

Die elektrische Traktion mit Einphasenwechselstrom auf der S.B.B.-Linie Seebach-Wettingen

Autor(en): **Studer, Hugo**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **51/52 (1908)**

Heft 15

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-27407>

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: Die elektr. Traction mit Einphasenwechselstrom auf der S. B. B.-Linie Seebach-Wettingen. — Wettbewerb für die Universitätsbauten in Zürich. — Die technischen Abteilungen des eidgen. Departements des Innern. — Ingenieur und Architekt. — Miscellanea: Monatsausweis über die Arbeiten im Rickentunnel. Dampfkranwagen der französischen Orléansbahn. Neubau des Kaufmännischen Vereins in Frankfurt a. M. Zweite Neckar-

brücke in Mannheim. Bauausstellung Stuttgart 1908. Königl. Verkehrs- und Baumuseum in Berlin. Kunstgewerbeschule in Düsseldorf. Hotelneubau in Wien. Neue evangelische Kirche in Oerlikon bei Zürich. Band deutscher Architekten. — Konkurrenzen: Architektonische Gestaltung der Hochbauten am neuen Bahnhofplatz in St. Gallen. — Literatur: Literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittlung.

Bd. 51.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.

Nr. 15.

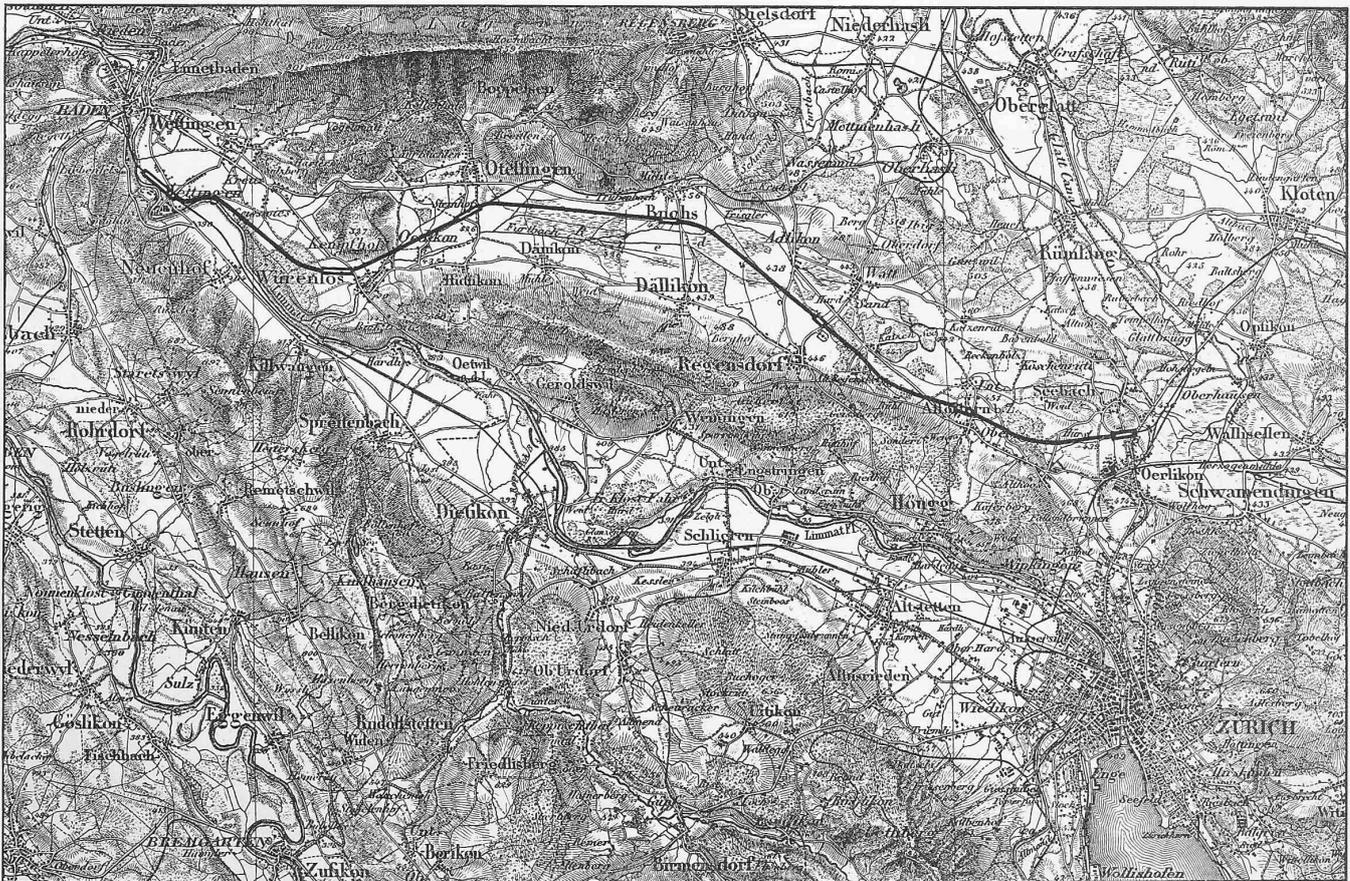
Die elektrische Traction mit Einphasenwechselstrom auf der S. B. B.-Linie Seebach-Wettingen.

Von Ingenieur *Hugo Studer* in Zürich.

Nachdem die Leitungsanlage und die Kraft- bzw. Umformerstation mit Wechselstrompufferung für die elektrische Traction der Linie Seebach-Wettingen fertig ausgebaut und die Betriebsperiode, d. h. die Führung der S. B. B.-Züge auf dieser Strecke mit dem 1. Dezember 1907 begonnen hat, dürfte den Interessenten eine kurze zu-

Verwendung einpoliger Fahrleitungen mit hochgespanntem (z. B. 15000 Volt) Wechselstrom geschehen könne.

