

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	69/70 (1917)
Heft:	23
Artikel:	Die Wasserkraftanlagen Tremp und Seros der Barcelona Traction, Light & Power Co.
Autor:	Huguenin, A.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-33982

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: 08.01.2026

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

die in andern Juramulden und im schweizerischen Mittelland so mächtig entwickelt ist, hier vollständig fehlt. Ebenso fehlt die mittlere Kreide; sie wurde vor der Ablagerung der marinen Molasse abgetragen, sodass die Glauconit führenden Sande der marinen Molasse direkt auf dem Urgon auflagern, wie übrigens auch in den Muldenzonen von Les Verrières und La Chaux-de-Fonds.

Ueberblicken wir nun den Unterschied zwischen dem prognostischen und dem wirklichen Profil, so ergibt sich, dass das Nichtzutreffen der Prognose im mittleren Teile dadurch sich erklärt, dass die tiefen, harten Schichten (mittlerer Jura oder Dogger, inkl. Birmendorferschichten) anders gefaltet sind, als die an der Oberfläche anstehenden oberen Jurakalke (Malm). Die dazwischen eingeschalteten mächtigen Argovienmergel haben, dank ihrer Plastizität, als ausgleichendes Medium gewirkt, indem sie auswichen, wo stärkerer Druck herrschte, und sich durch Fältelungen verdicken und akkumulieren konnten, wo infolge der inkongruenten Faltung hätten Hohlräume entstehen sollen; so gerade über der Mulde des Callovien beim Km. 1,200, die im Sequan an der Oberfläche kaum angedeutet ist, und über dem Gewölbe bei 850 m, das im Sequan noch schärfer ist. Die Ursache, die zur Ausbildung dieser inkongruenten Faltung geführt hat, ist ohne Zweifel in der Ueberschiebung der NO-Seite der Senke von Vallorbe entlang zu suchen. Diese ist eigentlich als eine Unterschiebung dieser Mulde unter das Mont d'Or-Gewölbe aufzufassen, indem der gebirgsbildende Schub von SO her wirkte, was aber vom Standpunkt der mechanischen Wirkung aus ganz gleichbedeutend ist. Durch die Ausbildung dieser Ueber- bzw. Unterschiebung, längs einer in der Tiefe flachen, weiter oben steil werdenden Fläche, entwickelten sich Ungleichheiten in den Widerstand-Verhältnissen der sonst gleich beschaffenen Schichtenkomplexe, was leicht ersichtlich ist, wenn man sich den Mechanismus der Entwicklung einer solchen Bewegung vorzustellen sucht.

(Forts. folgt.)

Die Wasserkraftanlagen Tremp und Seros der Barcelona Traction, Light & Power Co.

Von Ing. A. Huguenin, Direktor der A.G. Escher Wyss & Cie., Zürich.

(Fortsetzung von Seite 245.)

Nach dieser allgemeinen Orientierung kehren wir zu den Turbinen zurück (Abb. 85, S. 266, und Abb. 81 in vorletzter Nummer. Einkränzige Turbinen von dieser Leistung bestehen, so viel mir bekannt ist, in Europa noch nicht. Neben der ungewöhnlichen Grösse sämtlicher Verhältnisse

war noch mit einem kurzen Liefertermin zu rechnen. Die Turbinen sind uns Mitte Dezember 1912 bestellt worden und im Juli 1913 verliess die letzte Turbine unser Werk. Die erste Turbine und der erste Generator waren Mitte Januar 1914 fertig montiert, die zweite Generatorturbine und die Erregerturbinen Ende Februar 1914. Anfang April 1914 schon wurde Strom nach Barcelona gesandt.

Die schwierigste Frage zur Einhaltung so kurzer Lieferfristen war diejenige des *Spiralgehäuses*, da bisher noch nie Gehäuse von auch nur annähernd gleicher Grösse zur Ausführung gekommen waren. Es blieb die Wahl offen zwischen einem Gussgehäuse und einem Blechgehäuse. Ein Blechgehäuse in der alten Ausführungsform mit ebenen Wänden und entsprechenden Versteifungen musste von

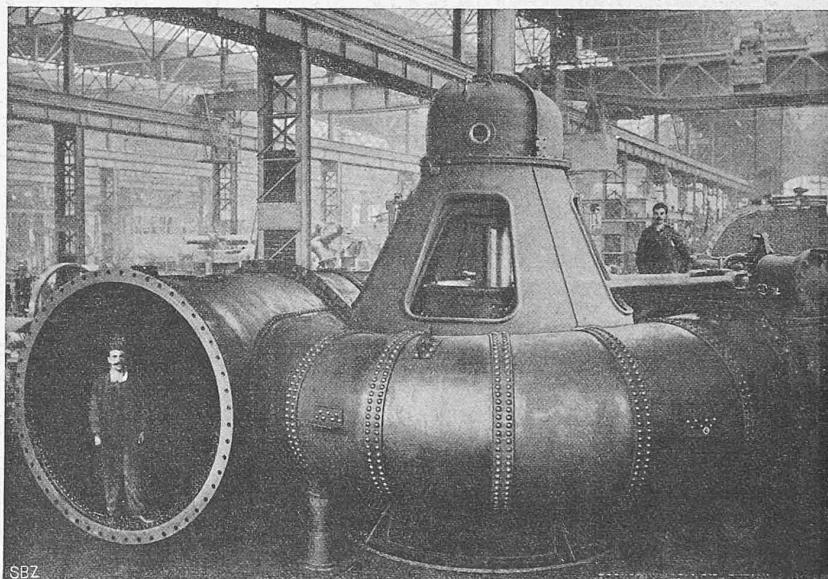


Abb. 84. Seros-Turbinen-Gehäuse in den Werkstätten von Escher Wyss & Cie. in Zürich.

