Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 51/52 (1908)

Heft: 25

Artikel: Grosse moderne Turbinenanlagen. 2. Folge: Hochdruck- und Stauanlagen

Autor: Zodel, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-27439

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: 15.12.2025

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

INHALT: Grosse moderne Turbinenanlagen. — Wettbewerb für die Schweizer. Nationalbank und ein eidg. Verwaltungsgebäude in Bern. — Miscellanea: Wiederherstellung des Heidelberger Schlosses. Monatsausweis über die Arbeiten am Lötschbergtunnel. Das Arbeiterheim in Wien XVI. Strassenbahn-Postwagen für Brief- und Paket-Beförderung. Luftwiderstand fahrender Eisenbahnzüge. — Nekrologie: Fr. Schönholzer. — Konkurrenzen: Fassaden-Entwürfe für das neue Empfangsgebäude der S. B. B. in Lausanne. Schulhaus Reiden. Schwimmbad in der Wettsteinanlage in Basel. — Literatur: Denkschrift über die Einführung des elektr. Betriebes auf den Bayr. Staatseisenbahnen. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermittlung.
Tafel XIII: Wettbewerb für die Schweizer Nationalbank und ein eidg. Verwaltungsgebäude in Bern.

Bd. 51. *Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.* Nr. 25.

Grosse moderne Turbinenanlagen.

Zweite Folge: Hochdruck- und Stauanlagen.

Von *L. Zodel.*

I. Die Turbinenanlage „Brusio".

Vor kurzem ist in der Schweiz. Bauzeitung eine ausführliche Darstellung dieser bedeutenden Hochdruckwasserkraft- und Stauanlage erschienen, auf die ich bezügl. Wasserfassung, Stollen, Wasserschloss und Kraftzentrale verweise. Ich beschränke mich hier auf eine nähere Beschreibung der von Escher Wyss & Co. projektierten und ausgeführten Turbinen und Rohrleitungen, die in jener Darstellung nur summarisch beschrieben sind.[1])

Die Hauptdaten, die der Turbinenanlage zu Grunde lagen, sind kurz folgende:

Hydrograph. Einzugsgebiet rund	200 km^2
Oberfläche des natürl. Stausees Lago di Poschiavo	2 „
Meereshöhe des gestauten Wasserspiegels max.	964,40 *m*
Desgleichen des abgesenkten Wasserspiegels min.	956 *m*
Stauhöhe	8,40 „
Stauinhalt rund	15 Mill. m^3
Zuleitungsstollen Länge 5250 *m* Querschnitt 5 m^2	
Stollengefälle = 2 ‰ = 10,5 *m*	
Niedrigster Wasserspiegel im Wasserschloss	944,60 *m* ü. M.
Höchster „ „ „	951,60 *m* ü. M.
Rohrmittel am Einlauf	942,20 *m* ü. M.
Verlust im Stollen zwischen Stausee und Wasserschloss	
bei N. W. im See	4,40 bis 11,40 *m*
und bei höchstem H. W.	12,80 bis 19,80 „
Verlust vom Turbinen-Einlauf bis N. W. (Freihängen)	7,70 „
Turbinen-Einlauf-Mitte	530,30 *m* ü. M
Unter Wasserspiegel beim Auslauf ungefähr	522,00 *m* ü. M.
Totales Brutto-Gefälle	964,40 — 522,00 = 437,60 *m*
Brutto-Gefälle Wasserschloss bis Einlaufdüse	= 421,30 *m*
Betriebswassermenge	7,5 bis 9 $m^3/Sek.$
berechnet auf 12 stündige Arbeitszeit.	

Rohrleitungen.

Vom Wasserschloss führen sechs Rohrstränge zum Turbinenhaus, durch die zwölf Generator- und vier Erregerturbinen gespeist werden. Da die mittlere Normal-Leistung einer Turbine 3000 *PS* betragen soll, so geht durch jeden Rohrstrang eine Wassermenge von 1500 *l/Sek.*

Jeder dieser Stränge beginnt beim Wasserschloss mit einem innern Durchmesser von 850 *mm* und endigt beim Maschinenhaus mit einem solchen von 750 *mm*. Die normale Wassergeschwindigkeit wächst daher von 2,6 bis 3,4 *m/Sek.* Die gesamte Länge der Rohrstränge beträgt je rund 1080 *m*.

Da die obere Hälfte der Leitungen aus genieteten und die untere aus geschweissten Röhren besteht, so ergibt sich ein Reibungsverlust bei obigen Wassergeschwindigkeiten von rund 13 *m* oder etwa 3 % des Gefälles. Das Netto-Gefälle bei vollem Wasserschloss beträgt daher 408 *m*; der Berechnung der Turbinen wurde ein solches von 400 *m* zu Grunde gelegt.

Man sieht, dass es wohl möglich ist, eine Mehrleistung durch Steigerung dieser Geschwindigkeit zu erzielen. Es wäre dies aber nur dann nötig, wenn mehr als 9 m^3 Wasser im ganzen konsumiert werden sollten, was wohl kaum vorkommen dürfte. Durch später zu beschreibende Verbindungsröhren beim Maschinenhaus ist es möglich, die maximale Wassermenge gleichmässig auf alle Rohrstränge zu verteilen, wenn auch eine kleinere Anzahl Turbinen, z. B. nur zehn Stück mit je 3600 *PS* in Betrieb und zwei davon in Reserve stehen. Eine solche Verbindung der Röhren unter sich ist daher von grosser Wichtigkeit, denn einerseits wird der Gefällsverlust stets auf ein Minimum reduziert und anderseits das Leitungsmaterial so wenig als möglich belastet. Ebenso wird die Regulierfähigkeit des Werkes nicht unwesentlich verbessert.

Das ganze Rohrbett ist in zehn Gefällsbruchpunkte eingeteilt, von denen jeder als Rohrverankerung ausgebildet wurde. Je nach der Rohrneigung und dem Wasserdrucke wurden diese Verankerungen entsprechend ausgebildet. Die meisten konnten direkt mit dem guten Gneissfelsen solid verbunden werden.

Unterhalb jeder Verankerung befindet sich eine Ausdehnungsmuffe, die jedem einzelnen Zwischenstrang eine Bewegung gestattet. Diese Muffen sind mit nachstellbaren Stopfbüchsen gedichtet. Die Rohrstränge sind aus einzelnen Röhren von 12 *m* Baulänge zusammengesetzt, deren Verbindung durch Flanschen und Schrauben geschieht. Grosse Sorgfalt wurde auf die Dichtung der einzelnen Stösse gelegt. Jedes einzelne Rohr ruht im obern Teil auf zwei, im untern auf einem Betonsockel.

Als Material der Leitung wurde Siemens-Martin-Flusseisen von etwa 25 bis 30 % Dehnung und höchstens 36 bis 40 kg/mm^2 Bruchfestigkeit verwendet. Die Wandstärken wurden so berechnet, dass der genietete Teil maximal mit 6 kg/mm^2 und der geschweisste mit 7,5 kg/mm^2 im vollen Blech beansprucht wird.

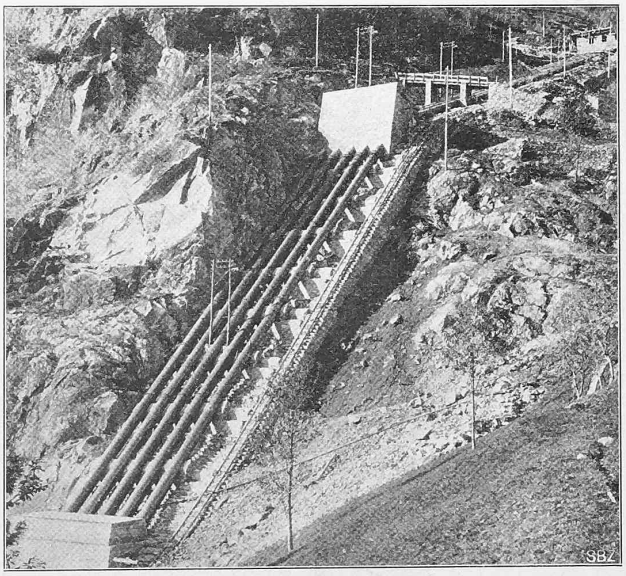


Abb. 1. Blick auf die Rohrleitungen.

