

# Die Ventilationsanlage des Simplontunnels

Autor(en): **Rothpletz, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **73/74 (1919)**

Heft 2

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-35563>

## **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.

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 Gegenstrombremung.<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 Rechenmethoden, 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.

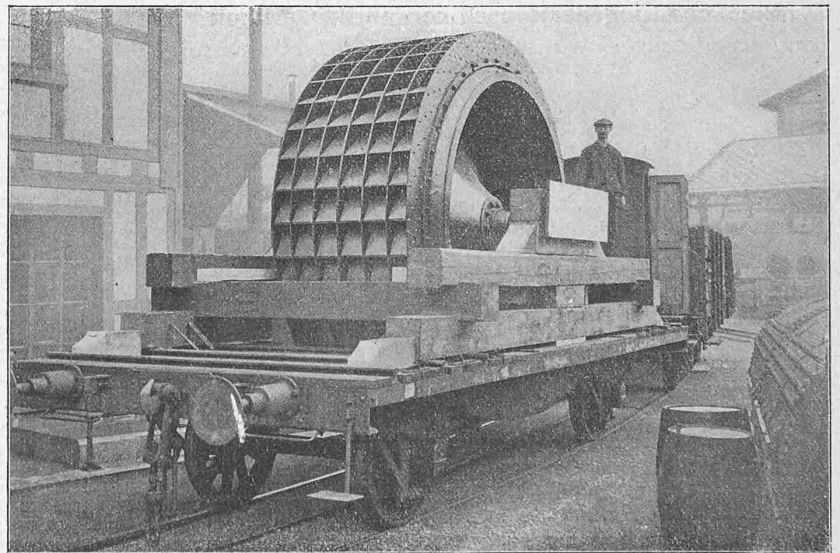


Abb. 8. Ventilatoren-Laufrad, gebaut von Gebr. Sulzer A.-G. in Winterthur.

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

Gesamtbreite, die auf jeder Seite in einer Breite von 530 mm eingemauert ist (Schnitt Abbildung 4).

An Umstellklappen sind vorhanden: Eine *Hauptumstellklappe* im Druckkanal, die je nachdem der obere oder der untere Ventilator arbeiten soll, durch ein Windwerk in die obere oder untere Lage gebracht wird (siehe Abbildung 4), sodass der ausser Betrieb befindliche Ventilator vom Hauptdruckkanal abgeschlossen ist. Diese Klappe ist 7,85 m lang und 4,5 m breit, aus  $\square$  und  $\Gamma$  Eisen, sowie aus 6 mm starkem Eisenblech hergestellt. Sie ist in einem eingemauerten, kräftigen Winkeleisen drehbar gelagert

sind geöffnet, sodass aus dem Freien angesaugt wird, die Saugtüren des untern Ventilators hingegen geschlossen. Die obere und die beiden untern Umstellklappen sind geöffnet, sodass die vom obern Ventilator angesaugte Luft durch die Saugöffnungen des untern Ventilators gedrückt wird, der sie in den Hauptdruckkanal nach dem Tunnel fördert (Abb. 5 bis 7).

Die *Montage* erforderte verschiedene Vorkehrungen. In die Gebäudedecken wurden, wie aus Abbildung 4 zu erkennen ist, zwei  $\Gamma$ -Eisenträger von je 500 mm Höhe eingemauert, die 4 m aus dem Gebäude herausragen und zum Aufziehen der je 12 t

wiegenden Ventilatoren-Laufräder dienen. Ein aus zwei  $\square$ -Eisen von N. P. 30 bestehender Querbalken vor dem Gebäude nahm die Last mittels eines Flaschenzugs von 15 t Tragkraft auf. Das Laufrad wurde an Ort und Stelle auf die Welle gebracht. Für den Transport der Laufräder von Winterthur zur Baustelle, der auf Spezialwagen erfolgte, mussten Gebrüder Sulzer ebenfalls besondere Massnahmen treffen (Abbildung 8). Schliesslich wurde Vorsorge getroffen, dass die Mauerung der Spiralgänge sich nötigenfalls auf einfache Weise entfernen lasse, um die Räder jederzeit demontieren zu können. Die Zugänglichkeit der einzelnen Teile ist durch entsprechende Gänge, Treppen und Türen erleichtert.

