

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 73/74 (1919)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Die Schaltung der Maschinenfabrik Oerlikon zur Energierückgewinnung auf Einphasenbahnen  
**Autor:** Kummer, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-35562>

### **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.](#)

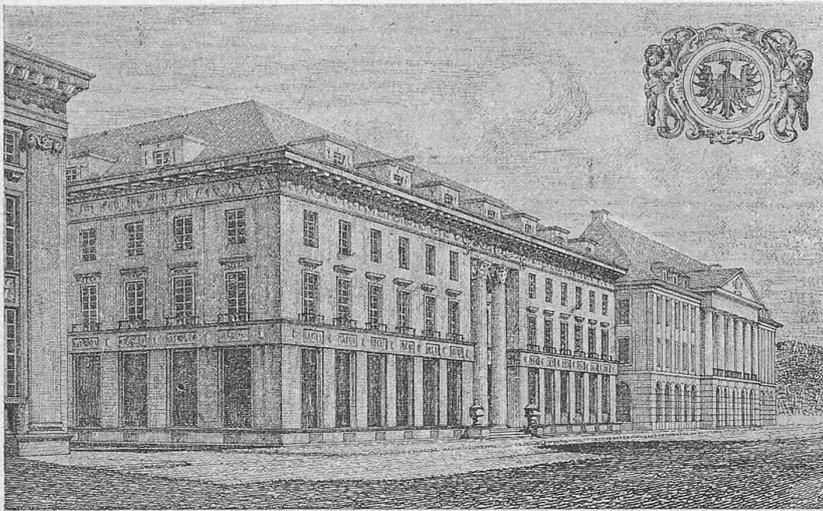
**Download PDF:** 14.03.2025

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

ermöglicht werden. Die selbständige Entwicklung der Schalterhalle hätte erlaubt, das Oberlicht teilweise durch Seitenlicht zu ersetzen. Die Eingangshalle ist räumlich zu beschränkt. Für den Bankbetrieb sind die einzelnen Abteilungen brauchbar aneinander gereiht, jedoch lassen ihre Raumgestaltung und Beleuchtung zu wünschen übrig.

### Wettbewerb für die Aargauische Creditanstalt in Aarau.

II. Preis, Entwurf Nr. 17. — Arch. Gebr. Pfister, Zürich. — Ansicht von S-W.



Die Verbindung der Wertschriftenabteilung mit den Tressoranlagen ist unbequem. Vorraum und Kabinen-Raum sollten vereinigt werden; die Kabinen könnten so gelegt werden, dass die Möglichkeit einer direkten Beleuchtung ausgenützt werden könnte. Die obere Stockwerke weisen ungenügend beleuchtete Korridore und Vorplätze auf. Das an der Südfassade liegende Treppenhaus für die Privatwohnungen würde besser in einem der Flügel liegen. Die äussere Architektur ist gut, jedoch spricht sich der Zweck des Bauwerkes darin nicht genügend aus. Die Dachfenster sind etwas schwer im Verhältnis zum schwach geneigten Dach. Es würde sich empfehlen, die Firsthöhe des Postgebäudes einzuhalten. (Schluss folgt.)

### Die Schaltung der Maschinenfabrik Oerlikon zur Energierückgewinnung auf Einphasenbahnen.<sup>1)</sup>

In der Einleitung des Aufsatzes: „Das Urteil über die Energierückgewinnung bei elektrischen Bahnen, angesichts der jüngsten technischen Fortschritte“, den wir auf Seite 191 von Band LXXI dieser Zeitschrift (am 4. Mai 1918) veröffentlichten, hatten wir bereits Gelegenheit, anzudeuten, dass eben wesentliche, technische Fortschritte in der Verwendung normaler Einphasen-Seriemaschinen zur Energierückgewinnung erzielt worden seien, die ohne Zweifel noch im Laufe dieses Jahres auf den im Bau befindlichen Probelokomotiven für die Gotthardbahn zur praktischen Erprobung kommen dürften. Heute kann jene Andeutung dahin präzisiert werden, dass es sich um Versuche und Erfindungen der Maschinenfabrik Oerlikon handelt, die zu Anfang dieses Jahres dem unterzeichneten Berichterstatter und andern unabhängigen Sachverständigen vorgeführt wurden, und über die nun, nach Erzielung weiterer Fortschritte, der technische Generaldirektor der Maschinenfabrik Oerlikon, Dr. Hs. Behn-Eschenburg, in verschiedenen elektrotechnischen Fachzeitschriften eingehend berichtet.<sup>2)</sup>

