

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	37/38 (1901)
Heft:	8
Artikel:	Specialbericht über die Turbinen und deren Regulatoren an der Weltausstellung in Paris 1900
Autor:	Prášil, Franz
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-22672

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

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

INHALT: Specialbericht über die Turbinen und deren Regulatoren an der Weltausstellung in Paris 1900. III. — Das schweizerische Gesetz betreffend die elektrischen Stark- und Schwachstromanlagen. III. — Rückblick auf die deutsche Bauausstellung in Dresden. II. — Miscellanea: Schweizerische Bundesbahnen. Erfindungsschutz in der Schweiz. Selbstthätige Knallsignale. Das Stadttheater in Meran. Internat. Ausstellung für Feuerschutz- und Feuerrettungswesen. Internat. metrisches Gewindesystem.

Specialbericht über die Turbinen und deren Regulatoren an der Weltausstellung in Paris 1900.

Von Professor F. Prášil, Zürich.

Alle Rechte vorbehalten.

III.

In der ungarischen Abteilung war unstreitig das interessanteste Objekt der Turbinenausstellung die grosse ge-

Eisenbahnprojekte für Queensland. Einführung der linksufrigen Zürichseebahn in Zürich. — Konkurrenzen: Umbau und Betrieb des Hafens von Rosario. Neubau für die Kantonalbank in Basel. Moderne Fassaden-Entwürfe. Evangelisch-reformierte Kirche in Bern. Primarschulhaus in Moutier. — Nekrologie: † Oskar Schlömlich, † Emile Reverdin. — Literatur: Schweizerischer Bau- und Ingenieur-Kalender für 1901. — Anzeige. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittlung.

Ganz & Cie. in Budapest.

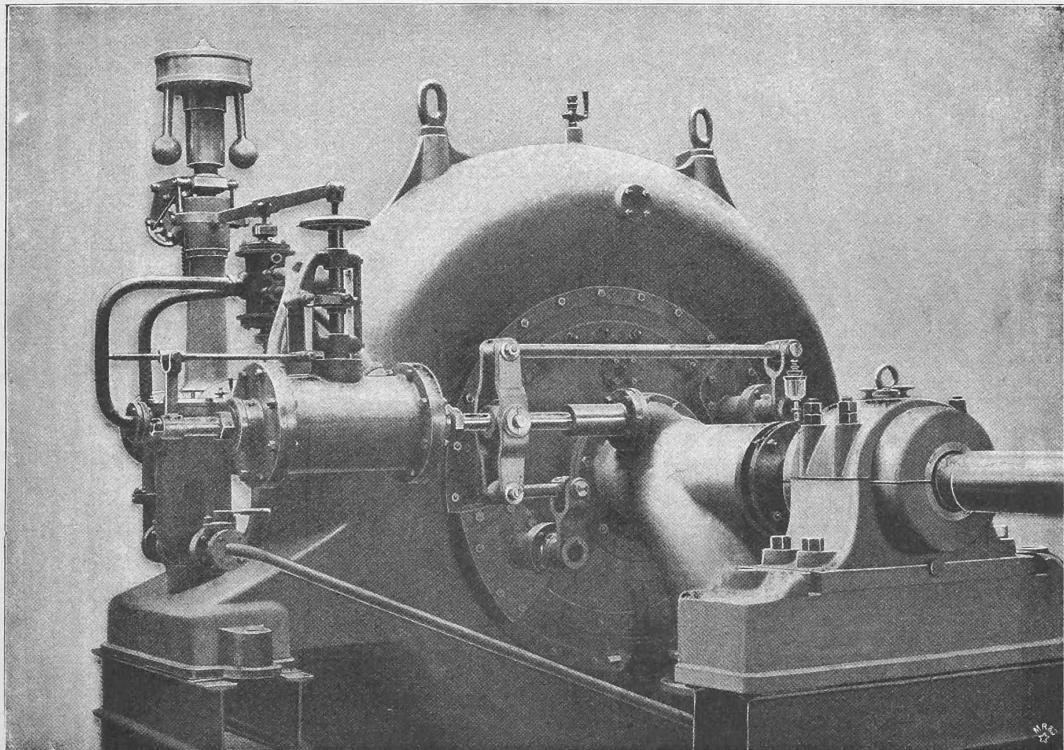


Fig. 19. 630 P. S. Francis-Turbine für das Elektricitätswerk Jajce (Bosnien).

schlossene Francisturbine mit horizontaler Welle und Regulator mit hydraulischem, doppelt wirkenden Servomotor der Firma Ganz & Cie. in Budapest. Dieselbe ist für das Elektricitätswerk der Karbidfabrik in Jajce (Bosnien) bestimmt und für eine Leistung von 1000 effektiven P. S. bei 68,8 bis 74,5 m Gefälle berechnet; die Zahl der minutlichen Umdrehungen beträgt 300.

