Grosse moderne Turbinenanlagen

Autor(en): **Zodel, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **45/46 (1905)**

Heft 5

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-25477

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Grosse moderne Turbinenanlagen.

Von *L. Zodel*, Oberingenieur der A.-G. der Maschinenfabriken von Escher Wyss & Cie. in Zürich.

V. Elektrische Kraftstation an den Cauvery Falls.[1])

Diese hydro-elektrische Anlage, die hauptsächlich zur Kraftübertragung nach den Goldminen von Kolar bestimmt ist, wurde durch die Regierung der Provinz Mysore erstellt, welche im Herbst 1900 den hydraulischen Teil der Anlage an die Firma Escher Wyss & Cie. in Zürich und den elektrischen Teil an die „General Electric Company of Schenectady U. S. A." vergab.

Die Anlage befindet sich am Cauvery-Fluss, der sich an der betreffenden Stelle in zwei Arme teilt, einen westlichen und einen östlichen; jeder derselben bildet einen Wasserfall, der erstere den „Gangan-Chucki" und der letztere den „Burr-Chucki", worauf sie sich wieder zu einem Strome vereinigen. Zwischen den beiden Flussarmen liegt eine ziemlich grosse Insel, genannt „Hegoora Island" (Abb. 1). Der östliche Flussarm wurde an der Stelle A, wo die Abzweigung stattfindet, durch einen Damm abgeschlossen, ebenso der westliche Arm an der Stelle B, an der die Wasserfassung (bei C) erfolgt. Von hier aus wird das Wasser in zwei parallel laufenden offenen Kanälen bis zum Wasserschloss oberhalb des Maschinenhauses geführt, wo es in die Rohrleitungen eintritt.

Das Bruttogefälle zwischen dem Punkte C und dem Maschinenhaus beträgt rund 122 *m*. Der Querschnitt der beiden Kanäle (Abb. 2, 3 u. 4), die eine Länge von je rund 5600 *m* haben, wurde so bemessen, dass jeder derselben eine Wassermenge von 7100 Liter in der Sekunde führen kann, bei einem Sohlengefälle von 1 : 5000 oder 0,2 ‰. Jeder Kanal kann für sich durch Schleusen abgeschlossen werden, sodass bei allfälligen Reparatur- oder Reinigungsarbeiten an einem Kanal immer noch der zweite Kanal im Betrieb bleiben kann. Beim *Wasserschloss* ist ein Ueberfall (Abb 5) der für 17 Kubikmeter in der Sekunde berechnet ist, sowie eine Leerlaufschleuse angebracht, die beide in den Leerlaufkanal übergehen. Das Wasserschloss selbst (Abb. 6) enthält sieben vertiefte Wasserkammern von je 4,27 *m* lichter Breite, von denen jede durch eine Schütze abgeschlossen und ausser Betrieb gesetzt werden kann.

Aus jeder Wasserkammer führt eine Rohrleitung bis zum Maschinenhaus (Abb. 7 bis 9); im ersten Ausbau sind drei von diesen sieben Rohrleitungen ausgeführt worden.

Unmittelbar vor der Einlaufschleuse ist ein Rechen aus unter 45° geneigten Flacheisenstäben angebracht. Durch diesen werden allfällige Fremdkörper, die das Wasser schwimmend mitführt, aufgefangen, während Steine und andere schwere Körper in der Vertiefung bei der Leerlaufschleuse abgelagert und durch die letztere abgeführt werden. Auf der Seite des Ueberlaufes und Leerlaufes befindet sich noch eine besondere *Filtrierkammer* für das Wasser, das für die hydraulischen Turbinen-Regulierungen bestimmt ist. Hier werden Sand und andere Fremdkörper, die noch im Wasser enthalten sein könnten, infolge der sehr kleinen Geschwindigkeit und der angebrachten „Chikanen" (Zwischenräume) abgelagert und durch besondere Schlammschieber in den Leerlauf abgeleitet. Eine besondere gusseiserne Rohrleitung von 250 *mm* lichter Weite führt das filtrierte Regulierwasser bis ins Maschinenhaus.

Die *Hauptrohrleitungen* sind in vier Zonen eingeteilt mit verschiedenem Durchmesser, wie folgt:

Das Wasserschloss.

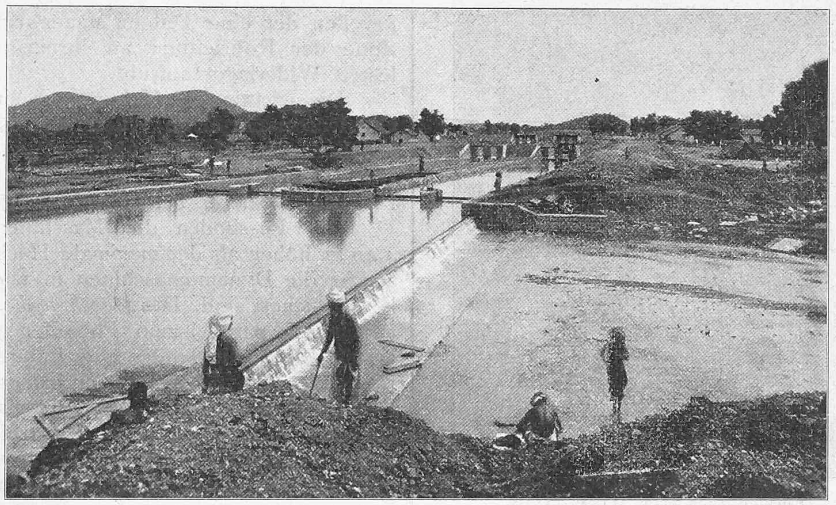

Abb. 3. Ansicht der Einmündung der beiden Zulaufkanäle in das Wasserschloss sowie des Ueberlaufes aus dem letztern.