Die heutige Schaltung der Maschinenfabrik Oerlikon zur Energierückgewinnung auf Einphasenbahnen bedingt die Ueberführung des gewöhnlichen Seriemotors für Einphasenwechselstrom in eine neuartige Kommutatormaschine, bei der die, den Zusammenhang zwischen Zugkraft und Geschwindigkeit festlegende, sog. Serie-Charakteristik nicht unerheblich verändert wird. In Abbildung 1 ist die bezügliche Schaltung für eine zweipolige Maschine schematisch veranschaulicht, wobei mit  $A$  der mit einem Kommutator ausgerüstete Motoranker, mit  $F$  die Feldwicklung des Stators und

mit  $C$  die ebenfalls auf dem Stator angebrachte Kompensationswicklung des Motors bezeichnet wurden; die letztgenannte Wicklung soll die allfälligen Hilfspolwicklungen und weitere zur Funkenunterdrückung dienende Massnahmen in sich schliessen.  $T$  bedeutet den speisenden Transformator und  $D$  eine Drosselspule von eindeutig festliegendem Reaktanzwert. Charakteristisch für die Schaltung ist der individuelle Anschluss von Anker und Drosselspule einerseits, des Feldes andererseits an den Transformator, immerhin unter Beibehaltung der Serieschaltung von Anker, Drosselspule und Feld.

Bei gegebenen konstanten Zuleitungsspannungen  $E_1$  und  $E_2$  entwickelt nun die gemäss Abbildung 1 geschaltete Kommutatormaschine, und zwar sowohl bei Betrieb als Motor, als auch bei Betrieb als Generator, eine Zugkraft-Geschwindigkeits-Charakteristik, die in einem Axenkreuz mit den Axen der Zugkraft  $Z$  und der Geschwindigkeit  $v$  in Abbildung 2 durch die ausgezogene vertikale Gerade 1—1' dargestellt ist; eine derartige Charakteristik ist grundsätzlich als eine „Anfahrcharakteristik“ zu bezeichnen, wie sie beispielsweise bei einem asynchronen Drehstrommotor oder bei einem Gleichstrom-Nebenschluss-Motor beim Anfahren zwischen Stillstand und zwischen der normalen Lauf-Geschwindigkeit mittels induktionsloser Spannungsdrosselung im Rotor, bzw. durch einen Anker-Vorschaltwiderstand erzielt wird. Zum Vergleich bringen wir in Abbildung 2 durch die gestrichelte Kurve 1—1' die Charakteristik des gewöhnlichen Einphasen-Seriemotors bei einer niedrigen Anlassspannung, und durch 2—2', sowie 3—3', dessen Charakteristiken bei normaler oder übernormaler Spannung zur Darstellung. Man erkennt nun ohne weiteres, dass die Linie 1—1' mit der Anlasscharakteristik 1—1' wesensverwandt ist; dann fällt aber auf, dass einerseits der gewöhnliche Seriemotor mit wachsender, jeweils konstanter Spannung in den Kurven 2—2', sowie 3—3' ein mehr und mehr wachsendes Zugkraft-Bereich erlangt, während der gemäss Abbildung 1 geschaltete Motor mit wachsenden, jeweils konstanten Teilspannungen  $E_1$  und  $E_2$  in den Geraden 2—2', sowie 3—3' stets nur neue Anfahr-

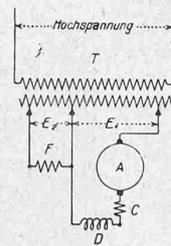


Abb. 1.