Die Turbine ist in den Figuren 19, 20 u. 21 dargestellt, zu welchen bemerkt werden muss, dass in Jajce selbst für die acht Stück 1000-pferdige Turbinen eine weiter unten besprochene Regulierung, dagegen an zwei Stück 630-pferdigen Turbinen gleicher Konstruktion (nur mit kleinerer Radbreite) der hydraulische Servomotor mit dem aus Fig. 19 ersichtlichen Federregulator angebracht ist.

In das Spiralgehäuse tritt das Wasser schräg von unten, aus einer für eine Serie von fünf Turbinen gebauten Blech-Rohrleitung von 1,6 m maximalem Durchmesser ein; zwischen Turbine und Rohrleitung ist eine von Hand zu betätigende Drosselklappe eingeschaltet. Das an das Gehäuse anschliessende Saugrohr wird durch die bis zu 5,32 m betragenden Schwankungen des Unterwasserspiegels bedingt.

Der Leitapparat, vor welchem sich in dem ihn umgebenden Spiralgehäuse noch Führungsschaufeln befinden,

des Kehrgetriebes erfolgt am Schaltbrett von Hand durch elektrische Transmission¹⁾.

Das Laufrad hat 1145 mm äusseren Durchmesser und besitzt 30 Stück Schaufeln, die mit den Seitenkränzen in einem Stück gegossen und, wie aus Fig. 22 (S. 79) ersichtlich ist, als Grenzturbinenschaufelung angeordnet sind. Die Geschwindigkeit am äusseren Umfang ist dementsprechend $u = 0,487 \sqrt{2} g H$. (H = Gefälle in m, $g = 9,81 \text{ m}$ = Beschleunigung der Schwere); die lichte Eintrittsbreite ins Laufrad ist 75 mm.

Die Welle durchdringt das Gehäuse in Stopfbüchsen und ruht außerhalb desselben in zwei langen Ringschmierringen, von denen das eine als Konsollager am Deckel des Gehäuses, das andere als Stehlager an der mit dem Saugrohr in einem Stück gegossenen Fussplatte befestigt ist. An dem Wellenende in der Nähe des letzteren Lagers befindet sich die zur Verbindung mit dem Generator dienende Riemenkuppelung System Zobel.

Der Servomotor ist, wie aus Fig. 20 (S. 78) ersichtlich, doppeltwirkend und von einem Steuerorgan gesteuert, dessen Wirksamkeit an Hand der schematischen Darstellungen

¹⁾ Siehe Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Jahrgang 1900, Seite 1356 und 1357.

Fig. 23 (S. 79) erläutert werden soll. Vorerst sei bemerkt, dass die Hebelanordnung zwischen Regulatorhülse, Steuerorgan und Servomotor die Rückführung in korrekter Weise

gebracht; der Schwebekolben erhält dadurch Ueberdruck von oben, eilt dem Steuerkolben wieder nach, bis beide die Stellung 5 = Stellung 1 einnehmen.

Ganz & Cie. in Budapest.

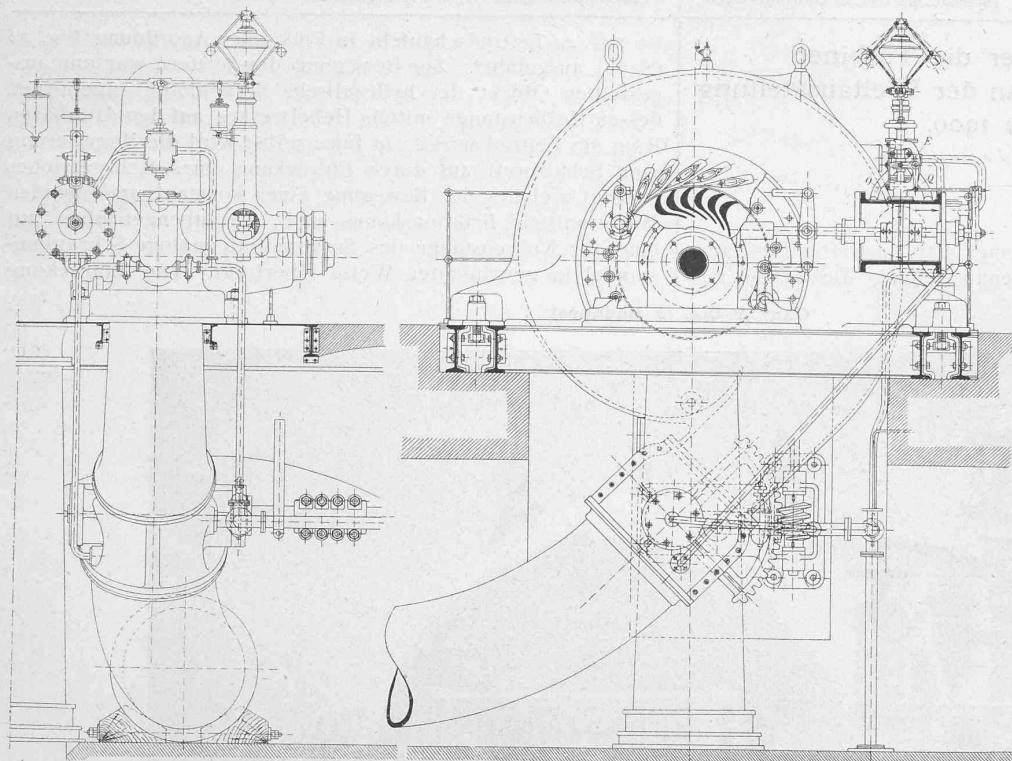


Fig. 20. 1000 P.S. Francis-Turbine (an der Ausstellung). Maßstab 1:50.