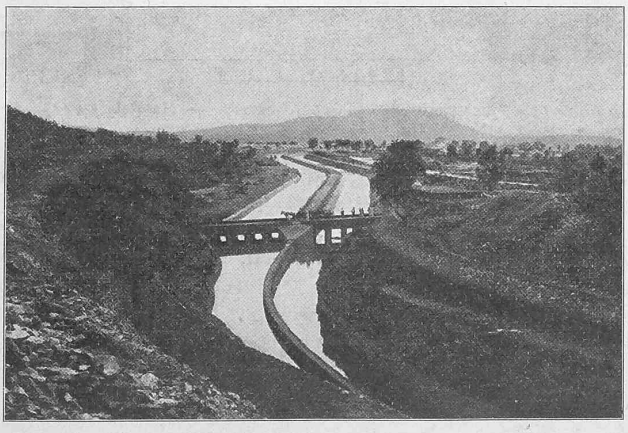

Abb. 2. Ansicht der Zulaufkanäle.

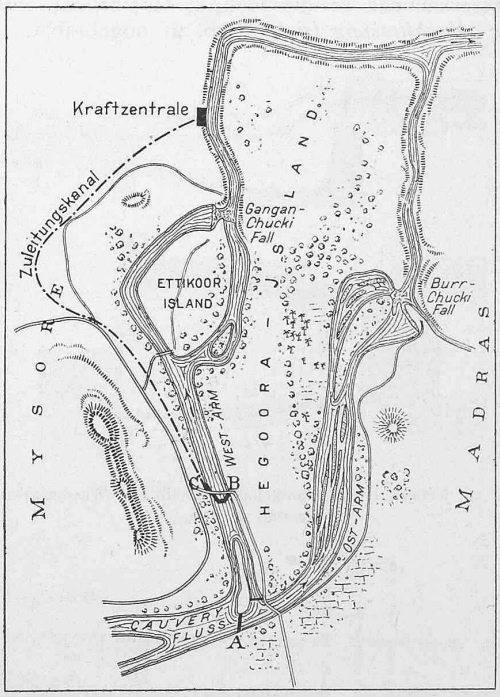

Abb. 1. Uebersichtsplan der ganzen Anlage. — 1 : 75000.

[1]) Vergleiche Band XLIII, Seite 4 und 93, sowie Band XLIV, Seite 49 und 227.

I. Zone (oberste)	45 Zoll	=	1140	*mm*
II. „	42 „	=	1070	„
III. „	39 „	=	990	„
IV. „ (unterste)	36 „	=	915	„

Auf diese Weise war es möglich, die einzelnen Rohrstösse (Abb. 7), die an Ort und Stelle zusammengenietet

Grosse moderne Turbinenanlagen.
Elektrische Kraftstation an den Cauvery Falls.

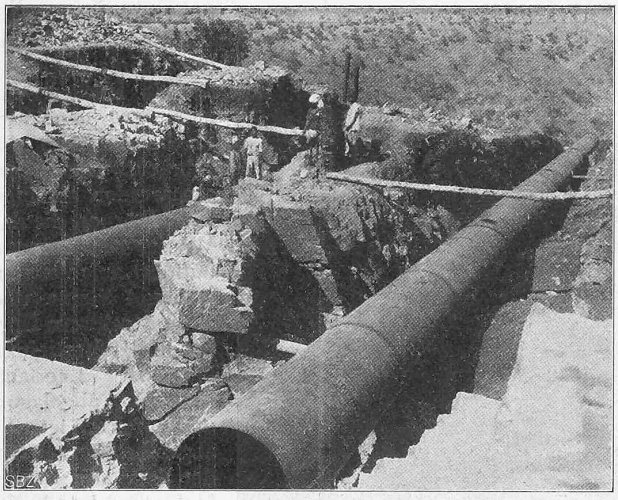

Abb. 7. Legen der Druckleitungen beim Wasserschloss.

wurden, beim Transport teleskopartig ineinander zu schieben, wodurch sich die Transportkosten ganz bedeutend ermässigten.

Die Länge jeder Leitung beträgt vom Wasserschloss bis zum Maschinenhaus nur 275 *m*. Zwischen je zwei Zonen ist eine *Expansionsmuffe* eingeschaltet; jede Leitung hat drei solcher Expansionsvorrichtungen an den in Abb. 8 mit A bezeichneten Stellen.