Die Maschinenfabrik Oerlikon hat die praktische Durchführung dieses Problems bereits im Jahre 1901 an die Hand genommen. Gestützt darauf machte sie am 25. Februar 1902 den Schweiz. Bundesbahnen den Vorschlag der Elektrifizierung der S. B. B.-Linie Seebach-Wettingen in eigenen Kosten und auf eigene Gefahr. Diesem Vorschlag wurde bereits am 31. Mai 1902 die grundsätzliche Zustimmung des Verwaltungsrates der S. B. B. erteilt, worauf die Maschinenfabrik Oerlikon die Ausarbeitung der Vorlagen über die Fahrleitung, Rutenleitung und die Um-



Mit Bewilligung der eidgen. Landestopographie.

Atzung von *Meisenbach, Riffarth & Cie.* in München.

Abb. 1. Lageplan der S. B. B.-Linie Seebach-Wettingen. — Masstab 1:125000.

sammenfassende Veröffentlichung über die ganze Anlage: Allgemeines und Baudaten, Beschreibung der Kraft- bzw. Umformerstation, Leitungsanlage, Lokomotiven, Betriebsleistungen u. a. m. wohl erwünscht sein

I. Allgemeines und Baudaten.

Wir verweisen vorerst auf den Vortrag des Herrn Direktor E. Huber im Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein vom 27. Februar 1902 (Schweiz. Bauztg., Bd. XXXIX, Nr. 10, 11 und 12), in welchem derselbe dargetan hat, dass die elektrische Traction, wenn sie Aussicht auf allgemeine Anwendung im Vollbahnbetrieb haben wolle, wenigstens die Leistungen der Dampfbahnen erfüllen müsse und dass dies bei Bahnen von nur einiger Ausdehnung und bei Bergbahnen, wie z. B. der G.-B., insbesondere nur durch

formerlokomotive an die Hand nahm, die sie bereits am 28. November 1902 der Generaldirektion der S. B. B. einreichen konnte. Die Genehmigung der Vorlage erfolgte am 14. März 1904 und die Erledigung der zu derselben gemachten Vorbehalte am 9. Mai gleichen Jahres.

Unterdessen wurde von der Maschinenfabrik Oerlikon die Rutenleitung längs dem Verbindungsgeleise ihres Fabrikareals mit der Station Seebach (rund 700 m) fertig erstellt und auf dieser Strecke die Fahrversuche mit der Umformer-Lokomotive begonnen, was nicht wenig dazu beigetragen haben dürfte, die grossen Bedenken gegen die Bewilligung einer allen bestehenden Vorschriften direkt widersprechenden, unmittelbar längs des Bahngeleises verlaufenden Hochspannungsleitung von 15000 Volt zu zerstreuen.

Am 24. Mai 1904 erfolgte die generelle und am 21. Juli gleichen Jahres die Detailvorlage für die erste Strecke von *Seebach bis Affoltern*, und am 31. Oktober 1904 deren Genehmigung, nachdem bereits im Juli gleichen Jahres eine bedingte Baubewilligung erlangt werden konnte. Die amtliche Kollaudation dieser ersten Strecke, sowie der Umformerlokomotive erfolgten am 18. November 1904 und die Bewilligung zu regelmässigen Versuchsfahrten am 4. Januar 1905, da mittlerweile am 22. November 1904 der Vertrag zwischen den S. B. B. und der Maschinenfabrik Oerlikon perfekt bezw. unterzeichnet worden war.

Um den Traktions-Versuch auf dieser *Einphasenbahn* auf möglichst breite Basis zu stellen, erklärte sich die Maschinenfabrik Oerlikon mit dem Vorschlage der Siemens-Schuckertwerke, die in der Wechselstrom-Traktion ebenfalls bereits erfolgreich gearbeitet hatten, einverstanden, sich an dem weitem Versuche zu beteiligen. Die Siemens-Schuckertwerke übernahmen es, eine dritte Lokomotive beizustellen von einer Grössenordnung, wie sie auf den Hauptlinien der S. B. B. voraussichtlich zur Verwendung gelangen wird. Ferner kam man überein, dass die Siemens-Schuckertwerke den Rest der Strecke mit Bügel-

Die elektrische Traktion mit Einphasenwechselstrom auf der S. B. B.-Linie Seebach-Wettingen.

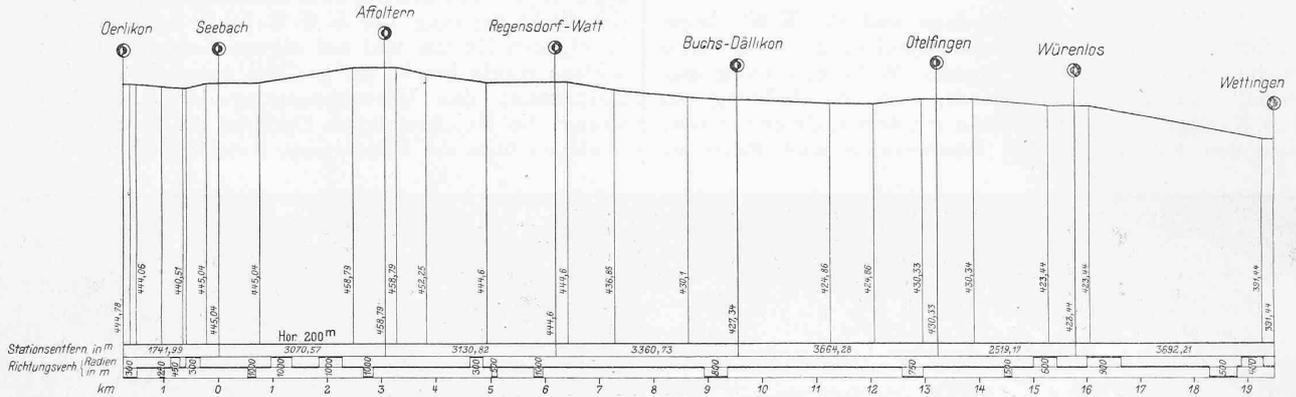


Abb. 2. Längsprofil der Linie Seebach-Wettingen.