berücksichtigt. Das Steuerorgan besteht aus dem cylindrisch gebohrten Steuergehäuse, zu und von welchem die Rohrverbindungen vom Filter und zu den beiden Seiten des Servomotors führen; im Gehäuse bewegt sich, durch die cylindrische Bohrung geführt, frei der sogenannte Schwebekolben, aus acht Scheibenkolben von Bronze bestehend, die durch eine mit ihnen zusammengegossene, centrale Rohrverbindung in bestimmten, symmetrisch verteilten Abständen gehalten sind; die Rohrwand ist an mehreren Stellen durchlocht, sodass einzelne Räume zwischen den Scheiben mit dem Inneren des Rohres kommunizieren.

Das Rohr ist konzentrisch zur Gehäusebohrung ausgebohrt und es bewegt sich in demselben der die Gehäusedeckel in Stopfbüchsen durchdringende Steuerkolben, welcher mittels des bereits erwähnten Hebelwerkes vom Centrifugalpendel bzw. Servomotor bewegt wird. Es dürfte genügen, die beigegebene schematische Fig. 23 (S. 79) durch folgende, kurze Erläuterungen zu ergänzen:

Stellung 1: Steuer- und Schwebekolben in Mittellage, Servomotor in Ruhe.

Stellung 2: Steuerkolben gehoben; der Schwebekolben erhält Ueberdruck von unten, der ihn dem Steuerkolben nachtreibt: die Verbindung zwischen Druckleitung und Servomotor wird hergestellt.

Stellung 3: Der Schwebekolben ist dem Steuerkolben nachgeeilt; der Ueberdruck hört auf; der Servomotorkolben ist in Bewegung gekommen; hiervon wurde in

ein Laufrad für eine Francis-Turbine und ein solches für eine Achsial-Girard-Turbine den von ihr gepflogenen Turbinenbau vorgeführt.

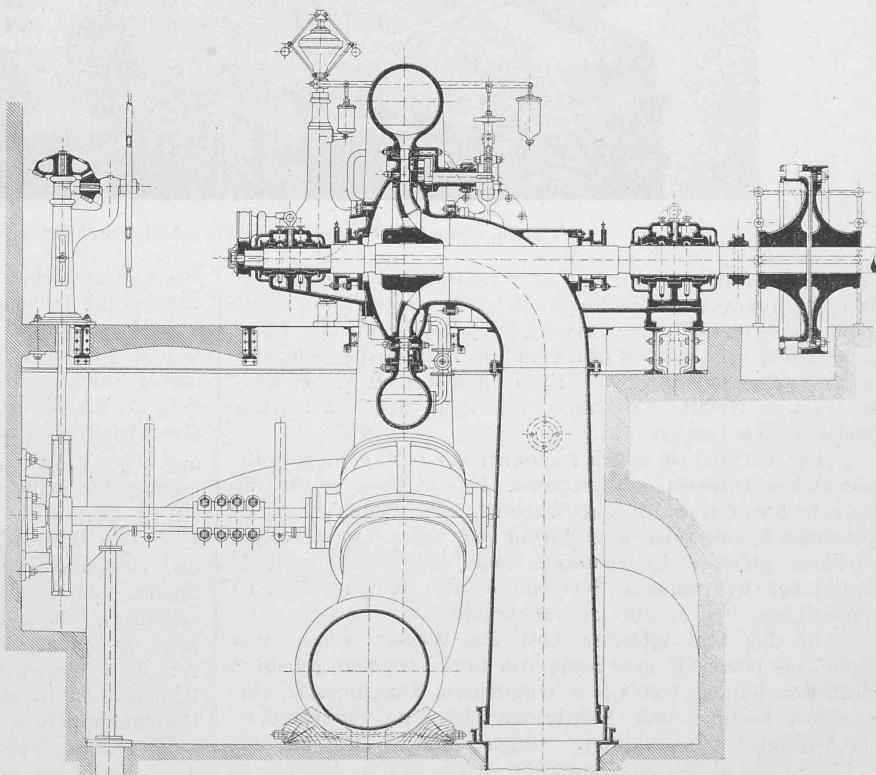


Fig. 21. 1000 P.S. Francis-Turbine (an der Ausstellung). Maßstab 1:50.