Am obern Ende jeder Leitung, wo das Wasser aus der Wasserkammer in die Röhren eintritt, ist eine *automatische Abschliessung* (siehe Abb. 6) angebracht, die bei allfälligem Bruch eines Rohres dieses abschliesst und weitern Schaden verhütet. Sobald nämlich das Wasser in der Rohrleitung eine gewisse Geschwindigkeit überschreitet, wird die ventilartige Abschliessung durch die erhöhte Geschwindigkeit des Wassers selbst zugemacht; ein vertikales Rohr sorgt dabei für die nötige Luftzufuhr in die Leitung, damit in derselben kein Vakuum entstehen kann.

Am untern Ende jeder Rohrleitung, also vor ihrem Eintritt in das Maschinenhaus, befindet sich ein grosses, gusseisernes Bogenrohr, das in einem entsprechenden Mauerklotz solid verankert ist; ebenso ist bei jeder Expansion jeweilen der eine Teil im Mauerwerk befestigt, sodass jede Zone der Rohrleitung an ihrem untern Ende auf einem festen Widerlager aufruht.

Die wichtigsten *Höhenquoten* sind folgende (Abb. 8):

Oberwasserspiegel im Wasserschloss	295,85 *m*
Fussboden im Maschinenhaus	171,44 „
Unterwasserspiegel im Cauvery-Fluss . . .	165,86 „
Höchster mittlerer Unterwasserspiegel . . .	166,95 „

Der Fussboden des Maschinenhauses liegt also um 4,40 *m* höher als der maximale Hochwasserspiegel im Fluss, sodass die Dynamomaschinen in allen Fällen vor Feuchtigkeit gesichert sind. Das *Maschinenhaus* (Abb. 10 u. 11), das annähernd parallel zum Flussufer gestellt ist, erhielt im ersten Ausbau inwendig eine Länge von 40,5 *m* und eine Breite von 12,768 *m*; es enthält sechs Generatoren und zwei Erregermaschinen; jede dieser acht Maschinen ist direkt mit einer Turbine gekuppelt. Die drei Hauptleitungen speisen je zwei Generatorturbinen; die zwei Erregerturbinen sind unter sich und mit den Hauptleitungen durch eine gusseiserne Leitung von 250 *mm* lichter Weite verbunden, und zwar so, dass jede Erregerturbine von jeder Hauptleitung aus gespeist werden kann.

Im Maschinenhause kann jede Hauptleitung vermittelst einer *Drosselklappe*, die mit Umleitung versehen ist, abgesperrt werden; ebenso kann ausserdem jede Generatorturbine vermittelst eines *Absperrschiebers* mit Umleitung besonders abgeschlossen werden. Desgleichen ist für jede Generatorturbine ein eigener *Ablaufschacht*, der direkt in den Fluss mündet, vorgesehen; die beiden Erregerturbinen giessen ihr Wasser in die Ablaufschächte der zwei mittleren Generatorturbinen (siehe Abbildung 10). Alle Rohrleitungen, Schieber und Drosselklappen sind unter den Fussboden verlegt, sodass im Maschinensaal die Passage zwischen und um die einzelnen Maschinen nicht verengt wird.

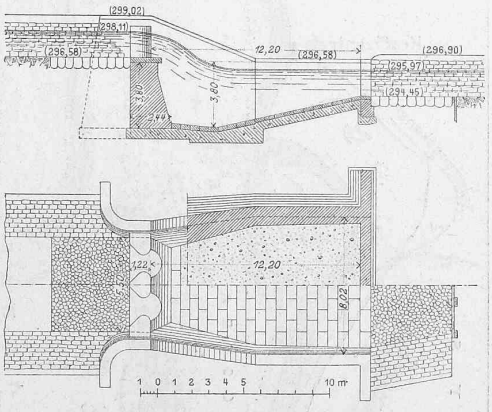

Abb. 5. Ueberfall im Zulaufkanal oberhalb des Wasserschlosses. Masstab 1 : 400.

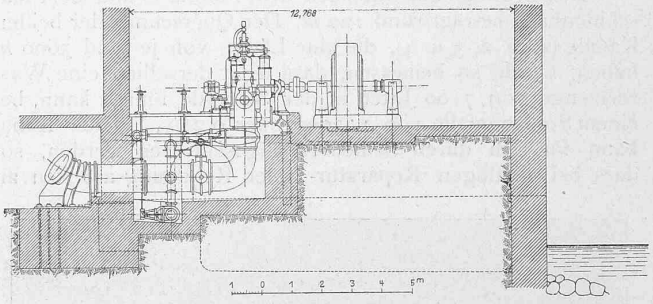

Abb. 11. Querschnitt des Maschinenhauses. — Masstab 1 : 225.