Die *Antriebmotoren* sind Dreiphasen-Asynchron-Motoren normaler offener Bauart, geliefert von Brown, Boveri & Cie. in Baden. Sie werden mit Bahnbetriebsstrom von 3200 Volt und  $16\frac{2}{3}$  Per gespeist und geben eine Leistung von 500 PS ab, bei der synchronen Drehzahl von 333,3 Uml./min. Mit Rücksicht auf die Regulierung der Luftzufuhr war die Bedingung gestellt, die Drehzahl der

Motoren müsse um 30 % abwärts reguliert werden können. Wegen der Grösse der in Frage stehenden Leistungen, wurde von der Regulierung durch Einschalten von Widerständen im Rotorstromkreis Abstand genommen und an deren Stelle jene mit *Regulier-Aggregat*, nach der Schaltung Brown Boveri-Scherbius gewählt.<sup>1)</sup> Diese besteht darin, dass der Rotorstrom des Antriebmotors, statt nutzlos in einen Widerstand geführt zu werden, zur Speisung eines Dreiphasen-Kollektormotors dient, der mit einem auf das Netz arbeitenden Induktions-Generator gekuppelt ist. Die Schlupf-Energie, d. h. die Energie, die zum Herabsetzen der Drehzahl normalerweise in einem Regulierwiderstand vernichtet wird, gelangt in diesem Falle wieder in das Netz zurück. Dabei kann der Induktions-Generator in bekannter Weise zur Verbesserung des Leistungsfaktors verwendet werden, ein weiterer Vorteil dieser Schaltung.

<sup>1)</sup> Siehe „Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen“, 1910, Heft 6 und 7.

**Die neue Ventilations-Anlage des Simplontunnels in Brig.**

Ausgeführt nach Entwurf von Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur.

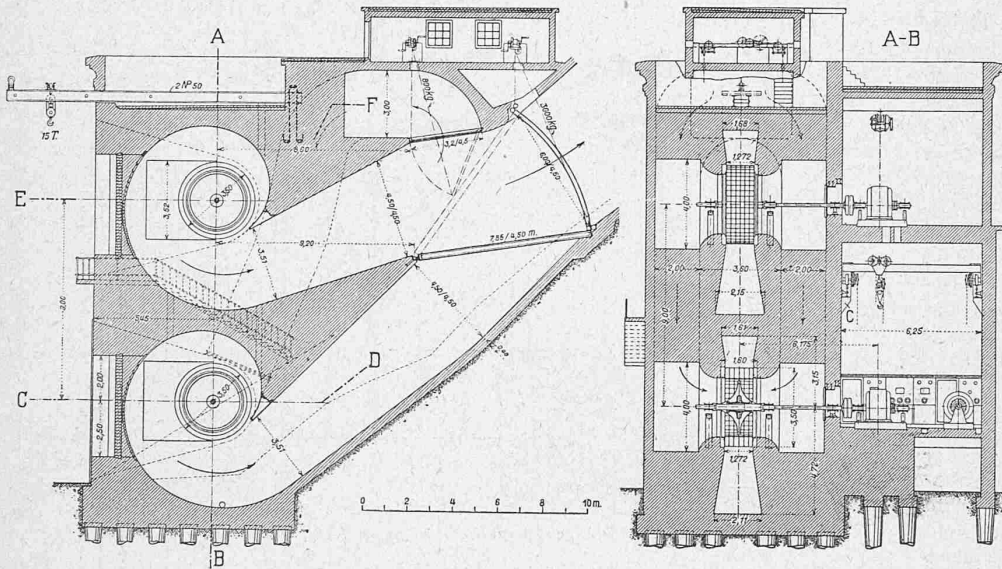


Abb. 4. Vertikalschnitt durch Ventilatoren-Mitte. — 1:300. — Abb. 5. Vertikalschnitt A-B.