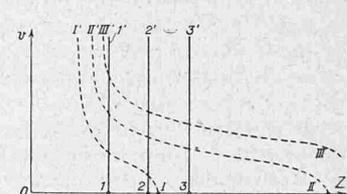


Abb. 2.

Charakteristiken liefert. Bei Verwendung als Motor dürfte deshalb, ganz abgesehen von den Verhältnissen des Leistungsfaktors und Wirkungsgrades, die neue Schaltung gegenüber dem gewöhnlichen Einphasen-Seriemotor im Dienste der Zugförderung kaum einen Vorteil bieten; andererseits wird aber für Bremsungen, d. h. bei Verwendung der Maschine als Generator die neue Schaltung im Zugförderungsdienst sehr gut geeignet sein, da ja die Abbremsung eines konstanten Drehmoments, sowohl bei der Talfahrt auf langen Strecken von gleichbleibender Neigung, als auch beim Anhalten von Zügen, als geradezu normale Operation auftritt. Es liegt auf der Hand, dass man nur sehr geringfügige Umschaltungen vornehmen muss, um die Kommutatormaschine nach Abbildung 1 wieder in einen gewöhnlichen Seriemotor überzuführen. Ohne dass damit eine physikalisch völlig befriedigende Deutung geboten wird, lassen sich die bei allen konstant gehaltenen Spannungen sich einstellenden Anlasscharakteristiken 1—1', bzw. 2—2', bzw. 3—3' der Schaltung nach Abbildung 1 auf die spannungsdrosselnde Wirkung der Drosselspule  $D$  im Ankerstromkreis eines Nebenschlussmotors zurückführen; für den Eisenbahningenieur mag diese einfache Deutung vorläufig genügen. Der Elektroingenieur findet in der erwähnten Veröffentlichung von Behn-Eschenburg den ersten

<sup>1)</sup> Erscheint wegen Raumangel erst heute. Red.

<sup>2)</sup> Vergl. „Bulletin des S. E. V.“, 1918, Seite 239; ferner Génie Civil, 2 Novembre 1918, Seite 347; E. T. Z., 1918 Seite 481, u. a. O.

Versuch einer Deutung der Arbeitsweise dieser Schaltung mittels Spannungsdiagrammen. Bei der erheblichen praktischen Wichtigkeit, die diese Schaltung besitzt, dürfte ein vollständiger Ausbau der Theorie ihrer Wirkungsweise nicht lange auf sich warten lassen.

Wir glauben bestimmt annehmen zu dürfen, dass die beschriebene Schaltung nach Abb. 1 im Dienste der elektrischen Bremsung von Einphasenbahnen wertvolle Dienste leisten wird, und zwar unbeschadet der noch offenen Frage nach dem energetischen Wirkungsgrad, bezw. nach dem möglichen Quantum wirklich zurückgewinnbarer Energie; auf alle Fälle wird eine gewisse Energiemenge rückgewinnbar sein, deren Wert in wirtschaftlicher Hinsicht nach dem Schema beurteilt werden kann, das wir in unserem Aufsatz vom 4. Mai letzten Jahres erörterten. Für die Praxis noch wichtiger dürfte sein, dass die neue Bremsschaltung betriebs- und maschinentechnisch ebenso leistungsfähig ist, wie die wegen ihres hohen Energieverbrauchs praktisch nur für Kleinbahnen taugliche Gegenstrombremsung.<sup>1)</sup> Den bevorstehenden praktischen Erfahrungen mit der Energierückgewinnung nach System Oerlikon auf der Gottthardbahn sehen wir mit grösstem Interesse entgegen; diese dürften in der Geschichte des Einphasen-Bahnbetriebs ebenfalls einen denkwürdigen Entwicklungspunkt bedeuten.