Die *Konstruktionsdaten*, für welche die *Generatorturbinen* (Abb. 12) bemessen wurden, sind folgende: Netto-

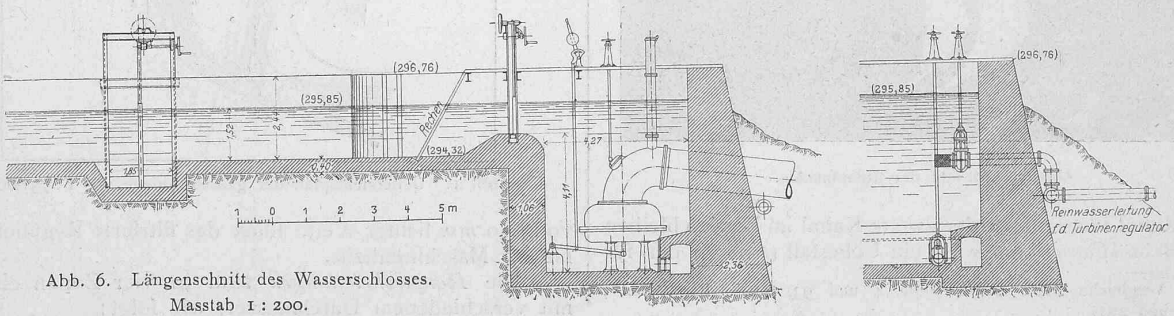

Abb. 6. Längenschnitt des Wasserschlosses. Masstab 1 : 200.

gefälle 116,70 *m*, Wassermenge 1080 Sek./*l*, effektive Kraftleistung 1250 *P. S.*, normal 300 Umdrehungen in der Minute.

Wie aus der Abbildung 12 ersichtlich ist, sind es Aktionsturbinen mit horizontalen Wellen und äusserer Beaufschlagung (Tangentialräder). Das *Laufrad* mit 1500 *mm* äusserem Durchmesser, hat 24 schalenförmige Schaufeln, Turbine leicht untersucht werden kann; ausserdem hat das Einlaufrohr mit 600 *mm* innerem Durchmesser auf der hintern Seite einen grossen Handlochdeckel, durch welchen man bequem zu den Leitapparaten gelangen kann.

Die *Regulierung* der Turbine geschieht, wie schon oben bemerkt, vermittelst zwei drehbaren Regulierzungen,

Grosse moderne Turbinenanlagen. — Elektrische Kraftstation an den Cauvery Falls.

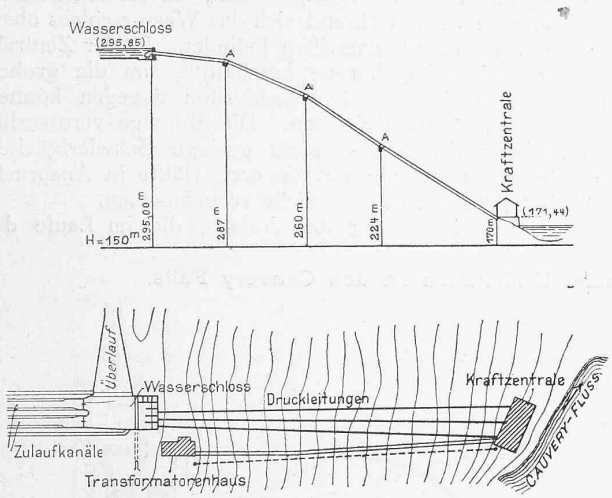

Abb. 8. Längenprofil und Lageplan der Druckleitung. Masstab 1 : 5000.

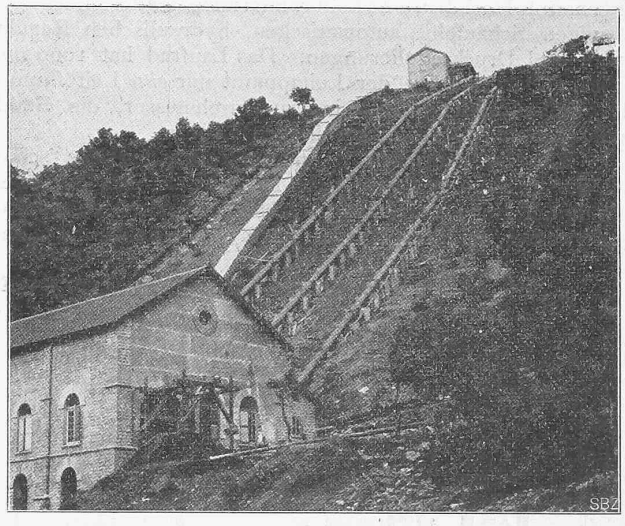

Abb. 9. Ansicht der Druckleitung.

Patent Escher Wyss & Cie. — Der *Leitapparat* besitzt zwei Leitöffnungen von rechteckigem Querschnitt, die vermittelst je einer drehbaren Regulierzunge reguliert bezw. geöffnet oder geschlossen werden. Die *Turbinenwelle* aus Stahl hat in den Lagern 170 *mm* Durchmesser und ist auf der Seite gegen die Dynamo verlängert, um eine Scheibenkuppelung zur Verbindung mit der Dynamowelle aufzunehmen. Beide mit Ringschmierung versehene Lager sitzen direkt auf dem Unterteil des Turbinengehäuses, das im Betonfundament eingelassen ist und eine äusserst solide Basis bildet. Das Gehäuse-Oberteil ist zum Abheben eingerichtet, sodass die die durch eine Gelenkstange miteinander verbunden sind und von dem automatischen hydraulischen Regulator betätigt werden. Die Zunge des obern Leitapparates ist durch ein Scharnier mit dem Regulierpiston verbunden, der von unten dem konstanten vollen Wasserdruck ausgesetzt ist, während der Druck in dem Zylinderraum über diesem Kolben automatisch reguliert bezw. gedrosselt wird. Dies geschieht durch das *Regulierventil* und den Federregulator in bekannter Weise.