Da das Gewicht der ganzen Leitung ungefähr 2500 Tonnen, und die Steigungen mehrerer Strecken bis 95 % betragen, war die Montage der ganzen Leitung eine schwierige Arbeit. Sie wurde in sieben Monaten bewältigt, ohne dass nennenswerte Störungen zu verzeichnen gewesen wären. Schon nach dem ersten Füllen erwiesen sich die Leitungen als durchaus dicht und den Anforderungen entsprechend. Abbildnng 1 zeigt das Steilstück der Rohrleitungen zwischen den Verankerungspunkten II und III; im weitern sei auf die Abbildungen 20 bis 26 auf Seite 31 u. ff., sowie auf Tafel III lfd. Bandes verwiesen.

[1]) Seite 1 u. ff. dieses Bandes, sowie als Sonderabdruck.

Da die Direktion der Kraftwerke Brusio Bedenken trug, automatische Rohrbruch- oder Selbstschluss-Ventile in die Druckleitung einzubauen, zur Sicherung bei allfälligen Rohrbrüchen aber doch Vorkehrungen getroffen werden mussten, entschloss man sich zur Anwendung von *Klappenverschlüssen* am obern Ende der Rohrleitungen. Auch hiezu entwarfen Escher Wyss & Co. eine Vorrichtung, die wegen ihrer Neuheit und Einfachheit Erwähnung verdient. Die Klappe, deren Einzelheiten in Schnitt und Ansicht aus Abbildung 2 und 3 zu erkennen sind, wird durch eine Gallsche Kette während dem Betrieb offen gehalten. Das obere Ende der Kette läuft über ein Kettenrad *a* auf der Welle eines Windwerkes (vergl. Abb. 4), das mittelst Schneckentrieb *b* und Handkurbel bewegt wird. Das Ganze ist in ein gusseisernes Gehäuse eingeschlossen und steht auf der Krone der Mauer, die das Wasserschloss nach vorn abgrenzt, senkrecht über der zugehörigen Klappe. Auf der Hauptwelle sitzt neben dem Kettenrad ein Nockenrad *c*, das durch eine Sperrklinke *d* festgehalten wird. Während *a* und *c* auf der Hauptwelle fest aufgekeilt sind, kann das Schneckengetriebe durch die Klauenkupplung *e* ausgerückt werden. Die nach aussen verlängerte Welle der Sperrklinke trägt am Ende einen ausbalancierten Hebel *f* und es genügt bei ausgerücktem Windwerk ein Druck auf das Gabelende dieses Hebels, um das Nockenrad freizugeben und damit die Klappe fallen zu lassen. Dieser Druck kann nun durch eine sinnreiche Vorrichtung auf elektrischem Wege vom Werk aus veranlasst werden, indem durch Erregung eines Solenoids die zwei Greifer (vergl. Abb. 5), die in der Ruhelage ein Fallgewicht am obern Ende eines Ständers festhalten, dieses Gewicht längs einer Führung auf den Sperrklinkenhebel *f* fallen lassen, wodurch die Klappe geschlossen wird. Durch Luftsaugrohre, die zu oberst in die Druckleitungen eingebaut sind, wird die Bildung einer Luftleere bei solch plötzlichem Rohrabschluss vermieden. Die Abbildung 5 zeigt das Windwerk abgedeckt und geschlossen, daneben die Ständer mit den Fallgewichten. Eine oberhalb der Abschlussklappe eingebaute Umgangsleitung dient zum Füllen der Rohrleitung, zwecks Entlastung der Klappe. Ausserhalb des Wasserschlosses sind normale Wasserschieber in jede Leitung eingebaut, die von Hand bewegt werden können und zum dichten Abschluss dienen, wenn eine ganze Leitung ausser Betrieb gesetzt werden soll. Die Mechanismen sind in einem gemeinschaftlichen Schieberhaus am Wasserschloss untergebracht. Weitere Abschlussorgane befinden sich in der Zentrale unten, unmittelbar vor den eigentlichen Turbinenzuleitungen. Es sind hier in jede Leitung Drosselklappen eingebaut, die teils von Hand, teils durch Elektromotoren betrieben werden können, und durch die unabhängig von den obern Abschlussorganen jederzeit und rasch eine Leitung abgeschlossen werden kann. Jede Drosselklappe besitzt eigene Umleitung. Nach den Drosselklappen sind Leerläufe vorhanden, die durch eine gemeinschaftliche Leerlaufleitung in den Ablaufkanal münden. Vor den Drosselklappen sind die sämtlichen sechs Rohrleitungen durch eine Sammelleitung verbunden, an deren Ende eine Sicherheitsbrechplatte sich befindet, die bei plötzlicher abnormaler Drucksteigerung durchbricht und so schädliche Materialbeanspruchungen verhütet. Auch diese Oeffnung ist durch zwei Schieber verschliessbar und mündet direkt in den Poschiavino-Fluss. Die Anschlüsse der Sammelleitung an die einzelnen Hauptleitungen sind eben-

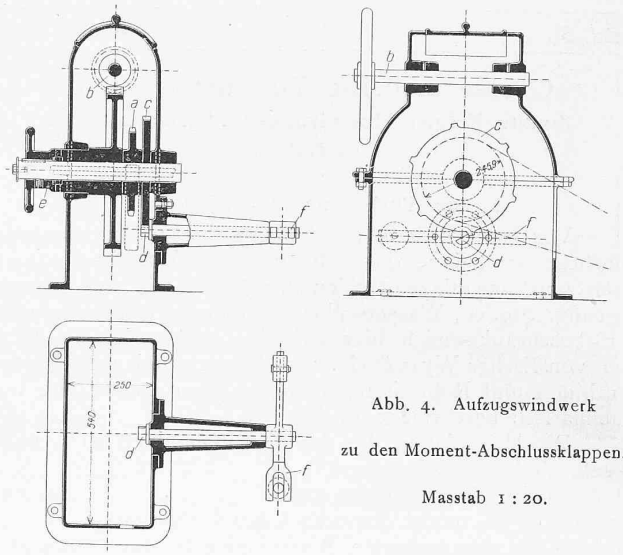
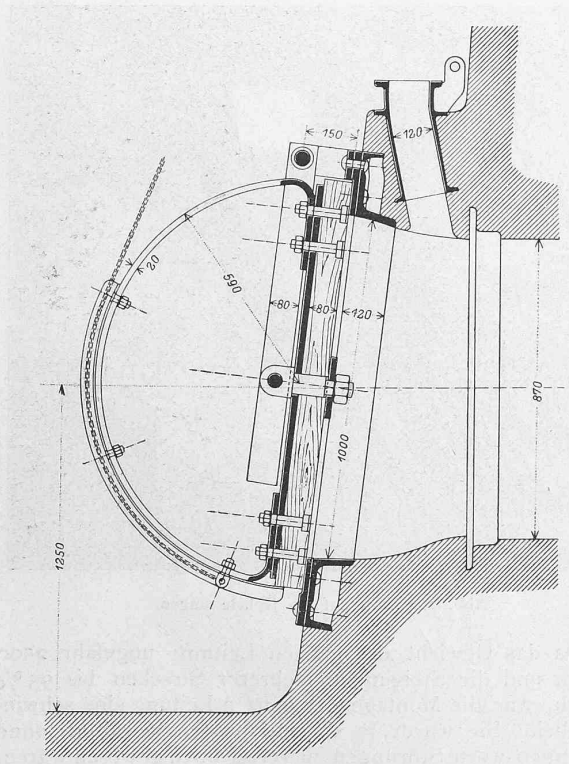


Abb. 4. Aufzugswindwerk zu den Moment-Abschlussklappen. Masstab 1 : 20.



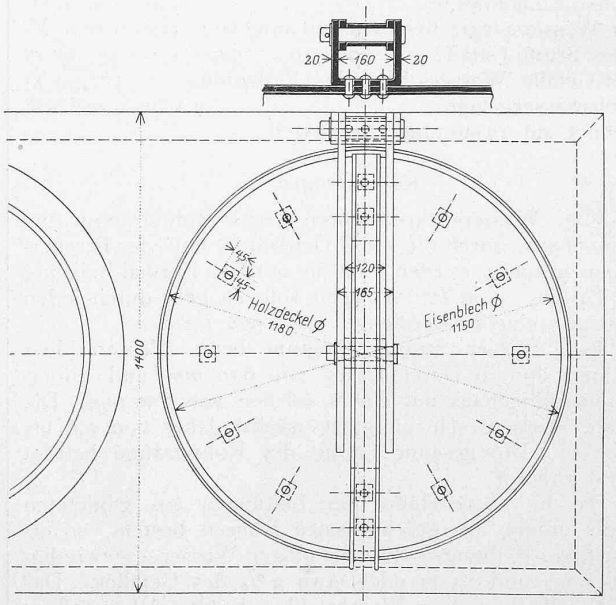


Abb. 2 und 3. Vertikalschnitt und Ansicht der Momentabschlussklappe, Schnitt durch den Drehzapfen. Masstab 1 : 20.

falls durch Schieber abschliessbar, sodass jedes Rohr beliebig angeschlossen oder isoliert werden kann.