W. Kummer.

## Die Ventilationsanlage des Simplontunnels.

Von Ingenieur F. Rothpletz, Bern.

(Fortsetzung von Seite 4.)

### II. Grundlagen für die neue Ventilation.<sup>2)</sup>

Für die Bemessung der Ventilatoren musste zuerst die Frage geklärt werden, wie hoch die auftretenden Luftwiderstände wahrscheinlich sein würden. Diese setzen sich beim Betrieb nach Fertigstellung des Tunnels zusammen aus:

1. dem Reibungswiderstand in der 20 km langen Tunnelröhre bei einer Fördermenge von 90 m<sup>3</sup>/sek, also bei einer durchschnittl. Luftgeschwindigkeit von rund 4 m/sek;
2. dem Reibungswiderstand in der Verbindungsleitung zwischen Ventilator und Tunnel;
3. dem zu überwindenden barometrischen Druckunterschied zwischen Nord- und Südportal.

Für die Berechnung der Luftreibung in den einzelnen Tunnelröhren zog die Firma Gebr. Sulzer A.-G. verschiedene im Bergbau übliche Rechnungsmethoden, die im Mittel einen Widerstand von 60 bis 70 mm W. S. ergaben, als Hilfsmittel heran. Die Widerstände in der Verbindungsleitung zwischen Ventilator und Tunnelröhre wurden zu 4 mm W. S. berechnet. Ueber die zu gewärtigenden Barometerstände zu beiden Seiten des Tunnels ergaben mehrjährige Beobachtungen der schweizerischen meteorologischen Station in Zürich, dass der Barometerstand auf der Nordseite in Ausnahmefällen bis zu 115 mm höher sein kann, als auf der Südseite, wo er hingegen nur bis auf 70 mm über jenen der Nordseite steigt. Letztgenannter Fall tritt allerdings äusserst selten und nur für kurze Zeit ein, während in der Hauptzeit des Jahres der höhere Barometerstand auf der Nordseite herrscht, wodurch sich der Energiebedarf einseitig nordseits arbeitender Ventilatoren gegenüber dem Betrieb bei gleichen Barometerständen zu beiden Seiten des Portals vermindert.

Die schwankenden Barometerstände und der Wunsch, während der Bauperiode eine grössere Anpassungsfähigkeit zu haben, machten es erwünscht, die Betriebsverhältnisse des Ventilators durch Drehzahl-Regelung verändern zu können und zwar wurde der Ventilator so projektiert und ausgeführt, dass sich Winddruck, Kraftbedarf und Nutzeffekt

<sup>1)</sup> Für Einphasenbetrieb ist eine bezügliche praktische Anwendung einzig bei der Valle Maggia-Bahn erfolgt, worüber der Hauptartikel auf Seite 29 und die Miscellanea-Notiz auf Seite 43 von Band LVIII (15. Juli 1911) Auskunft geben.

<sup>2)</sup> Im Folgenden unter Benützung von Angaben der Konstruktions-Firmen Gebr. Sulzer A.-G., Brown Boveri & Cie. und J. Bolliger & Cie. F. R.

bei 180 m<sup>3</sup>/sek Fördermenge zwischen den in nachfolgender Tabelle angegebenen Grenzwerten verändern lassen:

	Normal	Minimal
Zu fördernde Luftmenge in m <sup>3</sup> /sek	180	
Windpressung in mm Wassersäule	130	70
Kraftbedarf an der Ventilatorwelle gemessen in PS eff.	500	300
Drehzahl in der Minute	325	240
Wirkungsgrad des Ventilators	0,72	0,65
Spezif. Gewicht der Luft im Mittel	1,15	

Die beiden Ventilatoren mussten demnach für die Normalleistung von 180 m<sup>3</sup>/sek Fördermenge und 130 mm W. S. Windpressung gebaut werden. Die Anordnung sollte im übrigen so getroffen werden, dass beide Ventilatoren auch hintereinander auf Druck geschaltet werden können. Aus den vorstehenden Daten haben sich die Abmessungen der Motoren ergeben, die für veränderliche Drehzahlen von 325 bis 240 in der Minute und für eine effektive Leistung von 520 bis 300 PS gebaut werden mussten, worüber im einzelnen der folgende Abschnitt Aufschluss gibt.