Um die normale Tourenzahl vom Schaltbrett oder sogar vom Transformatorenhaus aus, das sich oben neben

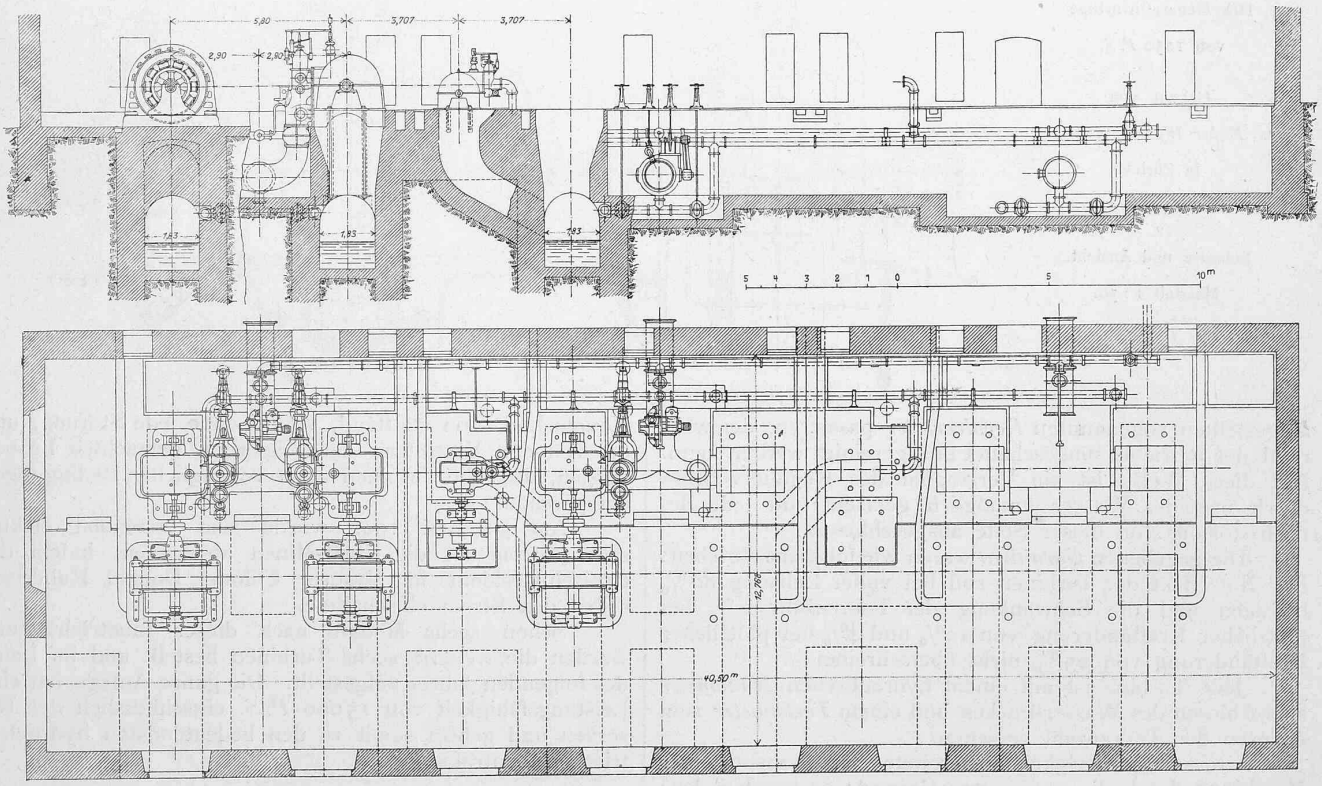

Abb. 10. Grundriss und Längenschnitt des Maschinenhauses. — Masstab 1 : 225.

dem Wasserschloss befindet (Abb. 4) auf elektrischem Wege verstellen zu können, ist der Regulatorhebel bezw. Nacheilungshebel mit einem Solenoid in Verbindung gebracht.

Die *Konstruktionsdaten* für jede der beiden *Erregerturbinen* sind folgende: Nettogefälle 116,70 *m*, Wassermenge 125 Sek./*l*, Effektivkraft 144 *P. S.*, Umdrehungen 465 in der Minute.

Diese Turbinen sind, wie diejenige der Generatoren, sogenannte Hochdruck-Löffelturbinen mit patentierten schalenförmigen Schaufeln, automatischen, hydraulischen Regulatoren und Druckregulierungen. Das Laufrad hat 1000 *mm* äussern Durchmesser, der Leitapparat nur *eine* Leitöffnung, das Einlaufrohr 250 *mm* innern Durchmesser, die Stahlwelle 100 *mm* Durchmesser in den Lagern.