Die Francis-Turbine mit horizontaler Welle ist für Einbau in einen offenen Wasserkasten und Abfluss durch

Stellung 4: der Steuerkolben in die Mittellage zurück-

Leitet das Centrifugalpendel ein Sinken des Steuerkolbens ein, so erfolgt wegen der symmetrischen Anordnung der Kanäle und Scheibenkolben im Steuerungsorgan die entgegengesetzte, aber gleichartige Bewegung. Das Druckwasser für den Servomotor wird natürlich gefiltert, wie überhaupt die nötigen Armaturen für Montage und Betrieb vollständig vorhanden sind.

Die moderne Formgebung und solide und saubere Ausführung erregten durchwegs Gefallen.

Eine kleine Partial-Girard-Turbine derselben Firma, für 5 P.S. bei 50 m Gefälle gebaut, bot nichts wesentlich Neues.

Die Firma: *Vereinigte Schiffsbau- und Maschinenfabriks-Aktiengesellschaft „Danubius“, Schönichen-Hartmann in Budapest* hat durch die aus Fig. 24 ersichtliche Francis-Turbine von 50 P.S. bei 10 m Gefälle und 332 minütlichen Umdrehungen, durch

ein Saugrohr gebaut und besitzt von Hand verstellbare Fink'sche Regulierung ohne neue Details.

Das ausgestellte Francis-Laufrad gehört zu einer, der ungarischen Regierung für eine Anlage in Ö-Becze (Ungarn) gelieferten Turbine

mit vertikaler Welle (Fig. 25), die zum Betrieb einer Schleuse des Franzens-Kanals dienen wird. Bei $1,25\text{ m}$ Gefälle und 34,5 minutlichen Umdrehungen beträgt deren Leistungsfähigkeit 28 P. S.

In beiden Fällen ist die Geschwindigkeit am Eintritts- (äußeren) Umfang des Laufrades $u = 0,62\sqrt{2gH}$.

Das Girard-Laufrad ist durch die gewölbte Form der Blechschaufeln und deren Stellung bemerkenswert, welche eine symmetrische Führung und Konzentration des Wasserstrahls um den mittleren Cylinder anstreben.

Der ungarische Turbinenbau war mit diesen Objekten, wenn auch nicht in hervorragend origineller Weise, so

Ganz & Cie. in Budapest.

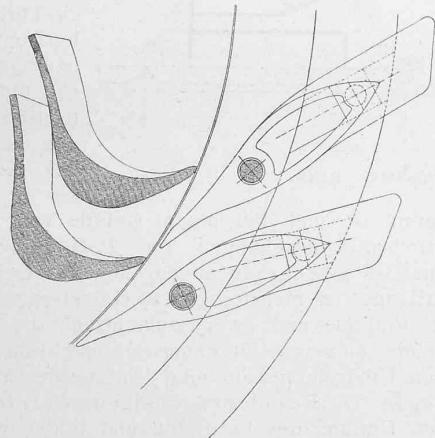


Fig. 22. Schaufelplan der 1000 P. S. Francis-Turbine. 1:8.

doch wegen der modernen und sachgemäßen Ausführung und Formgebung gut vertreten.

In der österreichischen Abteilung war eine Serie von hydraulischen Widerstandsregulatoren Patent Rüsch-Sendlner ausgestellt, deren Konstruktion aus der Fig. 26 (S. 80) ersichtlich ist.

Im Prinzip besteht ein solcher Regulator aus einem zweiräumigen, offenen Gehäuse a, b , mit welchem eine Centrifugalpumpe c derart in Verbindung gesetzt ist, dass durch dieselbe ein Kreislauf der in dem Gehäuse befindlichen Flüssigkeit erzeugt wird.

Durch Verstellung eines mittels des Hebelwerkes g, r von dem Centrifugalpendel P (mit Federbelastung) beeinflussten, nahezu entlasteten Ringschiebers δ wird die Menge der in

Kreislauf versetzten Flüssigkeit und damit der Energiebedarf für die Bewegung derselben geändert. Ist der Apparat mit einem Motor so verbunden, dass die Centrifugalpumpe und das Centrifugalpendel an das vom Motor betätigtes Triebwerk gekuppelt sind, so findet, wenn der Energiebedarf vom Motor betriebenen Arbeitsmaschinen und damit die Geschwindigkeit des Motors und der mit demselben gekuppelten Teile, namentlich auch des zugeschalteten Apparates sich ändern, eine entgegengesetzte Änderung des Energieverbrauches des Regulators statt. Dadurch

bleibt die Geschwindigkeit des ganzen Systems innerhalb der dem Ungleichförmigkeitsgrad des Centrifugalpendels entsprechenden Grenzen erhalten, — vorausgesetzt der Apparat „Danubius“ - Budapest.