Abgesehen von den erwähnten ersten Versuchsfahrten auf dem Verbindungsgeleise Maschinenfabrik Oerlikon-Seebach nahmen nun mit dem 16. Januar 1905 die regelmässigen Probefahrten ihren Anfang, die nach einem bestimmten, von den S. B. B. festgesetzten Fahrplan zur Ausführung gelangten. Für diese täglichen Fahrten wurde bis zum 10. November 1905 die bereits genannte Umformer-Lokomotive Nr. 1 verwendet.

Als im Jahre 1901 die Maschinenfabrik Oerlikon der Frage näher trat, war die Ausführung der Lokomotive Nr. 1 als Umformertyp gegeben; nachdem dann aber in den Jahren 1903 und 1904 die Ausbildung von Wechselstrom-Motoren durch die Maschinenfabrik Oerlikon von gutem Erfolg begleitet war und bereits im Sommer 1904 über eine *Lokomotiv-Motortype* von 250 PS verfügt werden konnte, erschien der Bau einer *Wechselstrom-Lokomotive* angezeigt und es gelangte eine in ihrem mechanischen Teil (abgesehen von zwei statt nur einem Führerstand) der Umformerlokomotive Nr. 1 ganz analoge neue Lokomotive Nr. 2 zur Ausführung, die am 2. November 1905 kollaudiert wurde.

Unterdessen war auch in der Umformerstation für diesen Bahnbetrieb der Wechselstrom von 50 Perioden, der seinerzeit verschiedener Umstände wegen angewendet wurde, durch solchen von 15 Perioden ersetzt. Lokomotive Nr. 2 übernahm den Zugdienst für die obgenannten Probezüge am 11. November 1905 und die Lokomotive Nr. 1 wurde auf 15 Perioden abgeändert.

Für die zwei Stationen Seebach und Affoltern waren mittlerweile die Planvorlagen am 1. Oktober 1904 und 28. März 1905 bezw. 17. November 1904 und 18. Februar 1905 eingereicht worden; sie erhielten am 23. Dezember 1904 und 23. Mai 1905 bezw. 30. Januar 1905 und 8. April 1905 die Genehmigung und die amtliche Kollaudation dieser zwei Stationen konnte am 7. Dezember 1905 stattfinden.

Zum weitem Ausbau der Linie erfolgte die Vorlage für die Strecke *Affoltern-Regensdorf* am 5. Juli 1905 und für die Station Regensdorf selbst am 5. Dezember 1905. Diese Pläne wurden am 20. September 1905 bezw. 25. Januar 1906 genehmigt und auf den 2. Juni 1906 die Betriebsbewilligung erteilt, sodass von diesem Tage an die täglichen Versuchsfahrten auf die Strecke Seebach-Regensdorf ausgedehnt werden konnten.

leitung und Vielfachaufhängung ausführen sollten, um auch dieses Leitungssystem im praktischen Betriebe erproben zu können.

Am 4. Mai 1906 wurde die Vorlage für die Bügelleitung der offenen Strecke von *Regensdorf bis Wettingen* eingereicht und am 12. Juli gleichen Jahres genehmigt. Unterm 28. Juli 1906 erfolgten dann die Vorlagen für die Stationen Buchs, Otelfingen und Würenlos, und am 17. Oktober 1906 jene für die Station Wettingen, welche

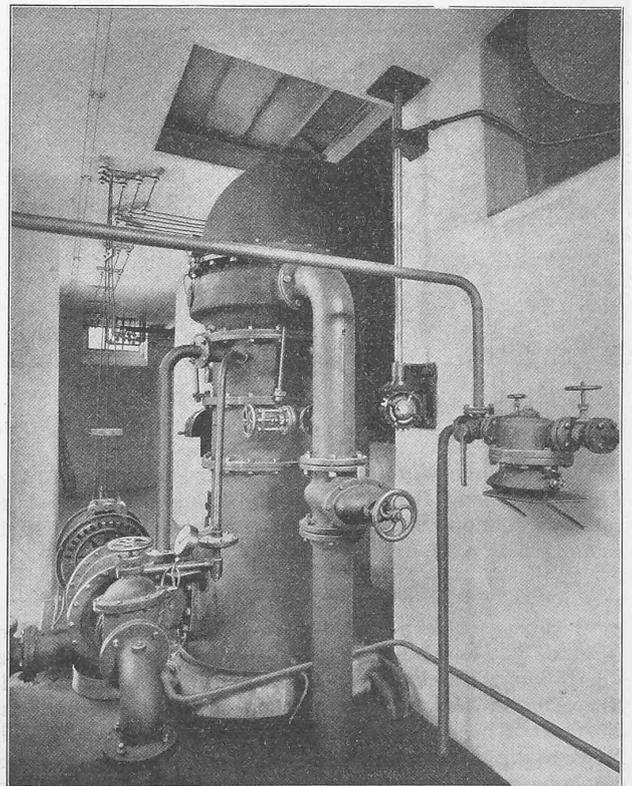


Abb. 4. Kondensationsanlage für die Dampfturbine Oerlikon der Kraftzentrale.

Die elektrische Traktion mit Einphasenwechselstrom auf der S. B. B.-Linie Seebach-Wettingen.