Alle hydraulischen Regulatoren erhalten das schon bei der Fassung gut gereinigte Druckwasser aus der oben erwähnten Hellwasserleitung; ausserdem muss dieses Regulierwasser bei jeder Turbine noch einen, neben derselben aufgestellten sogenannten *Revolverfilter* passieren, der während des Betriebes umgeschaltet und gereinigt werden kann. Auf diese Weise ist ein Verstopfen des Regulierventiles durch unreines Wasser unmöglich gemacht und jede Betriebsstörung von dieser Seite ausgeschlossen.

Die gegebenen *Garantien* waren wie folgt umschrieben: Der Nutzeffekt der Turbinen soll bei voller Leistung 80 % betragen und die Schwankung der Tourenzahl 2 % bei plötzlicher Kraftänderung von 10 % und 4 % bei plötzlicher Kraftänderung von 25 % nicht überschreiten.

Jede Turbine ist mit einem hydraulischen *Manometer* zum Ablesen des Wasserdruckes und einem *Tachometer* zum Ablesen der Tourenzahl versehen.

Grosse Schwierigkeiten bereitete der Transport der Maschinen durch die unwegsame Gegend; es wurden dazu ausser Büffeln auch Elefanten verwendet. Vom Wasserschloss bis hinunter zum Maschinenhause musste eine Drahtseilbahn angelegt werden.

Wie schon weiter vorne angeführt wurde, ist das Transformatorenhaus oben beim Wasserschloss. Dort befindet sich auch die Hauptschaltanlage und sämtliche Kommandoapparate einschliesslich derjenigen der Turbinen- und Druckregulatoren. Diese Anordnung wurde hauptsächlich aus gesundheitlichen Rücksichten getroffen, da die Zentrale in der Fieberzone liegt, während sich das Wasserschloss oberhalb bezw. ausserhalb derselben befindet. In der Zentrale sind nur einige Eingeborene beschäftigt, um die groben Arbeiten zu verrichten, die Maschinisten dagegen können alles von oben aus dirigieren. Die Montage verursachte infolge dieser Verhältnisse nicht geringe Schwierigkeiten und nahm etwa ein Jahr für die erste Hälfte in Anspruch. Doch sind grössere Unfälle nicht vorgekommen.

Die Inbetriebsetzung der Anlage, die im Laufe des Monats Juni 1902 stattfand, verlief ohne jede Störung, und die von den Vertretern der Regierung gemachten Proben zeigten, dass die Turbinen allen vertraglichen Bedingungen entsprechen.

Am 30. Juni 1902 wurde zum erstenmal elektrischer Strom an die Kolar-Minen abgegeben, indem der Britisch-Resident in Mysore, Colonel Donald Robertson selbst den Strom einschaltete.

Schon sechs Monate nach dieser Inbetriebsetzung wurden die weitern sechs Turbinen bestellt und im Laufe des folgenden Jahres aufgestellt. Die ganze Anlage hat eine Leistungsfähigkeit von 15 000 *P. S.* einschliesslich der Reserven und gehört somit zu den bedeutendsten hydroelektrischen Zentralen.

Grosse moderne Turbinenanlagen. — Elektrische Kraftstation an den Cauvery Falls.