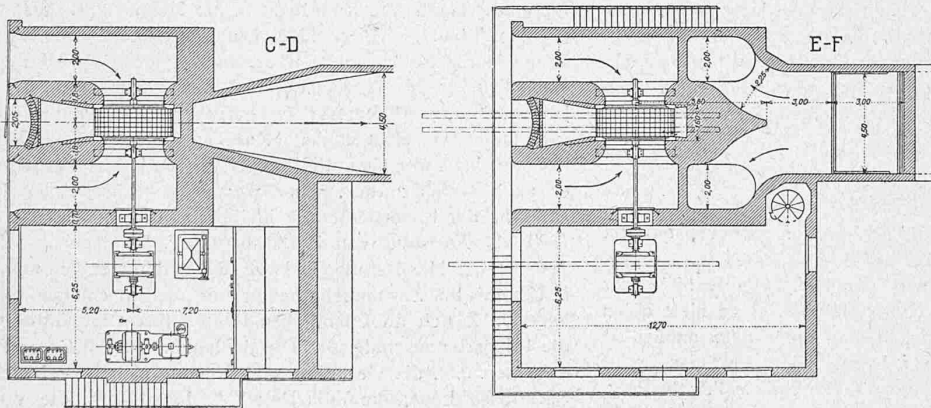


Abb. 6. Horizontalschnitt C-D (unten). — 1:300. — Abb. 7. Horizontalschnitt E-F (oben).

in gebogenen  $\square$  Eisen, die in die Seitenwände des Diffusorkanales eingemauert sind, geführt, wie auf den Zeichnungen ersichtlich ist. Die Bewegung erfolgt mit Hilfe eines über dem Hauptdruckkanal angeordneten Windwerkes mit Handbetrieb durch zwei seitlich angeordnete Drahtseile.

Eine *obere Umstellklappe*, die in ähnlicher Weise hergestellt ist und  $3,2 \times 4,5$  m misst, sowie vier *Drehklappen* in den seitlichen Umführungskanälen von  $3 \times 2$  m l. W. gestatten die Schaltung der Ventilatoren in folgender Weise:

*Schaltung I, wenn nur ein Ventilator arbeitet:* Die obere Umstellklappe und die Drehklappen der seitlichen Umführungskanäle sind geschlossen. Die Hauptklappe befindet sich in ihrer untern Lage, wenn nur der obere Ventilator (Abb. 4), in ihrer obern Lage, wenn nur der untere Ventilator arbeiten soll.

*Schaltung II, wenn beide Ventilatoren hintereinander auf Druck arbeiten.* Die Saugtüren des obern Ventilators

Das Regulieraggregat ist für 138 kW bei 500 Uml/min bemessen und im untern Raume aufgestellt (Abb. 5 u. 6). Der Induktions-Generator ist für 300 Volt gewickelt und steht mit dem Netz mittels eines Dreiphasen-Transformators von 60 kVA und 300/3200 Volt in Verbindung. Die getroffene Schaltungsweise ermöglicht den Betrieb des einen oder des andern Antriebmotors, in Verbindung mit dem Regulier-Aggregat. Bei gleichzeitigem Betrieb beider Motoren wird nur der untere auf diese Weise reguliert, der obere dagegen unter Benützung des Heisswasser-Anlassers als Schlupf Widerstand. Dieser Anlasser, mit einem Wasserinhalt von 300 l und einem Verbrauch an Kühlwasser (15° C) von 20 l/min, genügt für dauernde Einstellung eines Schlupfes von 28% bei abnehmendem Drehmoment.

Die gesamte von Brown, Boveri & Cie. in Baden erstellte Schaltanlage, die alle zu einem störungsfreien Betrieb erforderlichen Sicherheits-Apparate enthält, ist im untern Motorraum untergebracht. (Schluss folgt.)