Man sieht aus der ganzen Durchbildung der Abschluss- und Sicherheitsorgane, dass nichts unterlassen wurde, um den Betrieb der Zentrale in allen, auch den kritischsten

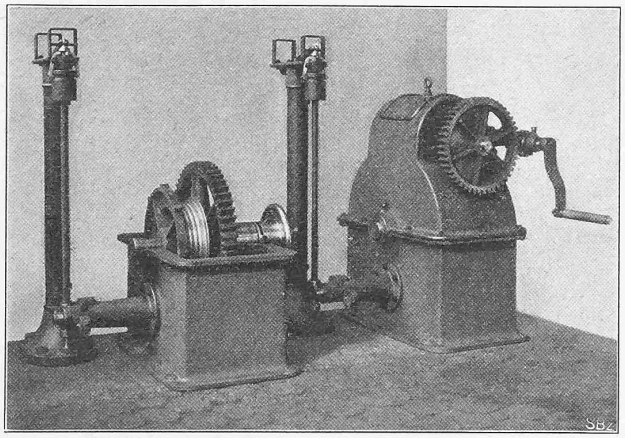


Abb. 5. Ansicht des Aufzugswindwerks (abgedeckt und geschlossen) mit der elektromagnetischen Auslösevorrichtung.

Fällen weiterführen zu können. Die Rohrleitung vom Wasserschloss bis zu den Turbinen mit ihren Apparaten dürfte wohl als mustergültig für alle ähnlichen Anlagen gelten.

Besonders schwierig gestaltete sich für die Gesellschaft der Kraftwerke Brusio die Wahl des Turbinensystems. Es standen sich nämlich hier, wohl zum letzten Male bei hohen Gefällen, die Schwamkrug-Girard-Turbine mit vier innern Einläufen und das Freistrahl-Tangentialrad mit einem äussern Einlauf gegenüber. Erstere Turbine mit langsam wirkendem mechanischem Regulator und grossen Schwungmassen war von der Firma *Piccard Pictet & Cie.* vertreten, letztere mit rasch wirkendem hydraulischem Regulator und Druckregulierung von der Firma *Escher Wyss & Cie.*

Da die Kraftwerke Brusio A.-G. für die erste Phase ihres Betriebes höchstens die Hälfte der zur Verfügung stehenden Energie abzugeben hatte, und daher auch nur die Hälfte der Turbinen bestellte, entschloss sie sich für diese erste Hälfte zwecks direktem Vergleiche Turbinen beider Systeme aufzustellen, um, gestützt auf die Ergebnisse den weitern Ausbau vornehmen zu können.

Wenn es auch in Anbetracht der Einheitlichkeit einer Anlage und des Betriebes sehr zu bedauern ist, wenn verschiedene Maschinentypen zur Aufstellung gelangen, namentlich in einer so grossen und schönen Zentrale wie Brusio, so war die Entscheidung der Brusio-Werke doch im Interesse eines definitiven und unzweideutigen Vergleiches der beiden grundverschiedenen Systeme sehr zu begrüssen und dürfen sowohl Turbinenbauer als Turbinenbesteller denselben dafür dankbar sein.

Ganz entschieden muss hier aber die geradezu törichte Tendenz zurückgewiesen werden, eine grosse Zentrale mit Maschinen gleichen oder wenigstens ganz ähnlichen Systems aber *verschiedener Herkunft* zu walen. Die Unruhe, die dadurch in den Betrieb kommt, hat fülhrhaftig keinerlei Berechtigung. Hat man Zutrauen zu einer Firma und Beweise ähnlicher, gelungener Installationen von derselben und ist man über das System völlig im Klaren, so hat eine Verteilung auf mehrere Lieferanten keinen Sinn, geschweige denn irgendwelchen Vorteil. Dieses gilt ganz besonders für den Turbinenlieferanten, der in den weitaus meisten Fällen seine Konstruktionen an die „individuellen" Verhältnisse einer Zentrale anpassen muss. Grösse und Umlaufzahl sind für ihn nicht allein bestimmend, wie für die meisten andern Lieferanten von Maschinen. Abgesehen von der beinahe unendlich grossen Verschiedenheit der Gefälle haben die Art der Zuleitungen, die Qualität des Wassers, die Verwendung der Energie usw. wesentlichen Einfluss auf die Konstruktion der Turbinen selbst und auf die Gestaltung der ganzen Anlage. Der Turbinenlieferant wird sich nur dann wirklich in einer, alle diese Umstände berücksichtigenden Weise mit der Anlage befassen, wenn er sie allein auszuführen hat bezw. der Alleinlieferant ist, und eine Wasserkraftzentrale kann nur dann vollkommen gelingen, wenn der Turbinenkonstrukteur von Anbeginn die ganze Anlage im Auge hat, mit der Bauleitung Hand in Hand arbeitet und den Bedürfnissen der Anlage die eigenen Fabrikationsvorteile unterordnet. In Amerika hat man allerdings lange Zeit den gegenteiligen Standpunkt vertreten, aber auch dort fängt man nachgerade an zu begreifen, dass dem Anfüllen einer Zentrale mit Massenartikeln die Zukunft nicht gehört.[1])

Im vorliegenden Falle wurde die Einheitlichkeit der Zentrale schon dadurch weniger gestört, dass die „Kraftwerke Brusio" in weiser Voraussicht nur zwei Schwamkrugturbinen und vier Tangential-Freistrahlräder bestellt hatten. Der Ausbau wurde denn auch tatsächlich nach diesem letztern System vorgenommen. Aus begreiflichen Gründen kann und soll der spezielle Fall Brusio hier nicht näher erörtert werden, denn es ist nur zu verständlich, dass, wenn die Beteiligten sich zum Vergleichs-Versuche herbeilassen, sie die Resultate desselben sich reservieren wollen.

Die Turbinenanlage Brusio.

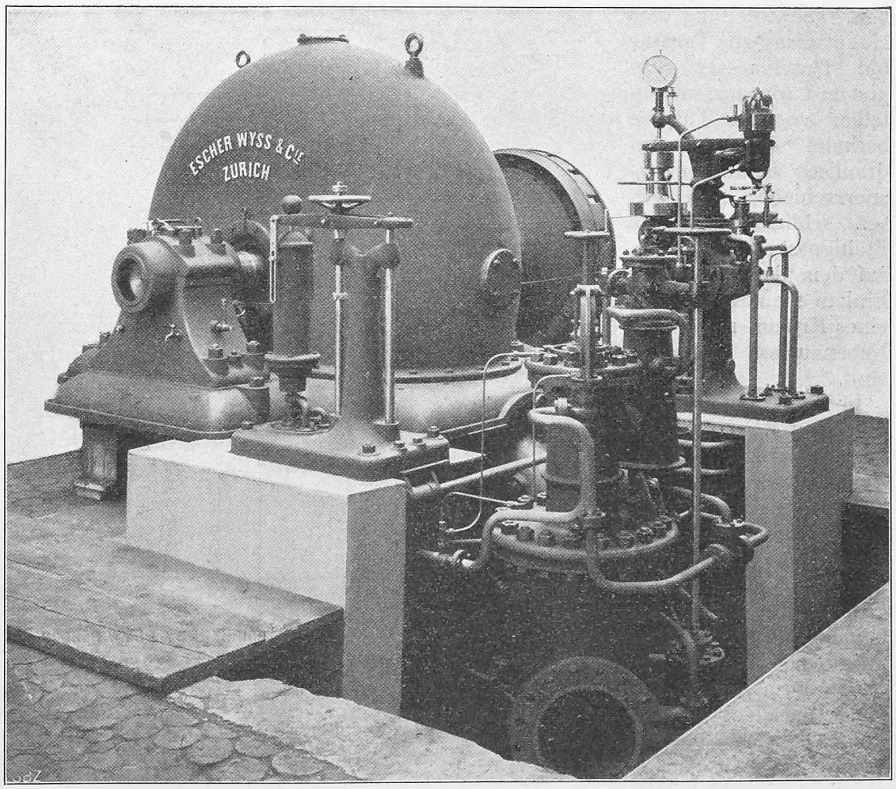


Abb. 10. Gesamtansicht der 3500 *PS*-Generator-Turbine.

[1]) Ein Aufsatz, der diese amerikanischen Verhältnisse beleuchtet, befindet sich in Vorbereitung. Die Red.