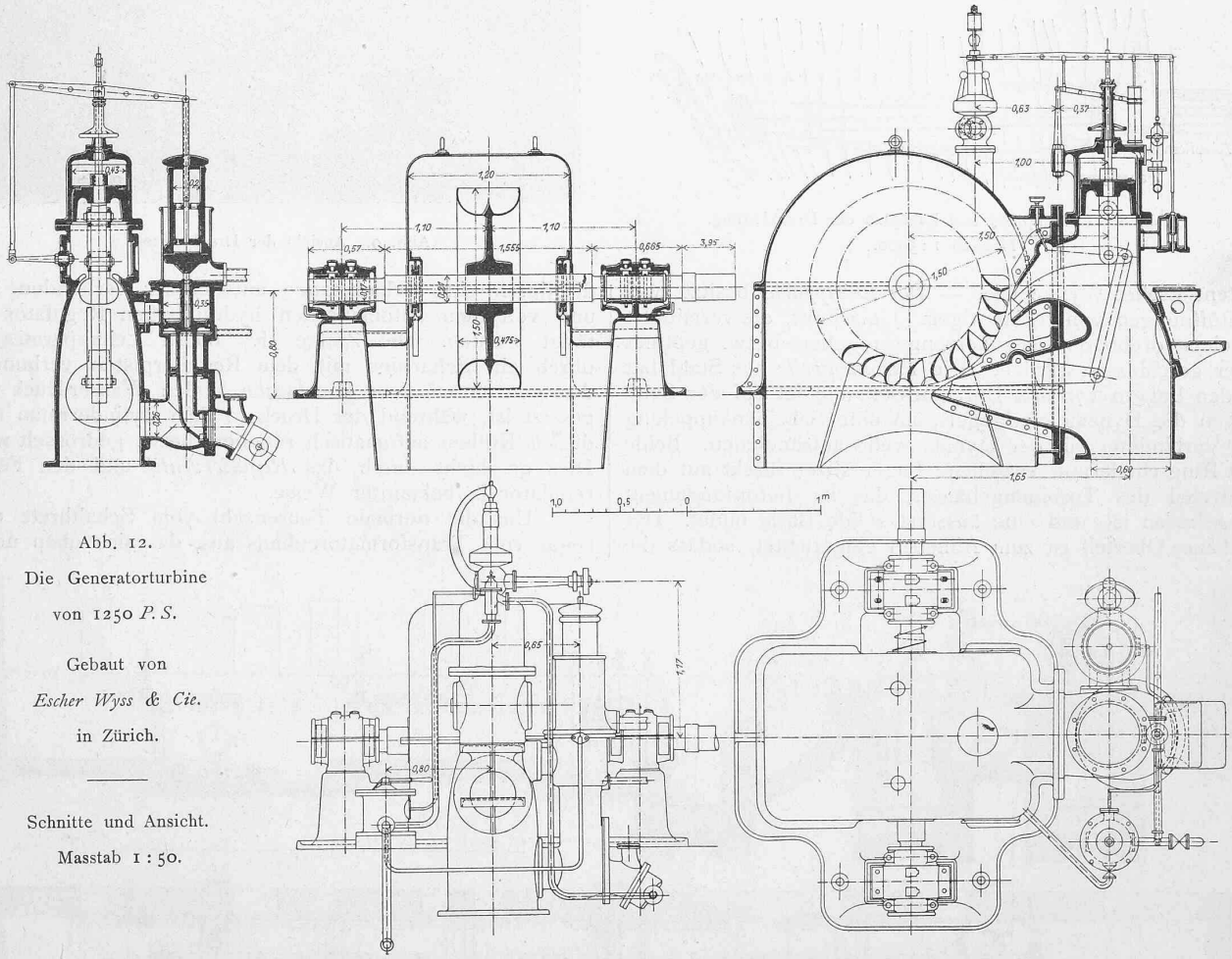

Abb. 12.
Die Generatorturbine von 1250 *P. S.*
Gebaut von *Escher Wyss & Cie.* in Zürich.

Schnitte und Ansicht.
Masstab 1 : 50.

der Stadthausstrasse bietet das Untergeschoss noch eine Reihe gut beleuchteter, ebenfalls für Verwaltungszwecke bestimmter Räume. Auf der Südseite sind dem Hauptbau auf drei Seiten eines offenen Hofes, durch den die Oetenbachstrasse auf die Marktterrasse geführt ist, weitere Verwaltungsräume angeschlossen, deren Korridore im I. und II. Stock in direkter Verbindung mit den Korridoren des Hauptbaues stehen.

In dem auf der Hofseite freiliegenden Erdgeschoss des südlichen Flügels dieser Bauabteilung ist auf der einen Seite des Eingangsvestibüles der Ratskeller, auf der andern Seite, mit direktem Zugang von der Oetenbachstrasse her, das Gantlokal für den Kreis I vorgesehen. In der Mitte führt vom Vestibül aus eine Treppe zu dem über dem obern Hügelplateau auf Niveau 426 angeordneten Treppenhaus des Grossen Stadtrates. Das Hauptgebäude samt seinem südlichen Annexbau soll ausser den Räumen für den Stadtrat, Stadtkanzlei und Archiv aufnehmen: die Verwaltungsabteilung des Stadtpräsidenten (Zivilstandsamt usw.), die Einwohnerkontrolle, das Finanzamt, das Steueramt, das Bauamt I, das Schulamt und das Vormundschaftsamt.

Das Hauptgeschoss und der I. Stock des Hauptbaues sind mit dem Waisenhaus durch eine Galerie verbunden. Eine ähnliche Verbindung ist zwischen dem Waisenhaus und dem Bauamt II vorgesehen, aber nur in der perspektivischen Ansicht (Seite 55) und im Modell dargestellt.

IV. *Der Sitzungssaal des Grossen Stadtrates* bildet mit seinen Vor- und Nebenräumen einen besondern Bau, der architektonisch als Krönung der ganzen Anlage aufgefasst ist.

Die Vorhalle des 1,25 *m* über dem Niveau des Lindenhofes angeordneten Saales ist durch eine breite Freitreppe mit dem Lindenhof verbunden, wodurch dieser Platz in die Gesamtanlage einbezogen und Stadthausplatz wird. In der Achse des Hauses für den Grossen Stadtrat ist auf der Limmatseite eine grosse Freitreppenanlage projektiert, die vom Limmatufer bis zum Lindenhof emporführt, und, indem sie die verschiedenen Terrassen untereinander verbindet, zur architektonischen Hervorhebung dieser Partie wesentlich beiträgt.

Die innere Haupttreppe zum Sitzungssaal des Grossen Stadtrats ist einerseits zugänglich von der Durchfahrt von der Lindenhofstrasse zur obern Terrasse (Niveau 426) anderseits vom Vestibül im Hof an der Durchführung der Oetenbachstrasse. Sie steht in Verbindung mit den Korridoren im I. und II. Stock des Baues für die Zentralverwaltung, von denen aus also die Räume für den Grossen Stadtrat direkt zugänglich sind.