### Konkurrenzen.

**Wettbewerb für Arbeiter-Wohnhäuser.** Von beteiligten Bewerbern wird uns mitgeteilt, dass im gedruckten Urteil des A-reisgerichts, das unserer Veröffentlichung in den beiden letzten Nummern vom Dezember 1918 zu Grunde gelegen hatte, eine Verwechslung von Namen unterlaufen sei: Verfasser des auf Seite 253 letzten Bandes dargestellten Entwurfs Nr. 56, „Spare Papier“, ist Bautechniker Georg Lehle in Schaffhausen, während der dort (und im Urteil) genannte Bautechniker E. Müller in Lotzwil Verfasser des ebenfalls im 3. Rang ausgezeichneten, von uns nicht dargestellten Entwurfs Nr. 53 „Heimelig“ ist.

### Nekrologie.

† E. Buchi. Edouard Buchi, ingénieur à Genève, qui est mort le 9 décembre 1918, dans sa 28e année, des suites de la grippe, était originaire de Winterthour, mais naquit à Lyon le 14 janvier 1891. Il passa toute sa jeunesse dans cette ville, et ce n'est qu'en 1912 que, muni du diplôme de bachelier, et après deux années de pratique dans les Ateliers Alioth à Lyon, il vint en Suisse pour poursuivre ses études à la Section d'Electricité de l'Ecole Polytechnique Fédérale à Zurich, où il obtint en automne 1916 le diplôme d'ingénieur-électricien. Sa santé délicate ne lui permettant pas de se lancer immédiatement dans la pratique, il consacra plusieurs mois de maladie à se perfectionner dans sa partie par des études théoriques approfondies. En automne dernier, il put entrer comme ingénieur à la S. A. des Ateliers de Sécheron à Genève; mais sa joie de pouvoir enfin se vouer à sa carrière ne fut que de courte durée: peu de temps après la grippe l'emporta. Ses chefs et ses collègues conservent le meilleur souvenir de sa belle intelligence, ainsi que de son caractère affable et enjoué.

† Hermann Stadler. In Zürich ist am 23. Dezember 1918 ein Kollege zur letzten Ruhe bestattet worden, der in den 90er Jahren an dem architektonischen Leben Zürichs lebhaften Anteil hatte. Architekt Hermann Stadler wurde am 27. Oktober 1861 in Zürich geboren, besuchte die städtischen Schulen und bezog im Herbst 1877 die Architekten-Abteilung der E. T. H., an der er bis 1880 studierte, worauf er an die Technische Hochschule Stuttgart übertrat. Hier führte er seine Studien bis zum März 1883 weiter, um sie sodann von 1883 bis 1885 an der Ecole des Beaux Arts in Paris abzuschliessen. Dort arbeitete er während dieser Zeit auf