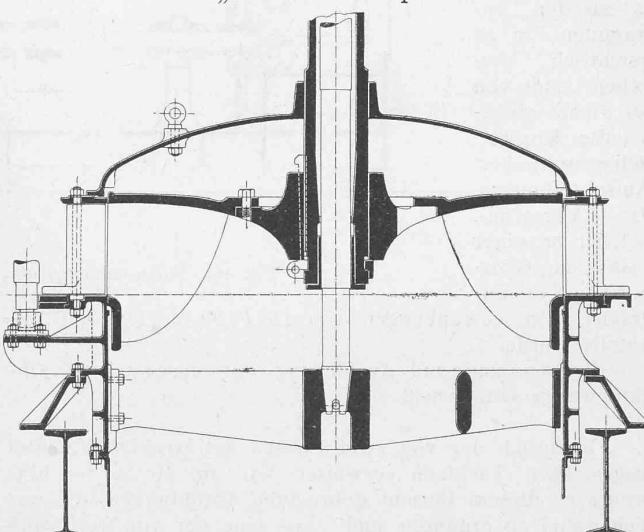


Fig. 25. 28 P. S. Francis-Turbine, für die Schleuse am Franzenskanal. 1:25.

ist so eingestellt, dass die Schlussstellung des Ventiles der Volleistung des Motors und der unteren Geschwindigkeitsgrenze des Systems entspricht. Gegenüber jenen Konstruktionen, bei welchen in einem geschlossenen Gehäuse durch Drosselungsänderungen Druckdifferenzen erzeugt und damit bei im wesentlichen kleiner und konstanter Menge der fluktuierenden Flüssigkeit, die nötigen

Aenderungen des Energieverbrauches hervorgebracht werden (wie z. B. beim Schriener'schen Regulator), hat die Anordnung den Vorteil, dass grössere Flüssigkeitsmengen in den

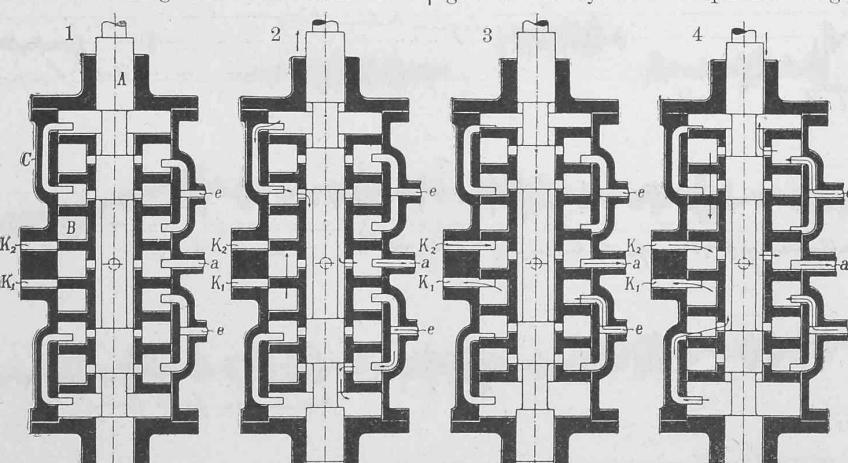


Fig. 23. Schema des Steuerorganes zum hydraulischen Servomotor von Ganz & Cie.

Kreislauf einbezogen werden und daher, bei der intensiveren Berührung der Flüssigkeit mit der Aussenluft, eine bessere Wärmeabfuhr stattfindet. Es können deshalb solche

Apparate auch für ziemlich hohe Leistungen verwendet werden, wie in dem aus Versuchen abgeleiteten Diagramm der Bremsleistungen Fig. 27 (S. 81) zu ersehen ist.

Mit dem erwähnten System hat der Regulator von Rüsch-Sendtner bei Turbinenbetrieb, für welchen er hauptsächlich gebaut ist, gemeinsam: den Vorteil des Wegfallens von Druckschwankungen in den Zuleitungen zu den Turbinen und den Nachteil, dass der mechanische Wirkungsgrad der Gesamtanlage bei verminderter Energiebedarf ebenfalls abnimmt. In allen Fällen, wo grosse Oekonomie des Wasserkonsums auch bei verringter Leistung erforderlich ist, wie z. B. bei Wasserentnahme aus einem Stausee von beschränktem Inhalt wird daher der Regulator nicht rationell sein.

Die gute Wirkksamkeit desselben hinsichtlich der

Geschwindigkeitsregulierung ist aus den Diagrammen Fig. 28 ersichtlich; dieselben sind von der Firma eingesandte Kopien tachographischer Aufzeichnungen eines Versuches, welcher an einer Ausführung Grösse Nr. 3 bei Maximal-Energie schwankungen von 18 P. S. bis Leerlauf angestellt wurde.

Formgebung und Ausführung der ausgestellten Objekte waren sauber und solid.

Bezüglich der von zwei Firmen der Vereinigten Staaten ausgestellten Turbinen verweisen wir auf die in der Einleitung zu diesem Bericht gebrachten Mitteilungen, die nur noch dahin zu ergänzen sind, dass eine der von der Smith (Morgan) Company York ausgestellte Turbine mit gemischter Schaufelung mit Laufradschaufeln versehen war, deren Eintrittswinkel in drei Abteilungen der Eintrittskante ver-

schiedene Werte hatten derart, dass sie nicht allmählich, sondern mit einer Gratbildung in einander übergehen; es soll hiermit der Veränderlichkeit des Reaktionsgrades bei verschiedener Beaufschlagung Rücksicht getragen sein.