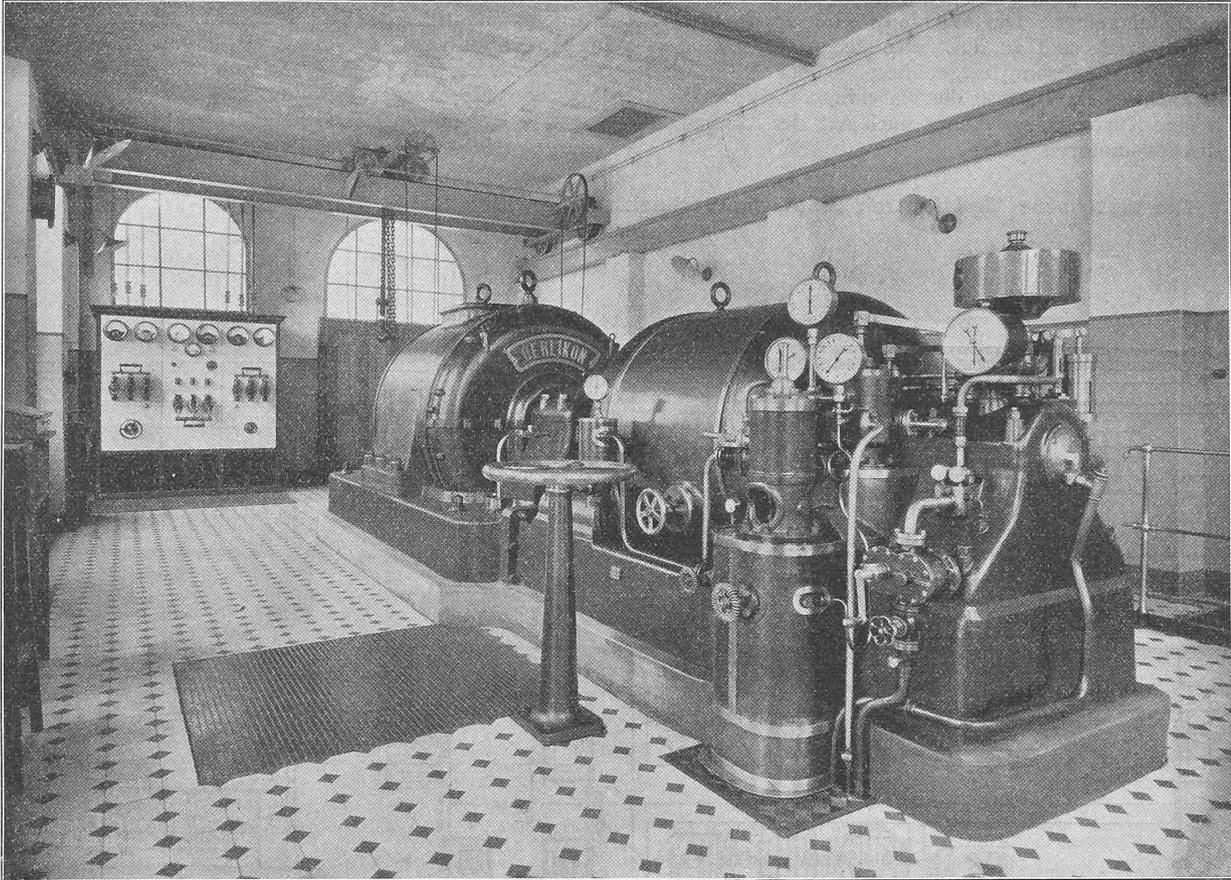


Abb. 3. Innenansicht der Kraftzentrale.

Dreistufige Aktionsdampfturbine Oerlikon mit zweipoligem Turbogenerator der *Maschinenfabrik Oerlikon* für 700 *kw*-Leistung.

am 25. Juli 1906 bzw. 26. Dezember 1906 genehmigt wurden. Die Kollaudation dieses Teiles fand am 30. Juli 1907 statt.

Die Vorlagepläne für Lokomotive Nr. 3 wurden am 9. Juni 1906 eingereicht und am 30. Juli 1906 genehmigt. Die Lokomotive selbst kam am 3. August 1907 zur Ablieferung und am 7. Oktober 1907 zur Kollaudation.

Um in der Umformerstation eine gewisse Reserve zu haben, entschloss man sich im Laufe des Jahres 1906 zur Aufstellung einer zweiten Umformergruppe; eine nochmalige Erweiterung dieser Station wurde durchgeführt, nachdem gemeinsam mit den Siemens-Schuckertwerken und der Akkumulatorenfabrik Oerlikon die Ausführung einer Wechselstrom Pufferanlage beschlossen worden war. Die bezüglichen Bauarbeiten sind im Winter 1906/1907 ausgeführt und die Montage im Laufe des Jahres 1907 beendet worden.

II. Krafterzeugungs-Anlagen.

a) *Die Kraftstation.* In der Nähe des Versuchsstandes der Dampfturbinenabteilung der Maschinenfabrik Oerlikon ist eine besondere Turbogruppe aufgestellt, welche in erster Linie die für Seebach-Wettingen benötigte Kraft zu liefern hat.

Die *Dampfturbine Oerlikon* (Abb. 3) ist eine dreistufige Aktionsturbine und macht 3000 Uml./Min. Jedes Laufrad läuft in einer Radkammer; vor und hinter demselben herrscht der gleiche Druck, sodass in achsialer Richtung kein Schub auf die Welle ausgeübt wird. Die Laufräder sind aus vollen Stahlscheiben hergestellt, an deren Peripherie die Stahlschaufeln in besonders solider Weise eingesetzt sind. Die Diaphragmen, welche die einzelnen Radkammern von einander trennen, enthalten an ihrem Umfang die

Leitapparate. Die Beaufschlagung ist in der ersten Stufe partiell und wächst derart, dass in der letzten Stufe der ganze Umfang beaufschlagt ist. Die sehr kompensierte Kondensationsanlage ist im Untergeschoss aufgestellt, unter dessen Boden der Kondenswasserbehälter eingebaut ist, sodass die ganze Anlage sehr wenig Grundfläche beansprucht (Abb. 4).

Die Turbine ist mit einer Oeldruckregulierung versehen, die eine doppelte Sicherheit bietet derart, dass bei plötzlicher Entlastung und etwaigem gleichzeitigem Versagen der Regulierung eine Erhöhung der Umlaufzahl um höchstens 10 % stattfinden kann.