V. Ausser diesen Bauten für die Stadtverwaltung ist am südlichen Ende der Marktterrasse über der Markthalle ein *Gesellschaftshaus* projektiert. Dieses enthält im Niveau der Marktterrasse eine Halle, durch welche die Wohllebgasse in die Marktterrasse eingeführt ist, daneben Wirtschaftsräume und in den obern Stockwerken Gesellschaftsräume.

Auf der Seite gegen den Lindenhof ist ein bedeckter Treppenaufgang von der Marktterrasse zur obern Terrasse und zum Lindenhof angebracht. Dieses Gesellschaftshaus bildet zugleich den architektonischen Abschluss der ganzen Bauanlage auf der Seite gegen die Rathausbrücke.

Das ganze Projekt ist so angelegt, dass der Bau in verschiedenen Etappen erfolgen kann. Die erste Etappe war die Auffüllung des Sihlkanals, die Erstellung der Werdmühlestrasse, des Beatenplatzes, der Durchbruch der Stadthausstrasse und der Bau des Hauses für das Bauamt II. Durch die erwähnten Strassenanlagen sind die verkäuflichen Bauplätze zwischen Stadthausstrasse und Oetenbachstrasse 1330 m^2, am Werdmühleplatz 1116 m^2 und nördlich der Werdmühlestrasse 3918 m^2, zusammen 6364 m^2, für den Verkauf und die Ueberbauung bereit gestellt worden. Drei dieser Bauplätze an der Stadthausstrasse sind bereits in Privatbesitz übergegangen, einer derselben ist in den Jahren 1903 und 1904 schon überbaut worden (Haus zur Werdmühle). An der Ecke des Werdmühleplatzes ist das Haus zur „Urania", das einen Turm mit Sternwarte erhält, in Ausführung begriffen.

Elektrische Kraftstation an den Cauvery Falls.

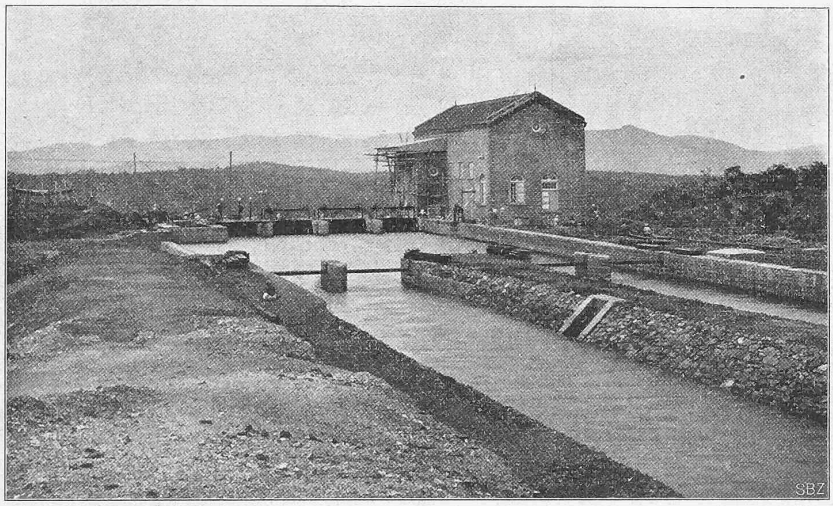

Abb. 4. Ansicht des Wasserschlosses und des Transformatorenhauses gegen die Fallenzüge der Wasserkammern zu gesehen.

Als zweite Bauetappe der Stadthausbauten ist der Ausbau des Waisenhauses mit den Annexbauten an der Werdmühlestrasse, die Ueberführung der Lindenhofstrasse über die Stadthausstrasse und die Durchführung des Schipfequais bis zur Stadthausbrücke in Aussicht genommen. In dem Hause für die Notariate könnten einstweilen bis nach Ausführung des Hauptbaues das Vermessungsamt und das Hochbauamt untergebracht werden. Dadurch wären dann vorderhand alle städtischen Verwaltungsabteilungen in eigenen Gebäuden, wenn auch noch nicht beisammen, untergebracht.

In der dritten Bauetappe würde der Hauptbau für die Zentralverwaltung und die Stadthausbrücke erstellt;

in der vierten die Schipfequaiüberdeckung und die Terrassenbauten und

in der fünften der Saalbau für den Grossen Stadtrat und das Gesellschaftshaus.

Die Durchführung der ganzen Anlage wird sich infolge dieser Baudispositionen auf eine längere Zeit erstrecken können.

Durch das Waisenhaus und seine Annexbauten an der Werdmühlestrasse usw.

wird eine Bodenfläche überbaut von . . .	3970 m^2
durch den Hauptbau für die Zentralverwaltung	5803 m^2
durch das Haus für den Grossen Stadtrat .	1823 m^2
Total	11596 m^2

Die Terrassenanlagen am Schipfequai überdecken eine Bodenfläche von 6825 m^2.

Zürich, den 20. Juli 1905.

Gustav Gull.