Aus Norwegen und Schweden haben „Drammens Jernstøberi & mekaniske Vaerksted“ eine für die norwegische Chamottefabrik in Flekke Fjord bestimmte Partial-Girard-Turbine auf horizontaler Welle, Regulator mit doppeltwirkendem hydraulischen Servomotor und Drosselklappe ausgestellt; die Turbine ist für eine Leistung von 150 P. S. bei 100 bis 106 m Gefälle und 500 minutl. Umdrehungen berechnet

und bietet in ihrer Bauart und Anordnung nichts Neues von Belang. In der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure Jahrgang 1900, Seite 1113 u. f. sind Abbildungen dieser, sowie der von der Firma Qvist & Gjers Konstruktionsbyrå in Arboga (Schweden) ausgestellten vierfachen Francis-Turbine mit horizontaler Welle enthalten, welche für das Elektricitätswerk an den Trångfällen des Kolbäckflusses in Vestman-

land bestimmt ist und bei einem Gefälle von 10 m und 250 minutlichen Umdrehungen 300 P. S. zu leisten hat. Die Turbine ist geschlossen angeordnet, das Gehäuse von 5,3 m Totallänge ist mehrteilig aus Gusseisen erstellt, es besitzt drei Einläufe und zwei Saugstutzen; die Laufräder haben 700 mm äusseren Durchmesser und daher bei der angegebenen Umdrehungszahl eine Umfangsgeschwindigkeit $u = 0,65 \sqrt{2gH}$. Die Regulierung erfolgt durch Gitterschieber am äusseren Umfang der Leiträder und bildet wegen der Form der Deckkörper, die gleichsam eine Verlängerung der verdickten Leitadschaufeln bilden, zum Teil eine kinematische Variante der später zur Beschreibung gelangenden „Zodel-

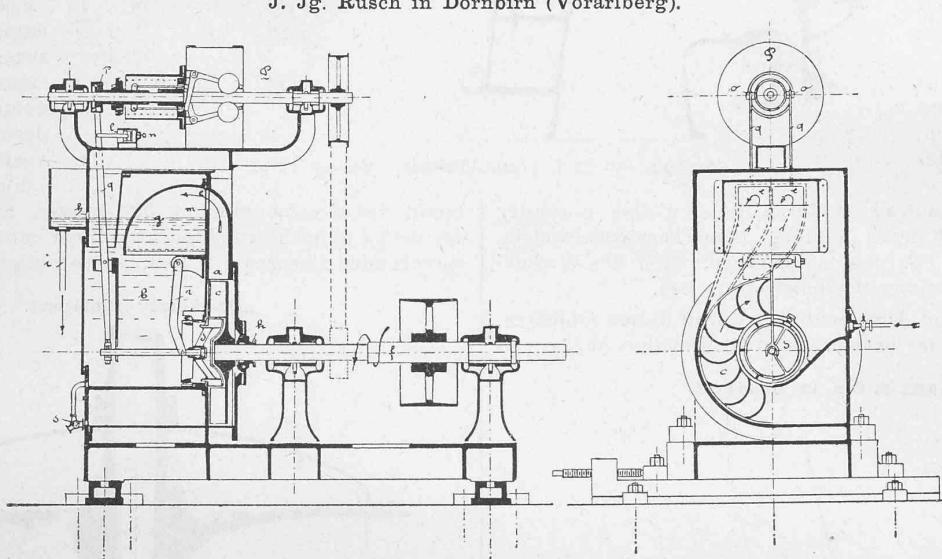


Fig. 26. Widerstandsregulator, Patent Rüsch-Sendtner. 1:40.