Als Kondensator ist ein nach dem Patent Westinghouse-Leblanc gebauter Einspritz-Kondensator angebracht, bei dem das Kühlwasser durch im Innern des oberen Kondensatorsteiles angeordnete Strahldüsen eintritt. Eine mit einem Motor direkt gekuppelte zweikammerige Kreiselpumpe saugt einerseits die Luft ab und fördert andererseits das Kondenswasser weiter.

Die *Kessel*, in welchen der Dampf für diese Turbine erzeugt wird, sind Röhrenkessel, System Babcock-Wilcox, von je 300 m^2 Heizfläche und einer Leistung von 18 000 *kg* Dampf in der Stunde.

Die Dampfturbine ist mit einem zweipoligen Turbogenerator von 700 *kw* maximaler Leistung vermittelt einer Nadelkupplung (Patent Maschinenfabrik Oerlikon) direkt gekuppelt, an den, wiederum analog gekuppelt, die zugehörige Erregermaschine (80 Volt) anschliesst. Die Regulierung der Spannung erfolgt durch einen Thury-Regulator.

Der Eisenkörper des rotierenden Feldmagneten des *Turbo-Generators* ist genau gleich konstruiert wie die Armatur von Gleichstrommaschinen oder Induktionsmotoren,

und bildet einen aus Eisenblech zusammengesetzten, gleichmässig genuteten Zylinder. In die offenen Nuten sind zwei spiralförmig gewickelte Magnetspulen aus flachem Kupferband eingelegt. Die Wicklung wird in den Nuten durch Messingkeile und an den Stirnflächen des Zylinders mit besondern Büchsen festgehalten, wobei Keile und Büchsen nach einem Patente der Maschinenfabrik Oerlikon zugleich eine Kurzschlusswicklung nach Art der Käfiganker von Induktionsmotoren bilden.

Zwei Umformergruppen von 700 und 500 kw Leistung; jede derselben besteht aus: Einem Drehstrom-Synchronmotor mit 14 Polen, 230 Volt und 50 Perioden und 100 Volt Erregerspannung, 430 Uml./Min. und einem mit diesem Drehstrommotor auf der einen Seite gekuppelten Wechselstrom-Generator mit 4 Polen, 700 Volt und 14 bis 15 Perioden und 100 Volt Erregerspannung.

Die Regulierung der Spannung der Generatoren beider Gruppen erfolgt automatisch durch je einen Thury-Regulator.

Die elektrische Traction mit Einphasenwechselstrom auf der S.B.B.-Linie Seebach-Wettingen.

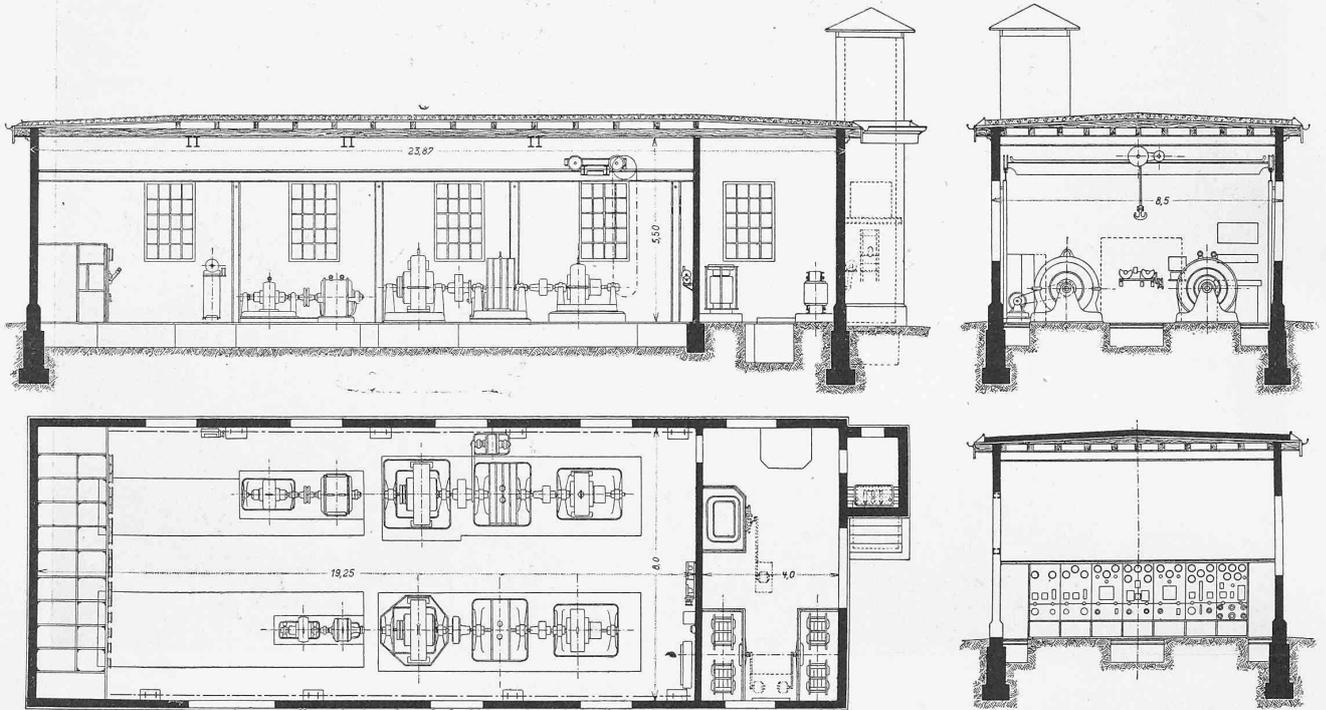


Abb. 5. Die Umformerstation. — Grundriss, Aufriss und Schnitte. — Massstab 1 : 200.