Einzig sei mir gestattet anzuführen, dass heute, nachdem die Resultate von Brusio vorliegen, das Freistrahl-Tangentialrad wohl allgemein als das geeignetste Turbinensystem für hohe Gefälle anerkannt sein dürfte und die Schwamkrug-Girard-Turbine kaum mehr bei bedeutenden Anlagen in Betracht kommen wird.

Die Firma Escher Wyss & Cie. darf mit gutem Recht behaupten, das Hauptverdienst an diesem Ergebnis zu haben; seit mehr als zwanzig Jahren hat sie dieses System ausschliesslich vertreten, den wachsenden Ansprüchen angepasst und trotz allen Angriffen daran festgehalten und es zu seiner jetzigen Vollendung gebracht.

3500 PS-Generatorturbine.

Wie bereits erwähnt, werden von je einem Rohrstrang zwei Generatorenturbinen angetrieben. Die Zuleitung vom Hauptstrang zur Turbine hat Durchmesser von 500 und 400 *mm*; unmittelbar vor der Turbine befindet sich ein hydraulisch betätigter Absperrschieber. An diesen schliesst sich ein Stahlgusskrümmer an, auf dem der eigentliche Einlauf ebenfalls in Form eines Krümmers und der Nebenauslass befestigt sind.

In den Abbildungen 6, 7 und 8 ist die Turbine in Schnitt und Ansicht dargestellt. Eine kräftig ausgebildete, gemeinschaftliche Grundplatte verbindet Rad und Einlauf. Auf dieser Grundplatte sitzen die beiden Hauptlagerböcke zwischen denen, von einem gusseisernen Gehäuse umschlossen, das Laufrad sich bewegt. Der Einlauf schliesst sich an die senkrecht verlängerte Vorderwand der Grundplatte an, ist also mit dieser fixiert, kann aber doch leicht zu Reparaturzwecken abgenommen werden, ohne dass irgend welche Verschiebungen an den übrigen Hauptteilen nötig werden. Die Achshöhe über Fussboden beträgt 750 *mm*. Die Siemens-Martin-Stahlwelle hat einen Durchmesser in den Lagern von 240 *mm* und eine Gesamtlänge von 3500 *mm*. Auf ihr ist die Laufradscheibe aus Stahlguss aufgekeilt. Die Laufradschaufeln sind wiederum einzeln auf diese Laufradscheibe (vergl. auch Abb. 9) auf-

Die Turbinenanlage Brusio.

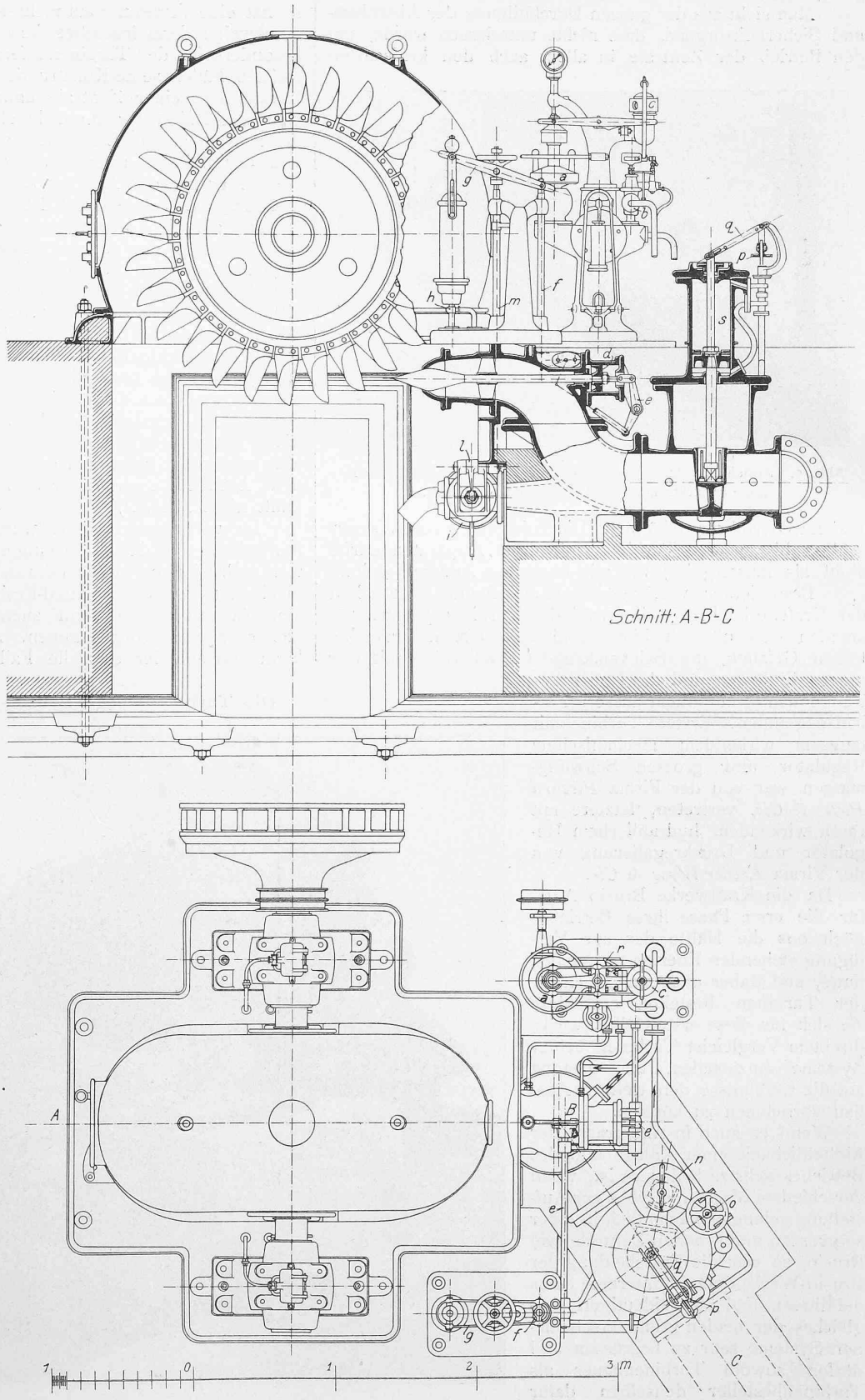


Abb. 6 und 7. Vertikalschnitt *A-B-C*, Teil-Ansicht und Grundriss der 3500 *PS*-Turbine samt Regulierung. — Masstab 1 : 40.

3500 PS-Generator-Turbine.

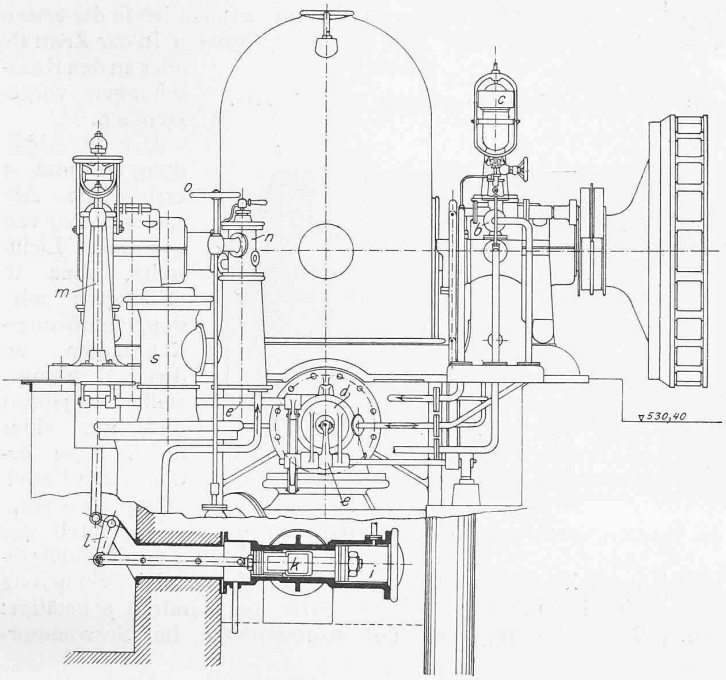


Abb. 8. Ansicht der Turbine samt Regulierung und Schnitt durch den Servomotor der Druckregulierung. — Masstab 1 : 40.

geschraubt und durch Doppellaschen gegen die Beanspruchung der Zentrifugalkräfte gesichert, sodass ein Loswerden oder Wegfliegen ausgeschlossen ist.