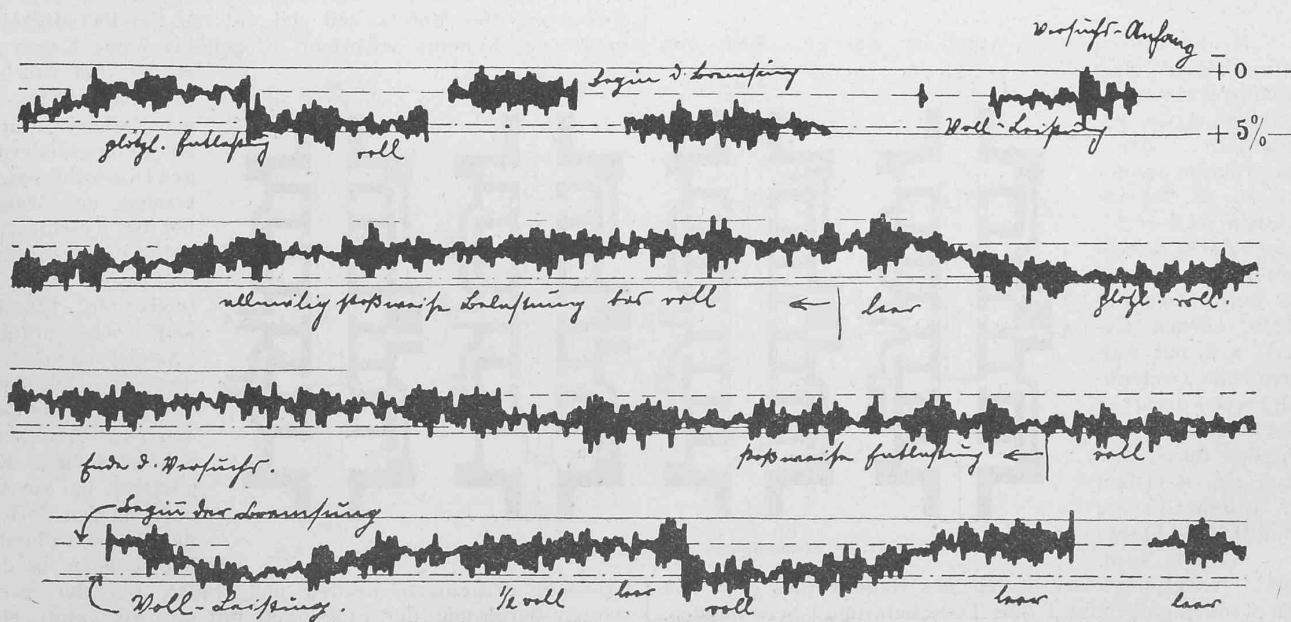


Fig. 28. Tachographen-Diagramm eines Widerstandsregulators Rüsch-Sendtner Nr. 3.

regulierung". Das Modell der Turbinenregulierung von *Hiorth* in Christiania entsprach der bezüglichen, in der Schweiz. Bauzeitung, Jahrgang 1899, Band XXXIII Seite 231 u. ff. gegebenen Beschreibung.

Die Ausführung dieser nordischen Objekte war eine gute; leider war kein Vertreter der beiden erstgenannten Firmen anwesend, der auf etwaige sonst von denselben angewandte Details und Bauarten aufmerksam gemacht hätte.

(Forts. folgt.)

Das schweizerische Gesetz betreffend die elektrischen Stark- und Schwachstromanlagen.

III. (Fortsetzung.)

Der III. Abschnitt ist den Starkstromanlagen gewidmet. Dessen Artikel 13 hätte nach dem Entwurfe der Experten-Kommission folgenden Wort-laut gehabt:

„Unter die Bestimmungen dieses Gesetzes fallen alle Starkstromanlagen, welche öffentlichen Grund und Boden oder Eisenbahn-Gebiet benützen, oder zufolgeder Nähe von andern elektrischen Anlagen, welche diesem Gesetze unterliegen, zu Betriebsstörungen oder Gefährdungen Anlass geben können.“

Der Nationalrat glaubte verallgemeinern zu sollen, indem er an Stelle dieser Redaktion setzte:

„Art. 13. Unter die Bestimmung dieses Gesetzes fallen alle Starkstromanlagen.“

Diese Erweiterung scheint weder notwendig, noch ohne einen grossen Kontroll-Apparat praktisch durchführbar. Sie trifft eine Anzahl einzelner Anlagen (z. B. alle Fabriken und Villen mit Einzelproduktion elektrischen Lichtes), für welche die Schaffung eines besonderen Rechtes nicht erforderlich ist. Wir sind der Ansicht, es sei die von den Experten empfohlene Fassung des Artikels vorzuziehen.

Im Artikel 16 wird die Genehmigung des Post- und Eisenbahn-Departements für Erstellung jeder solchen Anlage vorgeschrieben. Gerade im Lichte dieses Artikels erscheint die Ausdehnung des Anwendungs-Gebietes des Gesetzes auf alle Starkstrom-Anlagen als zu weit gehend. Zwar entbindet er die sogen. *Haus-Installationen* von der Pflicht zur Einholung einer besonderen Bewilligung, wie dieselben auch später durch Art. 43 von der Haftpflicht ausgeschlossen sind, wogegen aber Art. 27 eine Ueberprüfung der an Elektricitäts-Werke angeschlossenen Haus-Installationen durch die eidgenössischen Ueberwachungs-Behörden vorsieht, und auch die übrigen Bestimmungen des Gesetzes für die *Haus-Installationen* in Geltung bleiben.

Als *Haus-Installationen* bezeichnet Art. 17 „solche elektrische Einrichtungen in Häusern, Nebengebäuden und anderen zugehörigen Räumen, bei denen die vom Bundesrate gemäss Art. 14 hierfür als zulässig erklärten elektrischen Spannungen zur Verwendung kommen“. Ein früherer, vielleicht besserer Vorschlag sprach von Einrichtungen „in Häusern und Zubehörden“; in der That sollen beispielsweise auch Leitungen und Lampen an der Aussenseite der Gebäude darunter verstanden sein.

Die Höhe der für die verschiedenen Starkstrom-Betriebe zulässigen Spannungen ist vom Bundesrate bereits nach den Vorschlägen der Experten-Kommission in der *anticipando* erlassenen Verordnung festgestellt worden.