Das Schaltbrett (Abb. 3) hat drei Felder, das mittlere für die Turbogruppe, dasjenige links für die Umformerstation Seebach-Wettingen und das rechte für das Fabriknetz. Durch entsprechende Stellung der drei Schalter kann die Dampfturbine für Seebach-Wettingen allein arbeiten, oder für die Fabrik allein, oder für beide gleichzeitig. Ferner ist es auch möglich, beim Ausschalten der Turbogruppe, der Umformerstation für Seebach-Wettingen aus dem Fabriknetz Strom zu liefern.

Der hier erzeugte Drehstrom hat mit Rücksicht auf die bereits bestehende alte Kraftanlage der Fabrik 230 Volt Spannung und 50 Perioden¹⁾.

Von dem Dampfturbinengebäude führt eine kurze Freileitung von $3 \cdot 2 \cdot 225 \text{ mm}^2$ zur Umformerstation für Seebach-Wettingen.

In Ausnahmefällen kann ausser der bereits erwähnten Kraftanlage der Fabrik auch noch die Wasserkraftanlage bei Hochfelden an die Umformerstation Seebach-Wettingen Kraft abgeben.

Die Uebertragung von Hochfelden erfolgt mit 30 000 Volt Spannung und schliesst mit einem Zweig an einen im Hochspannungsraum der Umformerstation Seebach-Wettingen aufgestellten und im allgemeinen an das Fabriknetz angeschlossenen Ausgleich-Transformator von 30 000/230 Volt und 450 kw Leistung an.

b) Die Umformerstation mit Wechselstrompufferung ist in einem besonderen Gebäude untergebracht, das an der jenseitigen Peripherie des Fabrikterritoriums in der Nähe der Dampfturbinen-Anlage liegt.

Im Maschinenraum (Abb. 5 und 6) sind vorhanden:

¹⁾ Auf dem Schaltungsschema (Abb. 7, Seite 190) muss es heissen: «Drehstrom 230 V. 50 ∞», nicht wie irrtümlich 210 V.

Beide Regulatoren sind mit einer gemeinsamen Zahnstange und zwei Zahnrädern derart mit einander mechanisch gekuppelt, dass bei Parallelbetrieb die Spannung beider Generatoren in gleicher Weise reguliert wird.

Auf der andern Seite ist der Drehstrommotor mit einer Gleichstrommaschine gekuppelt, die mit einer Pufferbatterie parallel geschaltet ist und je nach der Belastung entweder als Motor oder als Generator arbeitet. Diese Gleichstrommaschine hat Wendepole und arbeitet mit 750 bis 850 Volt Spannung, 350 Amp. und 750 Volt Erregerspannung.

Eine Erregergruppe, bestehend aus: Einem Drehstrommotor von 50 PS Leistung, 230 Volt Spannung, 980 Uml./Min. und 50 Perioden, und einem Gleichstrom-Generator von 100 bis 125 Volt und 280 Amp.; letztere Maschine liefert den Erregerstrom sowohl für die Drehstrommotoren als auch für die Wechselstrom-Generatoren der beiden vorgenannten Umformergruppen. In Ausnahmefällen kann der Erregerstrom auch von der Batterie geliefert werden.

Um den praktischen Nachweis zu leisten, dass auch bei Wechselstrombetrieb ein Ausgleich der Leistungsschwankungen auf elektrischem Wege ebenso gut möglich ist wie bei Gleichstrombetrieben, ist dieser Anlage nachträglich noch eine vollständige Wechselstrom-Pufferung angefügt worden. Die hierzu nötige Pufferbatterie wurde von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon geliefert. Die Batterie ist von jener der Umformerstation getrennt, in einem 100 m entfernt liegenden Gebäude untergebracht; sie besteht aus 375 Elementen, hat 592 Ampèrestunden Kapazität und 280 Amp. Ladestromstärke. Die Entladestromstärke ist für die vorliegenden Verhältnisse auf maximal 1200 Amp.

Die elektrische Traction mit Einphasenwechselstrom auf der S.B.B.-Linie Seebach-Wettingen.