Die Konstruktion der Schaufeln ist nach dem von der Firma Escher Wyss & Cie. seit Jahren eingeführten eigenen System mit drei Schneiden unter besonderer Berücksichtigung des kreisrunden, regulierbaren Wasserstrahles durchgeführt. Die vom Wasser berührten Flächen der Schaufeln sind maschinell bearbeitet und geschliffen. Jede einzelne Schaufel ist überdies sorgfältig abgewogen, sodass auch bei Auswechslungen das Laufrad immer ausbalanciert bleibt.

Die Lagerböcke tragen Ringschmierlager, denen durch zwei kleine, von der Turbinenwelle aus angetriebene Pumpen fortwährend Oel zugeführt wird, das durch eine Kreislauf-Kühlleitung unter der Fundamentplatte hindurch geführt ist. Zur Abdichtung der Wellenaustritte aus dem Gehäuse dienen beiderseits Spritzringe mit Wasserfänger.

Der Einlauf besteht aus einem Krümmer, an den die eigentliche Düse aufgeschraubt ist. Diese besitzt ein kreisrundes, aus bestem Nickelstahl sehr sorgfältig bearbeitetes Mundstück, in das die den austretenden Wasserstrahl regulierende Nadel verschiebbar eingelagert ist. Form von Düse und Nadel sind so gewählt, dass der Wasserstrahl von voll bis $^1/_3$ Beaufschlagung vollkommen kreisrund und zylindrisch austreten und diese Form bis zum Eintritt ins Rad beibehalten muss. Ein guter Nutzeffekt ist nur unter dieser Bedingung möglich. Der Schaft der Reguliernadel durchdringt auf der der Düse entgegengesetzten Seite den Krümmer und endigt mit einem Kolben *d*, mittelst welchem durch entsprechende Zuführung von Druckwasser die Nadel zwecks Regulierung des Wasserstrahls verstellt werden kann. Um das Einrosten unmöglich zu machen, ist die Nadel aus Spezialstahl und der Schaft mit einer Broncehülse überzogen. Zwischen Düse und Krümmerrückwand ist ein Führungskreuz zur genauen Zentrierung der Nadel eingebaut. Düse und Nadel können leicht entfernt werden, ohne dass der eigentliche Einlauf bewegt zu werden braucht.

Jede Generatorturbine ist mit Druck- und Geschwindigkeitsregulierung versehen. Abbildung 11 (S. 329) zeigt in besonderer Ansicht den Regulatorständer für die Geschwindigkeitsregulierung; für die Folge sei auf Abbildung 6, 7 und 8 verwiesen.

Der Schieberkasten des Druckregulators *(i in Schnitt A B C)* ist durch ein Stutzenrohr mit dem Turbineneinlaufkrümmer verbunden. Steigt bei plötzlicher Entlastung der Turbine die Umlaufzahl, so wird momentan durch die Reguliernadel die Düsenöffnung verkleinert, während gleichzeitig der Druckregulator Wasser durch den Freilauf abfliessen lässt und so das Auftreten hydraulischer Stösse in der Rohrleitung vermeidet. Durch das auf einer Gusskonsole gelagerte und von der Hauptwelle angetriebene Federpendel *a* wird das Ventil *b* beeinflusst; ein im Gabelhebel sitzender Oelkatarakt *c* hat die auftretenden Geschwindigkeitsschwankungen zu dämpfen und einem Ueberregulieren entgegenzuwirken. Die Reguliernadel, die im Betriebe stets infolge des Druckes im Krümmer das Bestreben haben wird, sich in die Düsenöffnung einzupressen, wird dadurch gesteuert, dass je nach der Stellung des Pendels mehr oder weniger Druckwasser durch das Ventil *b* vor den Servomotorkolben *d* eingelassen wird. Es stellt sich also die Nadel und damit der Ausflussquerschnitt jeweils dem Pendelausschlage entsprechend ein. Die Rückführbewegung wird durch die Schliesskraft der Nadel selbst eingeleitet. Mit dem Nadelschaft ist ein Gestänge *e*, *f* verbunden, das an dem Doppelarm *g* angreift, an dessen Gegenende ein Oelkatarakt in einer Kulisse hängt. Wird die Turbine plötzlich entlastet, so nimmt bei seiner Bewegung der Gabelhebel *g* den Katarakt mit in die Höhe. Durch diesen Vorgang öffnet sich das Ventil *h* und es kann das im Zylinder *i* (Abb. 8) der Druckregulierung sich befindende Druckwasser abfliessen; das stets auf die Gegenseite des Kolbens drückende Betriebswasser wird letztern mit samt dem Schieber *k* verschieben und die Ausflussöffnung in den Unterwasserkanal freigeben. Verdreht sich der Hebelarm *g* nur langsam, so wird der Oelkatarakt Zeit haben, die Hubdifferenzen auszugleichen; es wird also der Freilauf geschlossen bleiben. Das an der Schieberstange des Druckregulators angreifende Hebelwerk *l*, *m* übernimmt die Rückführung des Reguliergestänges. Durch Kombination dieser beiden Regulierapparate lässt sich eine grosse

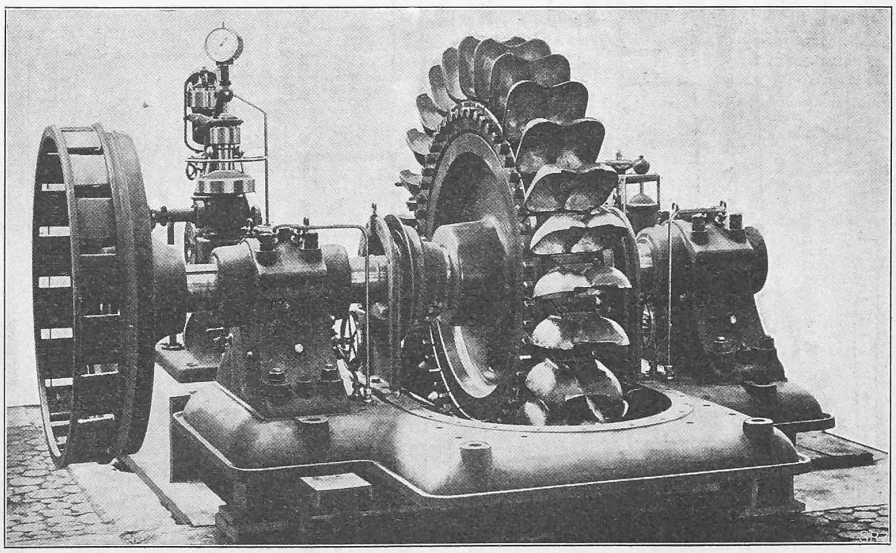


Abb. 9. Ansicht der Turbine ohne Gehäuse.

Gleichmässigkeit erzielen, indem die Regulierzeit stark reduziert und dadurch schwere Schwungmassen überflüssig werden.

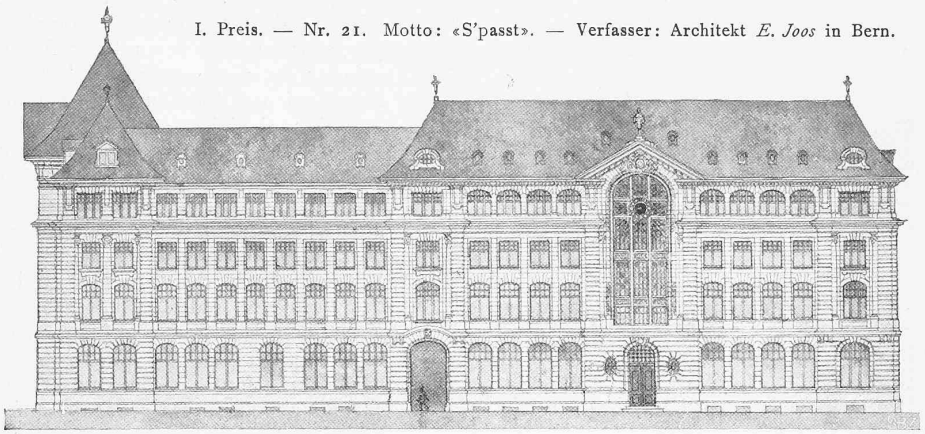
Tatsächlich ist auch von einem besondern Schwungrad Abstand genommen und nur die Radscheibe mit verstärktem Kranz versehen worden. Ebenso sind die zur Verbindung mit den Generatoren der E.-G. Alioth verwendeten Zodelkupplungen mit etwas verstärkten Kränzen in Stahlguss ausgeführt.