### III. Die neue Ventilationsanlage.

Die im vorhergehenden Abschnitt dargelegten theoretischen Ueberlegungen führten dazu, die beiden Ventilatoren senkrecht übereinander anzuordnen, wie dies Abb. 4 bis 7 zeigen und sie mit ihren Motoren direkt zu koppeln. Die verschiedenen Schaltungen der Ventilatoren (oberer oder unterer Ventilator allein oder beide auf Druck geschaltet) wurden durch die Anwendung geeigneter Klappen mit den nötigen Hilfsvorrichtungen, Winden usw., erreicht.

Die Ventilatoren haben Laufräder für beidseitigen Lufttritt, von 3,5 m äusserem Durchmesser und 1284 mm äusserer Radbreite (Abb. 8 und 9, Seite 16). Die gesamte Flügelbreite beträgt 1564 mm, der Saugöffnungsdurchmesser 2600 mm. Die Laufräder sind aus gusseisernen Naben mit schmiedeisernen Schaufeln, Stirn- und Zwischenwänden zusammengenietet; sie ruhen auf kräftigen, dreimal gelagerten Stahlwellen. Mit Rücksicht auf ununterbrochenen Tag- und Nachtbetrieb wurden die Wellenlagerungen so reichlich bemessen, dass ein Warmlaufen ausgeschlossen ist.

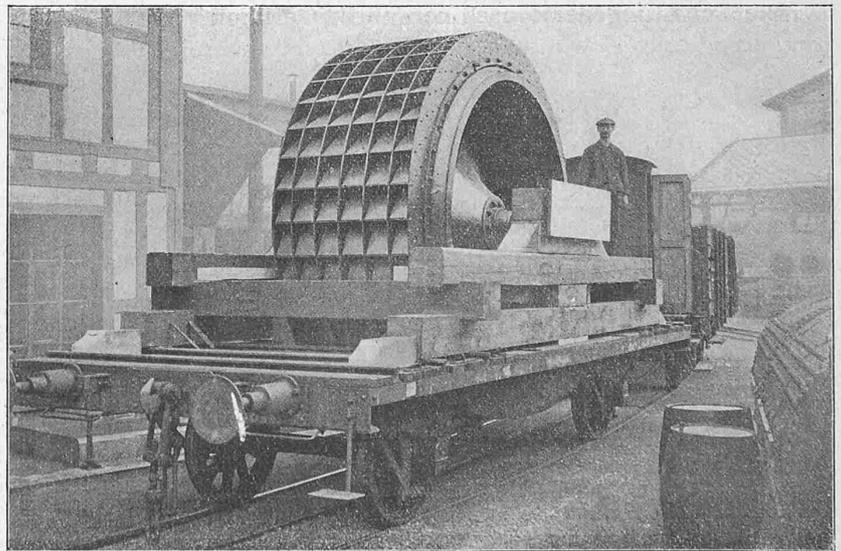


Abb. 8. Ventilatoren-Laufrad, gebaut von Gebr. Sulzer A.-G. in Winterthur.

Die Lager zu beiden Seiten des Ventilators sind durch starke, eiserne Armkränze gehalten, während das äussere Lager neben der die Verbindung mit dem Antriebmotor bewerkstellenden elastischen Kupplung, System B. B. C., in einer Nische des Saugkanals untergebracht ist.

Die Gehäuse der Ventilatoren sind aus Mauerwerk hergestellt, nur der Anfang jenes Spiralanges besteht aus einer Eisenblechspitze von 500 mm Länge und 1800 mm