachste und gleichzeitig billigste vorgeschlagene Anordnung von Brown, Boveri & Cie., anzuwenden: Es wurden Zweiphasenmaschinen aufgestellt in einer Grösse, welche gestattet, aus einer Phasenbewicklung des Ankers (und zwar aus jeder beliebigen), die volle den 400 P. S. Turbinenleistung entsprechende elektrische Energie als *Einphasenstrom* zu entnehmen, unter Voraussetzung der Abwesenheit von Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung, welche erstere ja auch bei vollbelasteten Lichttransformatoren nur unmerklich ist. Dadurch wurde eine Zweiphasenmaschine gewonnen, aus welcher die 400 P. S. selbst bei eintretender sehr grosser Phasenverschiebung auf

Motorenbetrieb bequem entnommen werden konnten, da sie ja bis zum Doppelten desjenigen Stromes zu liefern im Stande waren, der für $\cos \varphi = 1$ eintrat. Jeder Generator ist daher ohne weiteres für 400 P. S. in Einphasen- oder in Zweiphasenstrom verwendbar. Damit wurde es auch möglich, der Forderung geringen Spannungsabfalls auf Motorenbetrieb voll gerecht zu werden.

Elektrizitätswerk an der Sihl.

Fig. 38. Zweiphasen-Generator von 400 P. S. und 360 Umdrehungen in der Minute
von Brown, Boveri & Cie. in Baden (Aargau).

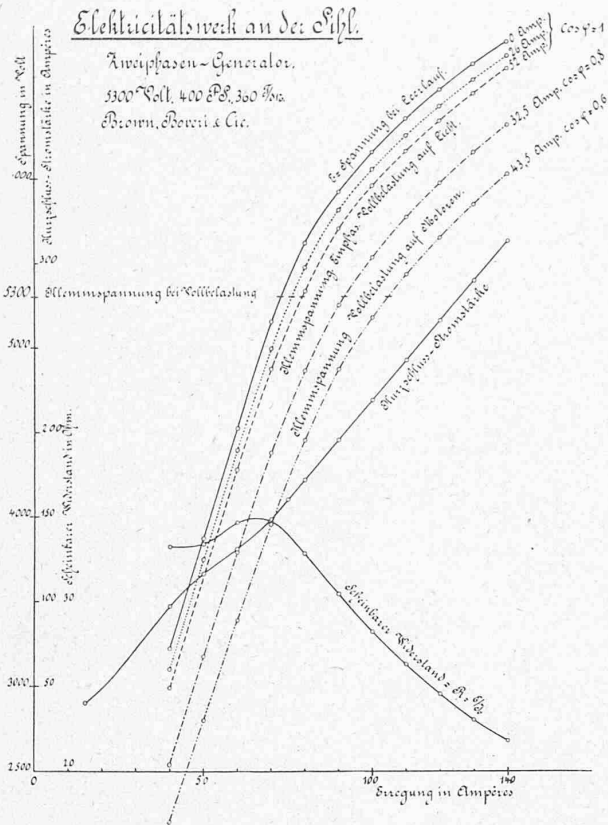


Masstab 1 : 40.

Die Generatoren (Schnitt Fig. 38) zeigen den bekannten, von Brown oft verwendeten Typus mit rotierendem Magnetrad mit einzeln bewickelten Polen und feststehendem, aussen liegendem Anker von 2 m Bohrung. Hierbei ergeben sich etwas über 38 m Umfangsgeschwindigkeit, was zu einer äusserst kräftigen Befestigung der einzeln eingesetzten, mit dem Polschuh aus einem Stück gefertigten, runden Gusstahl-Pole, mittels grosser Muttern, führte. Mit Rücksicht auf die schwierige Unterbringung einer grösseren Zahl runder Pole (die der geringern Streuung wegen rechteckigen vorgezogen wurden), ist die Polzahl zu 14 gewählt, was die auch noch für Bogenlicht anwendbare Periodenzahl von 42 per Sekunde ergibt.

Eine Polbewicklung mit gewöhnlichem, isoliertem Runddraht würde bei der vorhandenen Umfangsgeschwindigkeit durch Uebereinanderschieben der Drähte unbedingt bald

Fig. 39.



eine Zerstörung der Isolation durch Reibung und Druck erfahren haben. Die Herren Brown, Boveri & Cie. wählten daher eine Bewicklung mit über Hochkante spiralförmig gebogenen blanken Kupferstreifen, deren einzelne Windungen durch kräftige Zwischenlagen schellakierten Papiers isoliert sind. Der Druck der Centrifugalkraft wirkt daher nur auf die breite Fläche dieser Bänder und des Papiers, und wird aussen durch einen vorgelegten Stahlring aufgenommen, der seinen Rückhalt an den Vorsprüngen des rechteckigen Polschuhs findet.

Bemerkenswert ist die kegelförmige Gestaltung des die Pole tragenden Magnetkranzes, welche behufs Unterbringung des obern Halslagers in Höhe der Pole gewählt ist; auf diese Weise ist der unschöne Aufbau eines Lagers über dem Magnetkranz vermieden. Lagerung und Festigkeitskonstruktion der Pole und ihrer Bewicklung haben sich bis jetzt bewährt, und bei zufälligem „Durchbrennen“ der Turbine (Öffnung aller Zellen bei Leerlauf) sowohl als bei durch Unvorsichtigkeit entstandener Ausbrennung des Weissmetalls eines obern Lagers einige harte, unfreiwillige Proben bestanden.