Bei plötzlichen Entlastungen bis zu 100 % treten keine höhern Schwankungen als 10 % sowohl in Druck als Geschwindigkeit auf.

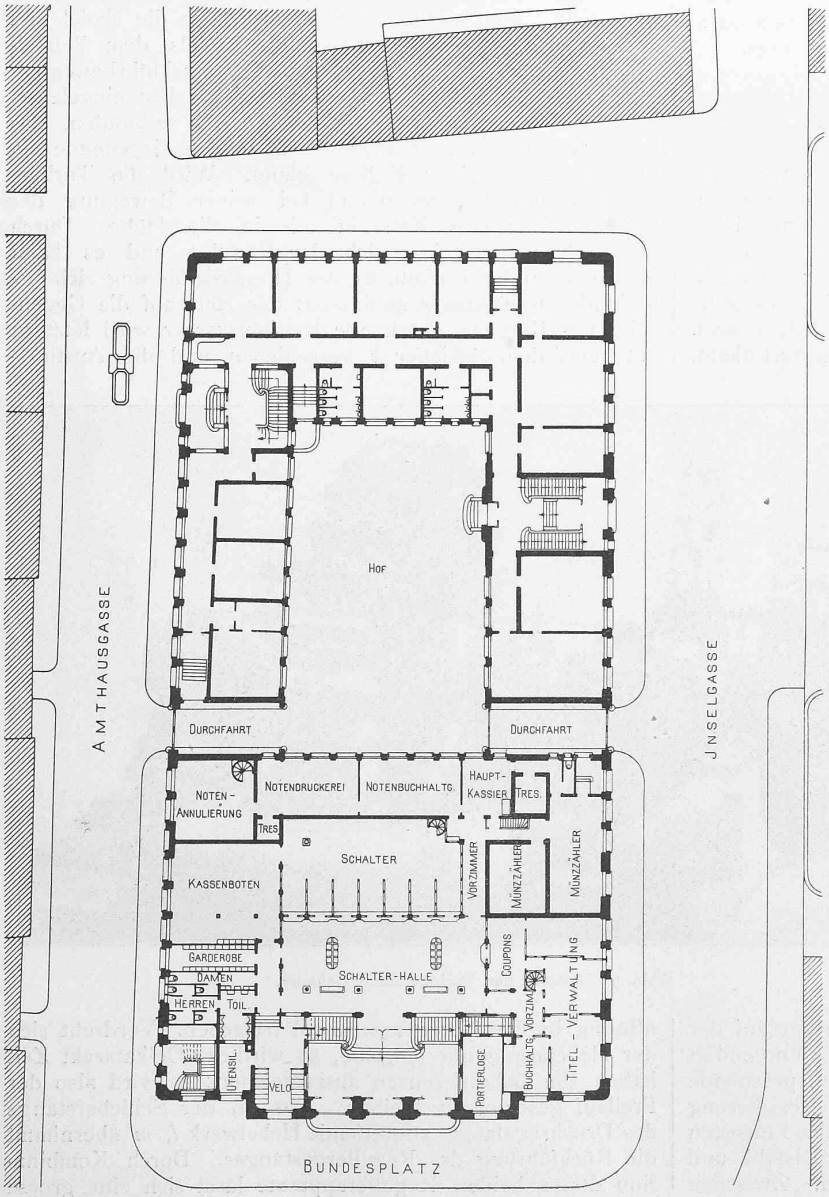
Während des nun ungefähr anderthalbjährigen Betriebes haben sich diese Einrichtungen sehr gut bewährt und zu keinerlei Reklamationen Veranlassung gegeben. Namentlich wurden die Reguliergarantien in jeder Hinsicht eingehalten. Trotz mehrfacher Kurzschlüsse auf der ausserordentlich langen Fernleitung, namentlich in der ersten Zeit des Betriebes, sind niemals Störungen in der Zentrale oder an den Rohrleitungen vorgekommen.

Der in Abbildung 6 und 7 ersichtliche Absperrschieber von 400 *mm* Lichtweite, ganz in Stahlguss mit doppelten Bronzefütterungen an den Dichtungsstellen ausgeführt und mit einer durch *o* zu bedienenden Umleitung versehen, wird durch das vom Revolverfilter *n* kommende Druckwasser gesteuert. Die Steuerung wird in einfachster Weise durch das Handrad *p* betätigt: Durch Verlängerung der Kolbenstange im Servomotor-

I. Preis. — Nr. 21. Motto: «S'passt». — Verfasser: Architekt *E. Joos* in Bern.

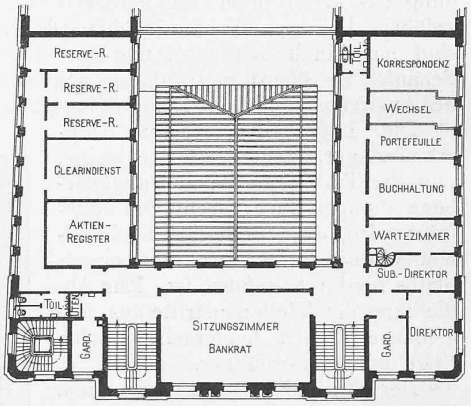


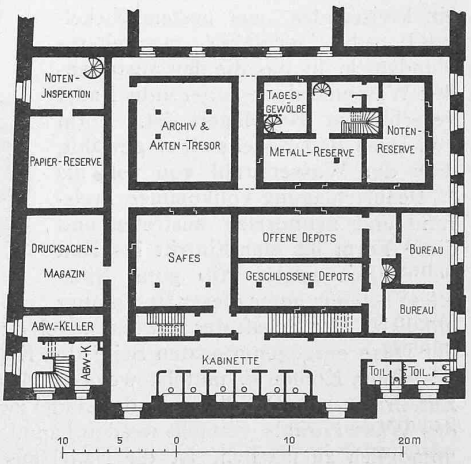
Ansicht der Fassaden der Nationalbank und des Verwaltungsgebäudes gegen die Inselgasse. — 1 : 600.



Grundrisse vom Erdgeschoss des ganzen Gebäudes, sowie vom Keller und ersten Stock der Nationalbank

Masstab 1 : 600.





zylinder *s* und durch den Hebel *q* wird das Steuerventil relais-artig in Verbindung mit der Bewegung des Schiebers gebracht, sodass der Schieber zwangläufig den Bewegungen des Handrades *p* folgen muss. Die Bedienung des Schiebers wird dadurch sehr einfach und sicher. Durch das Handrädchen *r* kann die Geschwindigkeit verändert werden.

Die Erregerturbinen von Escher Wyss & Cie. weisen eine ähnliche Konstruktion auf wie die Hauptturbinen. Sie sind für eine Leistung von 300 *PS* bei 430 minutl. Umläufen berechnet und konsumieren bei 78 % Wirkungsgrad und 400 *m* Nettogefälle 72 *l/Sek.* Die Erregerturbinen besitzen nur Geschwindigkeits- aber keine Druckregulierung.

Aus den Betriebsergebnissen resultiert, dass die Escher Wyss - Generatorturbinen bei voller Oeffnung bis zu 4000 *PS* leisten können. Ebenso hat sich durch Versuche erwiesen, dass der garantierte Nutzeffekt von 79 % wesentlich überschritten wurde.

Seit einigen Monaten sind nun auch die letzten vier Tangentialräder in regelmässigen Betrieb genommen und erzeugt somit die Zentrale ungefähr 25000 *PS*, wobei noch eine entsprechende Reserve verbleibt. Bis auf den Ausbau der sechsten Rohrleitung mit zugehörigen Generatorengruppen ist sonach die Anlage vollständig ausgenützt.

Die hydraulische Kraftzentrale Brusio darf wohl nicht nur als eine der bedeutendsten, sondern auch als eine der gelungensten Hochdruckwasserkraftanlagen bezeichnet werden. Letzteres ist nicht zum geringsten Teil dem Umstand zu danken, dass von Anfang an die Direktion der Kraftwerke in steter Fühlung mit der ausführenden Firma stand und alle Details gemeinsam aufs eingehendste beraten werden konnten.

Vor allem ist zu rühmen, dass die Kraftwerke Brusio in richtiger Erkenntnis der grossen Bedeutung für die Anlage die Ausführung des ganzen hydraulischen Teiles vom Wasserschloss bis in den Ablaufkanal in *eine* Hand gelegt haben. Nur auf diese Weise war es möglich, das so notwendige harmonische Zusammenwirken aller Organe und damit die auf den ersten Blick in die Augen springende Einheitlichkeit der ganzen Anlage zu erzielen. Ich werde später einige Beispiele bringen, die abweichend von diesem Prinzip behandelt wurden und das oben gesagte bestätigen.