### Die neue Ventilationsanlage des Simplontunnels.

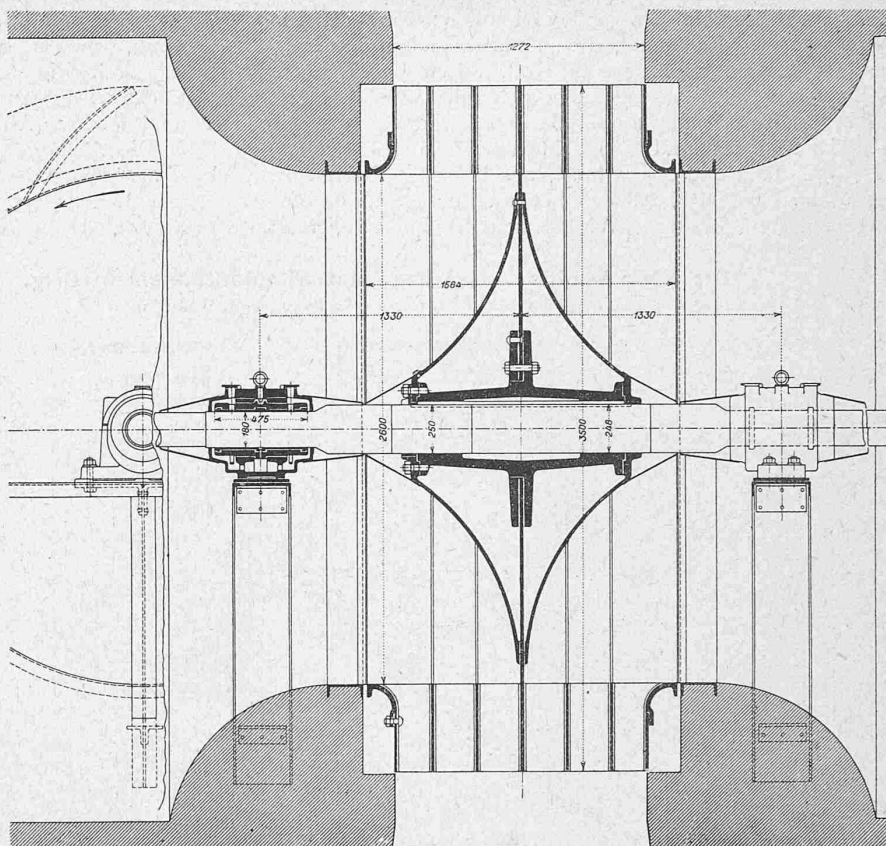


Abb. 9. Ventilator für 180 m<sup>3</sup>/sek, gebaut von Gebrüder Sulzer A.-G., Winterthur. — Schnitt 1:35.

dem Atelier von Professor Daumet, an den er sich besonders angeschlossen hatte und dem er bei der Ausarbeitung seines Prix de Rome zur Hand gehen durfte. In die Heimat zurückgekehrt, fand er 1885 Arbeit bei Architekt H. Ernst, der damals den Häuserblock an der Nordseite der untern Rämistrasse und die Villa Kann erstellte. Vom Februar bis November 1887 weilte Stadler in Rom; vom Januar 1888 an arbeitete er vorübergehend mit Architekt Chiodera in Mailand, woselbst er dann eine Gipsdielenfabrik einrichtete, die ihn bis im September 1891 beschäftigte. In diesem Jahre kehrte er nach Zürich zurück. Hier war er zunächst einige Jahre als Direktor der Kunststeinfabrik in Zürich tätig und wirkte 1893 bis 1895 als Assistent von Professor Dr. F. Bluntschi an der Eidgenössischen Technischen Hochschule. Im Jahre 1894 verband er sich mit Architekt E. Usteri. Im Zusammenarbeiten mit diesem entstanden nacheinander in Zürich an öffentlichen Bauten das Geschäftshaus Jelmoli, die Pflegerinnenschule, das Theodosianum und das Corso-Theater<sup>1)</sup>; an Villen u. a. die vier Villen am Eingang zum Belvoirpark an der Seestrasse Enge, die Villa Usteri in Rüslikon, die Villa Osenbrüggen an der Gartenstrasse in der Enge, die Villa Nabholz. Diese Tätigkeit dauerte bis zum Ende des Jahres 1902. Der Aufschwung, den die bauliche Tätigkeit in Südafrika nach der Einverleibung der Burenrepubliken in die Kapkolonie in Aussicht zu stellen schien, veranlasste Stadler, seine Schritte dorthin zu lenken und am 1. Januar 1903 schiffte er sich nach Lorenzo Marquez ein, um von dort nach Johannesburg zu ziehen. Die vorwiegend bergmännische Betätigung, die er aber dort vorfand, brachte es mit sich, dass er von seinem eigentlichen Berufe abgezogen wurde und sich schliesslich dem hüttenmännischen Betriebe zuwandte. Unterstützt von den einschlägigen Kenntnissen seiner Studienzeit entwarf und vervollkommnete er ein Verfahren zum Zerkleinern und Zubereiten des erzführenden Gesteins, das er sich patentieren liess. Seine Tätigkeit auf diesem Gebiete fand Anerkennung und führte zur Erteilung eines Lehrauftrages an der Royal School of Mines in South Kensington, welche Stelle Stadler im Jahre 1913 antrat und mit Erfolg bekleidete, bis ihn ein unheilbares Leiden befahl, das ihn im Sommer 1917 zur Heimkehr nötigte und schliesslich zu seinem Tode führte.

<sup>1)</sup> Siehe Bd. XXXVI, S. 6 und 18 (7./14. Juli 1900).