Der Anker, dessen Bleche aus Stücken zusammengesetzt und in zwei Horizontalschichten behufs Ventilation unterbrochen sind, ist als Lochanker gebaut; die Löcher sind zunächst mit erheblich über den Anker vorstehenden, aus Mica und Papier mit Schellak geleimten Röhren isoliert, durch welche die Wicklung gesteckt ist. Diese erzeugt direkt Hochspannung von 5000 Volt. Um die Gefahr der Zerstörung durch Blitz für die Hochspannungswicklung zu vermindern, wurde das Ankergestell von der Erde isoliert durch Zwischenlage sehr starker Scheiben und Büchsen aus Stabilit zwischen Gestell und Bolzenbefestigung an dessen Tragfüssen, wogegen dann zum Schutz der Maschinen im ganzen Lokale ein isolierender Holzboden angebracht und die benachbarten an Erde liegenden

Maschinenteile (Drosselklappentrieb) durch Holzummantelung vor direkter Berührung geschützt sind.

Für die Erreger hätte ein Antrieb mit separaten Turbinen den Vorteil, von einer Steigerung der Tourenzahl der Generatorturbinen nicht beeinflusst zu werden, und damit eine gewisse Garantie gegen allzugrosse Steigerung der Spannung in solchen Fällen abgeben; wegen Platzmangels und hoher Kosten wurde jedoch hievon abgesehen und die Erreger mittels Riemen von der Generatorwelle angetrieben. Es sind Zweipolmaschinen des Manchester-Typs mit vertikaler Welle, an der äusseren Wand des Maschinenraums aufgestellt. Aus der Ansicht des Maschinenraums (Fig. 36 letzter Nummer) sowie dem Querschnitt des Maschinenhauses (Fig. 33 letzter Nummer) ist diese Anordnung ersichtlich. Jeder Erreger wird separat durch Handwiderstand im Nebenschluss reguliert.

Der Wirkungsgrad der Generatoren ist zu 92 1/2% einschliesslich Erregung bei Vollbelastung garantiert; mangels Turbinenbremsung konnte derselbe nicht genau festgestellt werden; die gleichzeitigen Versuche mit Turbinen und Dynamos, sowie die übrigen vorgenommenen Messungen und Rechnungen lassen indessen erkennen, dass dieser Wirkungsgrad voraussichtlich erreicht sein dürfte. Die Hauptverluste liegen, des geforderten geringen Spannungsabfalls wegen, im Ankereisen.

Spannungsabfall und Erregungssteigerung wurden bei Wasserbelastung direkt ermittelt; aus Versuchen über die Kurzschlussstromstärke (welche das fünf- bis sechsfache des maximalen Betriebsstroms beträgt) wurden nach bekannter Methode die übrigen in den Kurven der Fig. 35 eingetragenen Resultate berechnet. Der Spannungsabfall bei gleichbleibender Tourenzahl und Erregung hat vom Leerlauf bis zur Vollbelastung die bemerkenswert kleinen Werte von

- 4.9% bei einphasiger Belastung auf Wasserwiderstände.
 - 11.1% bei zweiphasiger Belastung mit $\cos \varphi = 0.8$.
 - 15.3% " " " " " " " " = 0.6;
- die Erregungssteigerung zur Erhaltung der Spannung bei gleichbleibender Tourenzahl beträgt unter vorigen Verhältnissen bezw. 8%, 25% und 44%. (Fortsetzung folgt.)

Die Kraftanlagen, Leitungen und Fahrzeuge der Jungfraubahn.

Von E. Strub.

Die Kraftanlagen der Jungfraubahn bieten weniger vom hydraulischen als vom elektrischen Standpunkte viel interessantes und wie bei jedem Entwurf einer elektrischen Centrale für den Bahnbetrieb trat auch hier eine grosse Anzahl von Fragen auf, deren Beantwortung verwickelte Verhältnisse erschwerten.

Soll eine Kraftanlage ökonomisch arbeiten, so müssen viele massgebende Punkte berücksichtigt werden. Besonders ist es notwendig, bei Ermittlung der voraussichtlichen Frequenz mit grosser Bedachtsamkeit vorzugehen und die zu erwartende Verkehrssteigerung mit in die Berechnung einzubeziehen. Der Verkehr unterliegt überdies innerhalb des kurzen Sommerbetriebes, sogar innerhalb der einzelnen Tagesstunden einem grossen Wechsel, weshalb bei der Anlage auch der hiedurch entstehende variable Kraftanspruch in Betracht zu ziehen ist. In unserm Fall ist noch schwieriger die Beantwortung der Frage, welchen Einfluss die elektrischen Entladungen vom Thal in höhere Regionen führende, hochgespannte Ströme ausüben. Ob für die Speiseleitung Kabel, Luftlinie, gemischte Linie richtiger sei oder ob man für eine vom Standpunkte der Betriebssicherheit vollkommene Anlage Kabel und Luftleitung bauen soll, ist noch nicht ganz entschieden. Ob weiter die Gletscher für den elektrischen Zustand der Luft indifferent sind, darüber bestehen wenig Erfahrungsergebnisse. Ausser über die Leitungen auf den Bürgenstock, den Salvatore und das Stanserhorn sind uns vor-