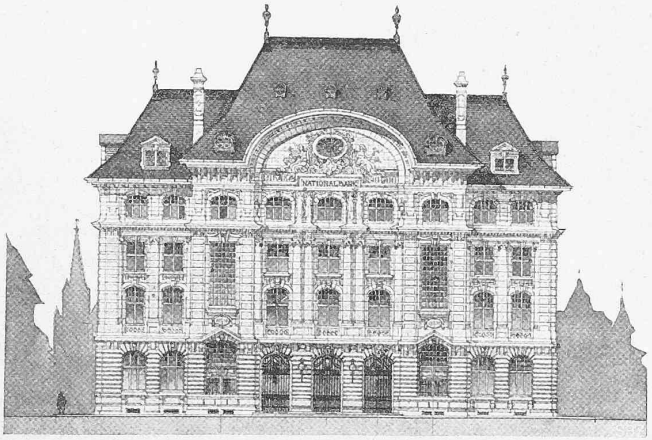
Aber auch vom wirtschaftlichen Standpunkte aus darf die Brusio-Anlage als durchaus gelungen bezeichnet werden. Wenn ihre hydrographische Lage von vorneherein äusserst günstig war und eine sehr billige Krafterzeugung gestattete, so war das Kraftabgabegebiet in der industriereichen Lombardei, in Verbindung mit der dort dominierenden „Società Lombarda“ nicht weniger günstig. Diese Umstände gewährleisteten dem Werk von Anfang an eine sichere Rendite.

Wettbewerb für die Schweizer. Nationalbank und ein eidg. Verwaltungsgebäude in Bern.

I. (Mit Tafel XIII.)

In gewohnter Weise veröffentlichen wir zunächst das Gutachten des Preisgerichtes in diesem Wettbewerb und fügen die Darstellung der drei mit einem I., II. und III. Peise bedachten Projekte bei. Es sind dies die Entwürfe Nr. 21 mit dem Motto: „S'passt“ von Architekt Eduard Joos in Bern, Nr. 20 mit dem Motto: „Im richtigen Masstab“ von den Architekten Bracher, Widmer & Daxelhofer in Bern und Nr. 14 mit dem Motto: „Schatz“ von Architekt Marc Camoletti in Genf.

I. Preis. — Motto: «S'passt». — Verfasser: Architekt *E. Joos* in Bern.



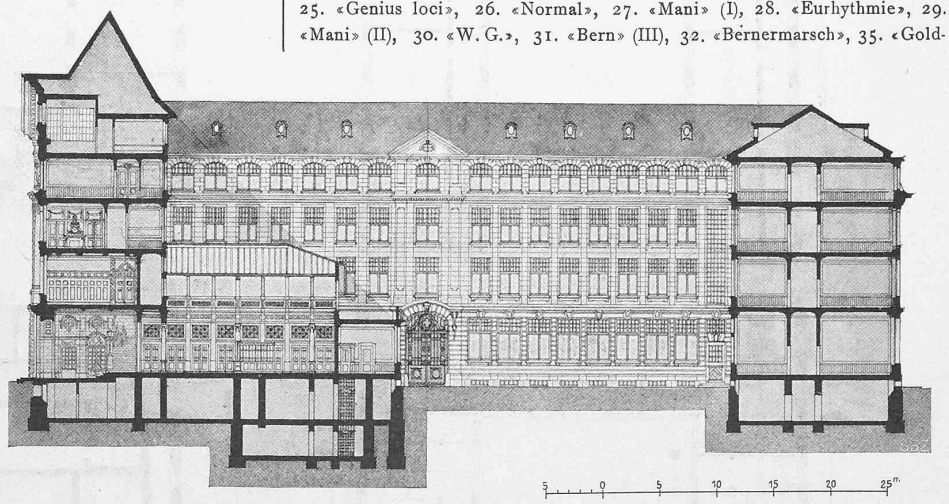
Geometrische Ansicht der Hauptfassade am Bundesplatz.
Masstab 1 : 600.

Bericht des Preisgerichtes.

Das Preisgericht versammelte sich am Freitag den 8. Mai 1908, nachmittags 2½ Uhr, in der Wandelhalle des Parlamentsgebäudes, woselbst die eingegangenen Entwürfe in übersichtlicher Weise ausgestellt waren. Nachdem es sich konstituiert und Herrn Professor *Bluntschli* zur Leitung der Verhandlungen und als Berichterstatter ernannt hatte, wurde festgestellt, dass im ganzen 47 Entwürfe eingelaufen waren. Nur bezüglich eines Entwurfes Nr. 47 konnten Zweifel über die rechtzeitige Ablieferung bestehen; das Preisgericht beschloss indes, auch diesen von Paris eingegangenen Entwurf zur Beurteilung zuzulassen, wenngleich nicht mit voller Sicherheit die Aufgabe am 15. April nachgewiesen war.

Die Entwürfe sind mit Ordnungsnummern versehen worden und tragen folgende Kennworte:

Nr. 1. «Glückauf», 2. «Licht», 3. «Schatzkammer», 4. «Vale». 5. «7 %», 6. «Cheque 30503», 7. «Würdige Nachbarschaft», 8. «Sonnenschein», 9. «Bern» (I), 10. «A. E.», 11. «Et pourquois pas», 12. «April» (I), 13. «Monumental», 14. «Schatz», 15. «N. B.», 16. «Harmonie», 17. «Venner Brüggler», 18. «April» (II), 19. «Merkur», 20. «Seid umschlungen Millionen», 21. «S'passt», 22. «Berna», 23. «Schlicht und Recht», 24. «Berne» (II), 25. «Genius loci», 26. «Normal», 27. «Mani» (I), 28. «Eurhythmie», 29. «Mani» (II), 30. «W. G.», 31. «Bern» (III), 32. «Bernermarsch», 35. «Goldregen», 34. «Job», 35. «OR», 36. «ORO», 37. «ARAK», 38. «Gold und Silber», 39. «Gäng», 40. «Im richtigen Masstabe», 41. «Goldhaus», 42. «Platzgestaltung», 43. «15. April», 44. «National-Mammon», 45. «Wir Jungen sind jung». 46. «In Bern am Bundesplatz», 47. «Million».



Längsschnitt durch das Bank- und Verwaltungs-Gebäude. — Masstab 1 : 600.

Der Prüfung durch das Preisgericht war eine Prüfung der Entwürfe durch die eidgenössische Baudirektion vorausgegangen bezüglich des Nachweises der Uebereinstimmung der projektierten Räume mit den Anforderungen des Bauprogrammes. Aus den Notizen ergab sich, dass die meisten

Monatsausweis über die Arbeiten am Lötschbergtunnel. Mai 1908.

		Nordseite	Südseite	Total
Fortschritt des Sohlenstollens im Mai	*m*	201	177	378
Länge des Sohlenstollens am 31. Mai	*m*	2332	1902	4234
Gesteinstemperatur vor Ort	° C.	12,5	22,7	
Erschlossene Wassermenge	*l/Sek.*	266	26	
Mittlere Arbeiterzahl im Tag:				
ausserhalb des Tunnels		447	308	755
im Tunnel		562	558	1120
im ganzen		1009	866	1875

Nordseite. Gesteinsverhältnisse unverändert. Der mit 3 bis 4 Meyerschen Bohrmaschinen erzielte mittlere Tagesfortschritt erreichte 6,93 *m*. Der Wasserandrang im Tunnel hat bedeutend zugenommen, er stieg im Laufe des Monats von 5 auf 266 *l/Sek.*. Hiezu ist zu bemerken, dass der Richtstollen, nachdem er unter rund 1000 *m* Ueberlagerung ungefähr bei Km. 1,0 den Fisi-Schafberg unterfahren hatte, gegenwärtig unter dem flachen Talboden des Gasterntales angelangt ist und nächstens den Talweg der Kander ungefähr bei Km. 2,6 bis 2,7 unter einer Ueberlagerung von nur rund 180 *m* kreuzen wird.

Südseite. Auch hier haben sich die geologischen Verhältnisse nicht verändert. Die mit vier Ingersollmaschinen betriebene mechanische Bohrung erzielte einen mittlern Tagesfortschritt von 5,9 *m*.