Hinsichtlich der Einreichung von *Plänen* an den Bund vor Erstellung von Starkstromanlagen wurde seinerzeit von den Experten hervorgehoben, dass die nach Art. 16 vom Bundesrate darüber zu erlassenden Vorschriften sich auf das Notwendigste beschränken sollten. Die eigentümliche Beschaffenheit dieser Anlagen bringt es mit sich, dass die Kosten *genauer* Pläne in keinem Verhältnisse zu den Kosten der Leitung selbst stehen, und dass durch einen örtlichen *Augenschein* der Beteiligten die Angelegenheit jeweils besser klargestellt werden kann, als durch Be- trachtung von Plänen am grünen Tische. Ueberdies waren von den benachbarten eidgenössischen Telegraphen- und Telephonleitungen bisher in den meisten Fällen gar keine Pläne vorhanden. Es ist zu erwarten, dass in der neuen Verordnung auf eine Begehung der Oertlichkeit, als Regel das Hauptgewicht gelegt werde.

Der Art. 18 handelt von der Verteilung der Kosten der Sicherungs-Massnahmen, welche beim Zusammentreffen verschiedener elektrischer Leitungen erforderlich

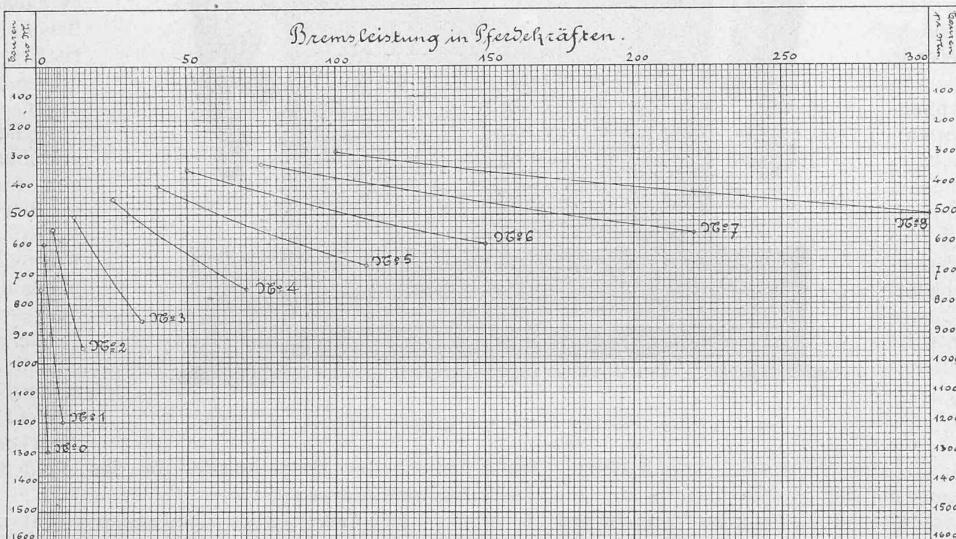


Fig. 27. Leistungsdiagramm zum Widerstandsregulator Rüsch-Sendtner.

werden. Dem Wunsche der Starkstromtechnik nachgebend, hat der Nationalrat hier an dem bündesrätlichen Entwurfe eine bedeutsame Änderung vorgenommen und damit eine weitsichtige Auffassung bekundet. Im 3. Absatz dieses Artikels sollten nämlich die Kosten des Umbaus öffentlicher Telephon-Anlagen auf das Doppeldraht-System den Starkstrom-Anlagen auferlegt werden — eine Forderung, welche höchstens durch die, heute allerdings grossen, dem Bunde aus diesem Umbau erwachsenen Kosten begründet werden könnte. Denn wenn auch einerseits die Experten-Kommission, wie oben bereits erwähnt, als einziges Mittel zur Vermeidung von Störungen die Befreiung des Telephon-dienstes von den Erdrückleitungen bezeichnet hat, so ist andererseits kein Grund dafür vorhanden, das Recht zur Benützung des Bodens, oder etwa gar städtischer Wasserleitungen für die Stromrückleitung dem Bunde zuzusprechen, da er ein solches nie erworben hat. Das Recht zur Benützung des eigenen städtischen Grundes kommt z. B. unbedingt viel eher städtischen Strassenbahnen zu, welche bei unseren Verhältnissen rationell und wirtschaftlich ohne Benützung der Erde bzw. der Schienen als Rückleiter nicht bestehen könnten, was bei den Telephon-Anlagen nicht der Fall ist. Endlich dürfte hier doch auch das moralische Moment mitsprechen, dass die Starkstromtechnik schon vor elf Jahren die Doppeldrähtigkeit der Telephon-Anlagen empfohlen hat, wodurch die Höhe des heute der Telephon-Verwaltung auferlegten Opfers grösstenteils als selbstverschuldet erscheint.

Der Nationalrat hat deshalb mit gutem Grunde den 3. Absatz wie folgt gefasst:

„Die zur Ausführung dieser Sicherheitsmassnahmen aufzuwendenden Kosten mit Inbegriff derjenigen für die