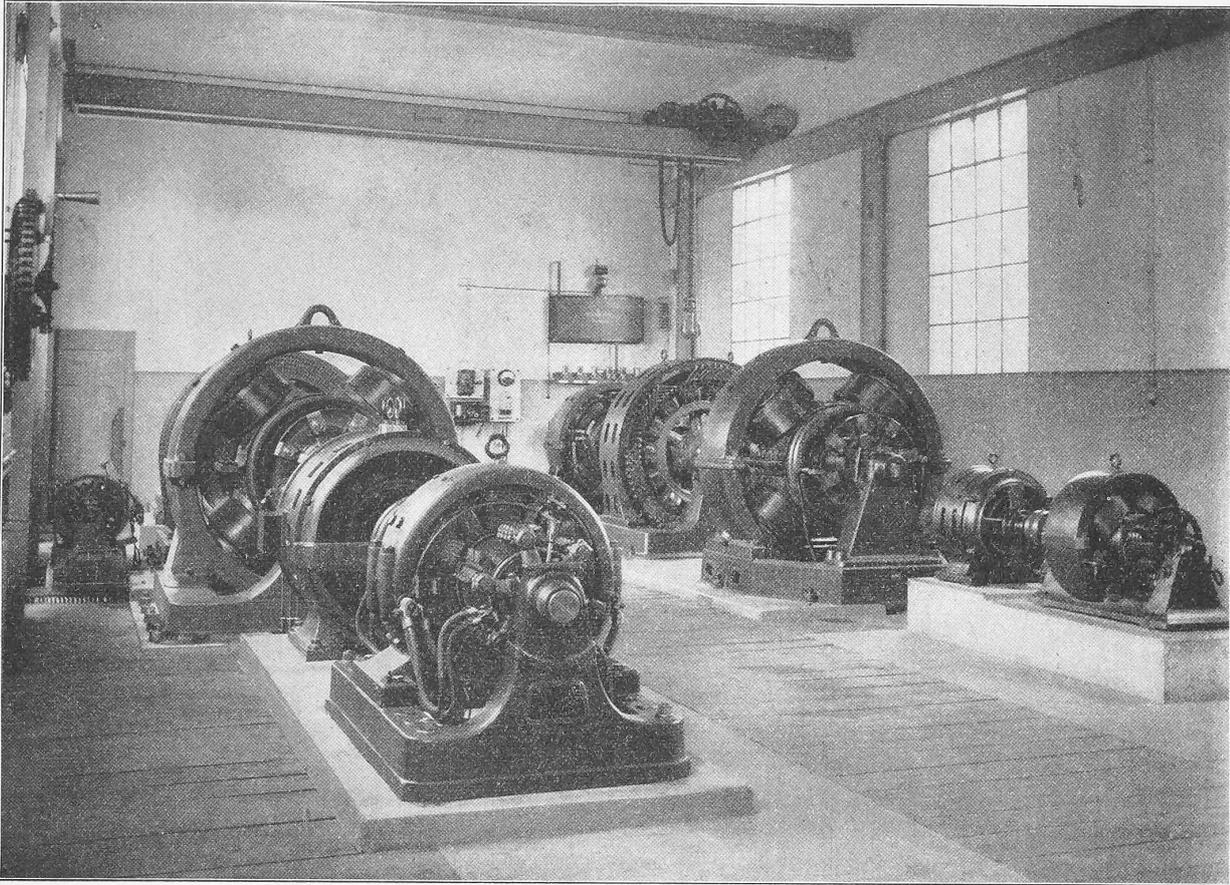


Abb. 6. Innenansicht der Umformerstation.

normiert, welche die Batterie während fünf Minuten abzugeben im stande ist. Die Batterie könnte sogar Stromstöße bis maximal 1800 Amp. während einer Minute ertragen, die jedoch mit Rücksicht auf die hier vorhandenen Gleichstrommaschinen nicht zulässig sind.

In Verbindung mit dieser Batterie arbeitet eine *Zusatz-Dynamo* mit zwei Kollektoren, die für die gewöhnliche Pufferung parallel geschaltet sind, während sie zum Aufladen der Batterie in Reihe geschaltet werden. Die Spannung beträgt dabei 80 bzw. 200 Volt bei einer Stromstärke von 1000 bzw. 200 Amp. Diese Maschine ist direkt gekuppelt mit einem *Drehstrommotor* von 120 PS Leistung, 230 Volt Spannung, 975 Uml./Min. und 50 Perioden.

Die Spannungs-Regulierung dieses Zusatzgenerators erfolgt nach zwei verschiedenen Methoden in Abhängigkeit: Entweder von der Energieaufnahme des Drehstrommotors, oder von der an die Fahrleitung abgegebenen Wechselstromleistung. Diese zwei Methoden sind praktisch durchgeführt im ersten Falle vermittelt eines *Thury-Regulators* mit 40 Kontakten für Spannungserhöhung und 20 Kontakten für Spannungserniedrigung, und im zweiten Falle mittelst eines *Einankerumformers* der Siemens-Schuckertwerke mit Differenzial-Erregung, 38 Volt Spannung, 30 Amp. Stromstärke und 850 Uml./Min. (siehe Abbildung 7, Seite 190).

Diese kleine Maschine ist mechanisch (Kettenantrieb) mit der grösseren der zwei Umformergruppen gekuppelt und besitzt sowohl Fremderregung als auch Selbsterregung.

Das von der Fremderregung hervorgerufene Feld ist unveränderlich und wird nach der zu erwartenden Netzbelastung eingestellt. Mit zwei Schleifringen wird von dem Rotor ein Wechselstrom aufgenommen, der von einem in der Rückleitung eingeschalteten Serien-Transformator abgegeben wird und der ein Feld erzeugt, das dem durch die Fremderregung hervorgerufenen Feld entgegengesetzt ge-

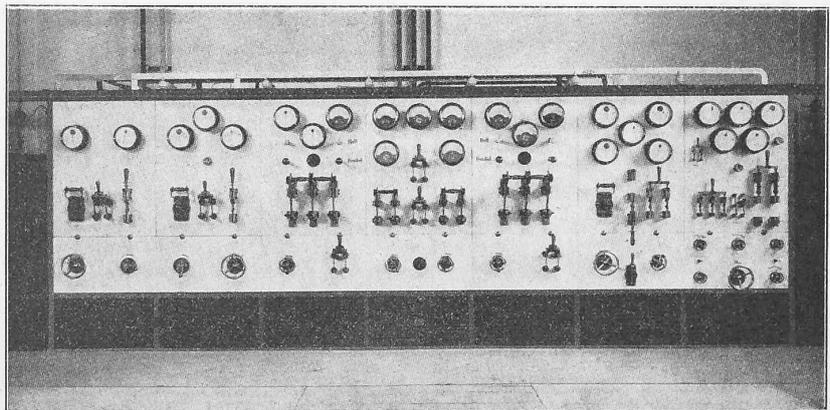


Abb. 8. Schalttafel der Umformerstation.

richtet ist und mit der Netzbelastung wächst. Die Selbsterregung unterstützt die Fremderregung so lange noch eine Spannung im Ladesinne im Generator vorhanden ist; dagegen unterstützt sie das vom Wechselstrom erzeugte Feld, sobald eine Spannung im Entladesinne entsteht.

Die *Schalttafel* (Abb. 8) mit sieben Feldern ist vor einer der Stirnwände des Maschinenraumes aufgestellt;

sämtliche Verbindungsleitungen von und zu den Maschinen liegen in drei auf die ganze Länge des Raumes laufenden Kabelkanälen.

Anschliessend an den Maschinenraum befindet sich der *Transformatorraum*, in dem ausser dem bereits

matoren sind der Einheitlichkeit und der Reserve wegen von ganz gleicher Konstruktion wie diejenigen der Lokomotiven Nr. 1 und Nr. 2 und haben ungekühlt $4 \cdot 200 = 800 \text{ kw}$ Leistung. Je zwei dieser Transformatoren sind neben einander aufgestellt und können durch einen kleinen Ven-

Die elektrische Traction mit Einphasenwechselstrom auf der S. B. B. - Linie Seebach-Wettingen.