Das Arbeiterheim in Wien XVI, das vor kurzem von den Architekten *L. A. Fuchsik* und *E. Ornstein* in Wien erbaut wurde, besteht aus drei Gebäudeteilen; zwei davon dienen Wohnzwecken, der dritte dient zu Versammlungen. Den grössten Teil des Neubaus nimmt der Festsaal von 32 *m* Länge, 25 *m* Breite und 16 *m* Scheitelhöhe ein, mit freitragenden Galerien an drei Seiten, der 1600 Personen aufzunehmen vermag. Ausser diesem grossen Saal enthält der Neubau noch mehrere kleine Säle, die zusammen 5000 Personen fassen. Ein geräumiger Garten gestattet den Aufenthalt von 1500 Personen im Freien.

Die anschliessenden, mit dem Arbeiterheim auch räumlich in Verbindung stehenden Arbeiterhäuser enthalten 42 Wohnungen, deren jede aus Zimmer, Kabinet, Küche, einem kleinen Vorraum und einem Baderaum, zugleich Waschküche mit Zuleitung von warmem und kaltem Wasser, besteht. Die Häuser sind ausserdem mit Zentralheizung und einer Vacuum cleaner-Anlage versehen. Der Mietzins für eine solche Wohnung beträgt 56 Fr. monatlich.

Strassenbahn-Postwagen für Brief- und Paket-Beförderung hat die deutsche Reichspostverwaltung wie in Frankfurt a. M., so neuerdings auch in Strassburg i. E. zwischen dem Bahnpostamt und der Hauptpost in Dienst gestellt. Die betr. Postämter sind durch Anschlussgeleise mit dem Netz der städtischen Strassenbahn verbunden. Die Motorpostwagen, in der Grösse der Strassenbahnwagen, besitzen eine kleinere Abteilung für die Brief- und Geldpost, eine grössere für die Paketpost und schliesslich einen weitern Raum, der den Postbeamten für ihre dienstlichen Fahrten zur Verfügung steht. Die Wagen fassen ungefähr das dreifache der bisherigen Pferdefuhrwerke; sie verrichten in Strassburg Werktags 34 und Sonntags 20 Fahrten. Nach der «Ztg. d. V. D. E. Verw.» soll die Ersparnis an Betriebskosten, abgesehen von den andern Vorteilen, gegenüber dem Pferdebetrieb eine erhebliche sein.

Der Luftwiderstand fahrender Eisenbahnzüge ist neuerdings durch *C. Wilson* eingehend untersucht worden. Darnach zeigt sich, dass zur Ueberwindung des Luftwiderstandes eines Bahnzuges bei einer Geschwindigkeit von 96 *km/Std.* ungefähr die Hälfte der Gesamtarbeit aufgewendet werden muss. Dieser Widerstand ermässigt sich durch keilförmiges Zuspitzen beider Zugsenden nach Versuchen auf der St. Louis Electric Railway um ungefähr 10 % bei längern Zügen und bis zu 30 % bei einzelfahrenden Fahrzeugen.

Die Turbinenanlage Brusio.

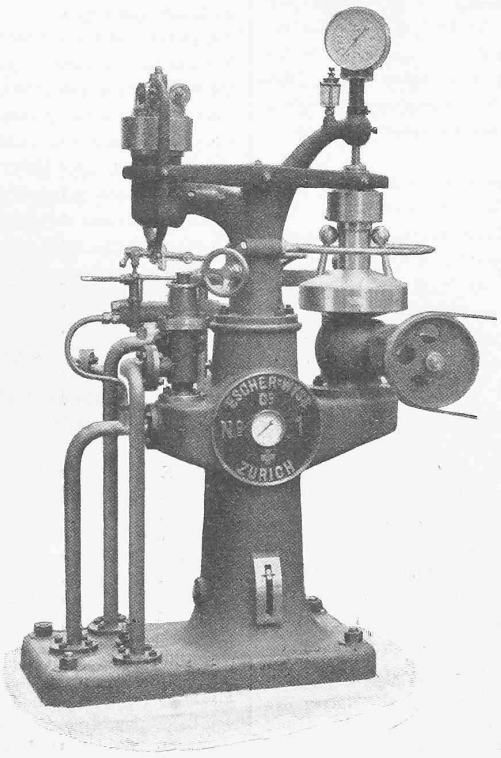


Abb. 11. Ansicht des Regulatorständers der 3500 *PS*-Turbine von *Escher Wyss & Cie.*

Nekrologie.

† **Fr. Schönholzer.** Plötzlich und unerwartet ist wieder ein lieber, trefflicher Kollege von uns geschieden: Fr. Schönholzer von Thundorf (Thurgau) ist am 16. Juni in Luzern nach kurzer Krankheit an Herzlähmung gestorben und gestern in Frauenfeld beerdigt worden. Er hatte 1861 in Zürich sein Diplom als Ingenieur erworben. Nach kurzer Teilnahme am Bau der Bahnlinie Zürich-Zug-Luzern, der Toggenburgbahn und der Jurabahnen hat er den grössten Teil seiner rastlosen Tätigkeit der Gotthardbahn gewidmet, der er seit 1884 angehörte. In ihrem Dienst hat er sich als Sektionsingenieur, insbesondere bei der schwierigen und verantwortungsreichen Ausführung des zweiten Geleises, ganz hervorragende Verdienste erworben.

Schönholzer verband mit reichem Wissen und grosser Erfahrung eine wahrhaft seltene, vornehme Bescheidenheit, die Ursache war, dass er aus seinem engern Wirkungskreis niemals hervorgetreten ist. Wer ihm aber näher stand, dem wurde er ein treuer, zuverlässiger Freund und sein goldlauterer Charakter, seine Gefälligkeit und seine unbestechliche Gerechtigkeitsliebe machten ihn unschätzbar für seine Freunde und alle, die mit ihm gearbeitet haben. Er wird allen, die ihn kannten, unvergesslich sein. *H.*

Konkurrenzen.

Fassaden-Entwürfe für das neue Empfangsgebäude der S. B. B. in Lausanne (Bd. LI, S. 104, 301, 316). Als Verfasser des mit einer Ehrenmeldung ausgezeichneten Entwurfs mit dem Motto: «Départ» nennen sich die Architekten *R. Bonnard & J. Picot* in Lausanne; als Autoren des in gleicher Weise bedachten Projekts mit dem Motto: «C. F. F.» I. die Architekten *de Rahm & Pelout*, ebenfalls in Lausanne.

Schulhaus Reiden (Bd. L, S. 246; Bd. LI, S. 181). Da das Programm dieses Wettbewerbs insofern den Normen des Schweizer. Ingenieur- und Architekten-Vereins nicht entsprach, als einer der Preisrichter das Ausschreiben trotz den gegenteiligen Angaben im gedruckten Programm nicht geprüft und gutgeheissen hatte, des sind wir auf den weitern Verlauf des Wettbewerbes nicht weiter eingetreten. Wenn wir im nachfolgenden ausnahmsweise gleichwohl das Ergebnis bekannt geben, tun wir das nur auf Ersuchen der Herren Preisrichter Reese und Geiser.

Von den 93 rechtzeitig eingegangenen Entwürfen werden die nachfolgenden mit Preisen bedacht:

Ein Preis von 500 Fr. dem Entwurf mit dem Motto: «Mitte Mai» des Architekten *Metzger* in Zürich II.

Ein Preis von 500 Fr. dem Entwurf mit dem Motto: «Ländlich» der Architekten *Dorer & Füchslin* in Basel.

Ein Preis von 250 Fr. dem Entwurf mit dem Motto: «D'Schuel ischt us» von Architekt *Mutschler* in Basel.

Ein Preis von 250 Fr. dem Entwurf mit dem Motto: «Maikäfer flieg» der Architekten *Welti, Müller und Hinder* aus Zürich, z. Z. in Nürnberg.

Dem Entwurf mit dem Motto: «Was lange währt, wird endlich gut» von den Architekten *E. Höflinger* und *Dangel* in Zürich und Kilchberg wurde eine Ehrenmeldung zuerkannt.

Schwimmbad in der Wettsteinanlage in Basel. (Bd. LI, S. 91, 301). Das Preisgericht hat in seiner Sitzung vom 12. und 13. Juni folgende Preise erteilt:

I. Preis (3000 Fr.) dem Entwurf des Architekten *Eugen Probst* in Zürich unter Mitarbeit von Architekt *Hans Bollert* daselbst.

II. Preis (2000 Fr.) dem Entwurf des Arch. *Erwin Heman* in Basel.

III. Preis (1000 Fr.) dem Entwurf des Arch. *Karl Indermühle* in Bern.

Sämtliche eingegangenen 41 Konkurrenzentwürfe sind von Sonntag den 14. d. M. bis Sonntag den 28. d. M. im Ausstellungssaale des Gewerbemuseums Spalenvorstadt 2 öffentlich ausgestellt.