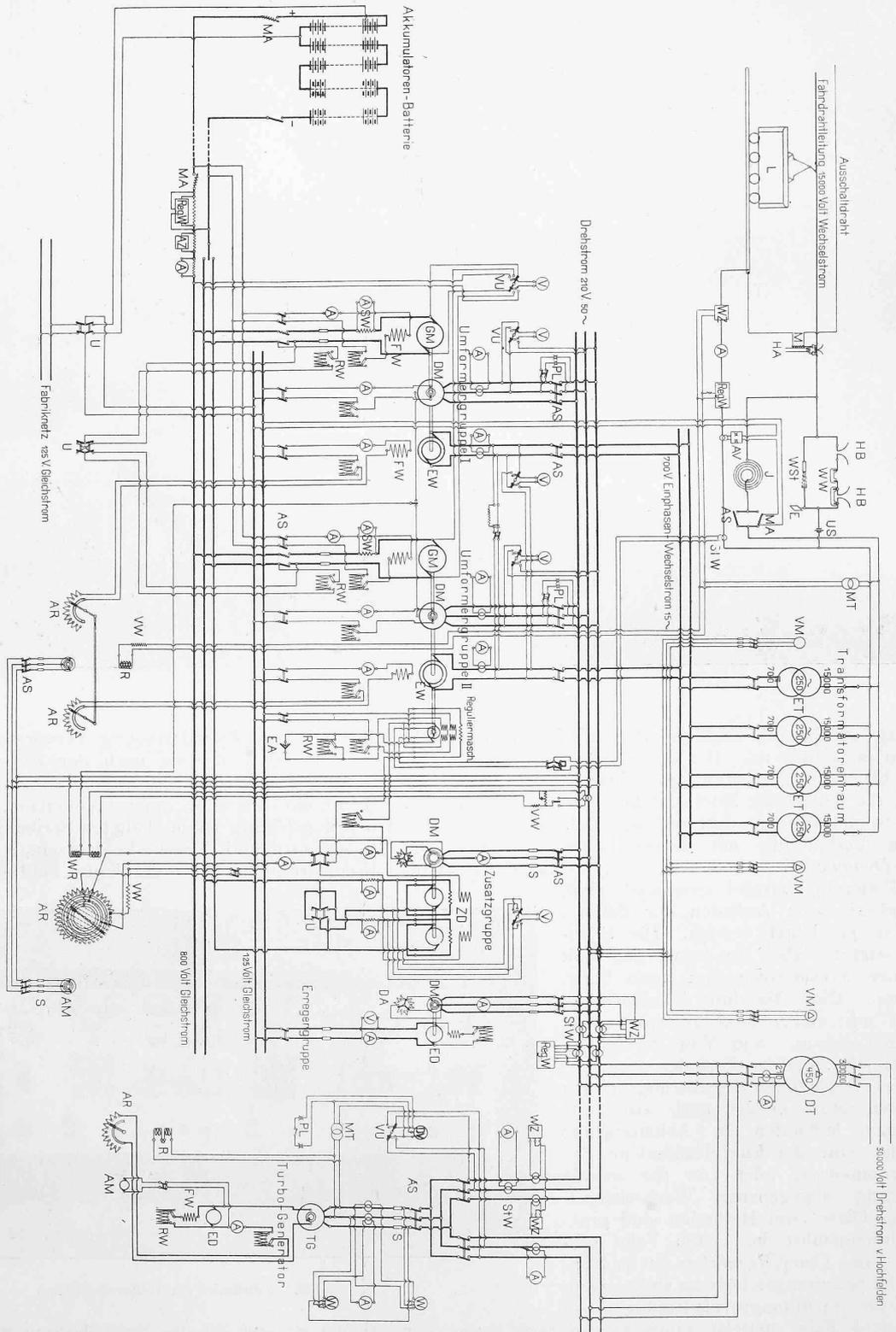


Abb. 7. Schaltungsdiagramm der Umformstation.

Legende: A Ampereometer, AM Antriebsmotor zum autom. Regulator, AR Autom. Auslösevorrichtung, AZ Amp.-Std.-Zähler, D4 Drehstrom-Anlasser, D4 Drehstrommotor, DT Drehstrom-Transformator, DV Doppel-Volmeter, E Erde, EA Eisen-Aluminium-Zelle, ED Erreger-Dynamo, ET Einphasen-Wechselstrom-Transformator, EW Einphasen-Wechselstrom-Generator, FV Feldwicklung, G1M Gleichstrommotor, HA Hörner-Ausschalter, HB Hörner-Bitzableiter, J Induktionsspule, L Lokomotive, M Magnet, MA Maximal-Ausschalter, MT Messstromtransformator, P2 Phasenlampe, R Relais zum autom. Regulator, RW Regulator- und Anlass-Widerstand, Reg. W Register-Waechter, S Sicherung, SW Stump, St. W Stromwandler, TG Turbo-Generator, U Umschalter, US Überspannungssicherung, V Voltmeter, VM Voltmeter-Umschalter, VW Vorschalt-Widerstand, W Waechter, WR Wattrelais zum autom. Regulator, WS Wasserstrahlrelais, WZ Wasser-Widerstand, WZ Wasser-Zähler, ZD Zusatz-Dynamo.

erwähnten Ausgleich-Transformator von 30000/230 Volt der Hochfeldener Kraftanlage, die vier Linien-Transformatoren aufgestellt sind, um den Einphasenstrom von 700 auf 15000 Volt zu transformieren. Diese vier Transfor-

tilator so gekühlt werden, dass eine solche Gruppe für normalen Betrieb ausreicht und die zweite Gruppe die Reserve bildet.

(Forts. folgt.)