vornherein für diese grossen Verhältnisse und den relativ schon hohen Druck von 50 m verworfen werden. Das Gussgehäuse wäre wohl möglich gewesen, hätte aber ein enormes Gewicht ergeben und nicht gestattet, den geforderten kurzen Liefertermin einzuhalten, aus dem einfachen Grunde, weil erst bei der Druckprobe, also nach vollständiger Verarbeitung dieses schwierigen Stücks, hätte festgestellt werden können, ob es brauchbar sei oder nicht. Irgend eine gefährliche Gussspannung, die bei so ausnahmsweise grossen Stücken kaum vermieden werden kann, hätte beim Abpressen auf 8 at Druck sehr leicht einen Bruch

herbeiführen und das Stück unbrauchbar machen können. Eine entsprechende, nach Monaten zählende Verlängerung des Termines wäre zudem notwendig gewesen. Meine Firma schlug deshalb ein vollständig neues System vor, nämlich ein Blech-Gehäuse mit rundem Querschnitt, das aus verschiedenen, sich verjüngenden, durch Laschen zusammengenieteten Segmenten zusammengestellt werden sollte (Abb. 84). Diese Blechsegmente sollten oben und unten je an einem starken, mit Stegen versehenen Stahlgussring angenietet werden. Diese Ausführung versprach ein sehr steifes Gehäuse, ein geringes Gewicht und daneben die Möglichkeit der Einhaltung der kurzen Liefertermine, weil man bei der Druckprobe absolut keinen Ueerraschungen ausgesetzt war. Auf Grund einer Eingabe mit dieser vollständig neuen, gesetzlich geschützten Spiralanordnung erhielt denn auch meine Firma den Zuschlag auf die Lieferung. Das Gehäuse

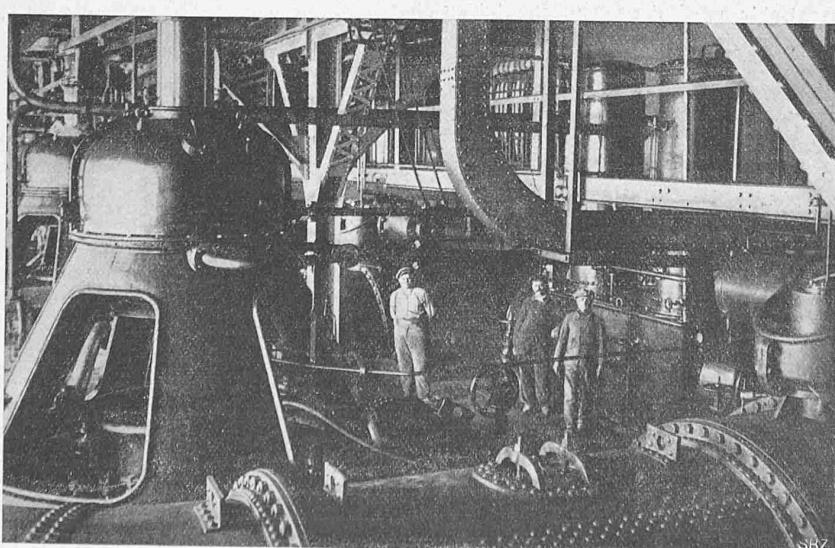


Abb. 87. Blick in den Turbinen-Raum der Zentrale Seros.

musste aus Transportrücksichten dreiteilig gemacht werden. An den Trennflächen wurden Winkeleisen als Flanschen vorgesehen, sodass eine einfache Verschraubung stattfinden konnte. Auf diese Weise konnte das ganze Gehäuse in der Werkstätte zusammengestellt, bei den Trennflächen gedichtet und dem Probendruck unterworfen werden. Die Druckproben verliefen alle ohne irgendwelche Schwierigkeit. Um ferner Zeit zu gewinnen, wurden die eigentliche Turbine und das Gehäuse selbst getrennt montiert, sodass die Werkstätte die Turbinen fertig stellen konnte, während die Kesselschmiede mit der Spirale beschäftigt war. Durch entsprechende Einrichtungen bei der Montage der Turbinen konnte leicht ein tadelloses Passen der einzelnen Teile bei der Aufstellung an Ort und Stelle erreicht werden.

Das *Laufrad* besteht ganz aus Gusseisen, mit in der Mitte 45 bis 50 mm starken Schaufeln. Es ist an den untern Wellenflansch angeschraubt und kann leicht demontiert werden. In der Schachtpanzierung des oberen Teiles des Saugrohres sind nämlich zwei Türen ausgespart, die durch je einen kleinen Einstiegschacht von aussen zugänglich sind und gestatten, ein kleines Gerüst unterhalb des Rades zu bauen, um die Demontierungsarbeiten eines Laufrades zu erleichtern.

Die Turbine hat sogenannte *Aussenregulierung*, d. h. es hat jede Leitschaufel einen eigenen Zapfen, der nach oben durch eine Stopfbüchse ins Freie geführt wird. Jeder dieser Zapfen erhält einen Regulierhebel und die sämtlichen Hebel sind durch Laschen mit dem zentral gelegenen Regulierring verbunden. Die Leitschaufeln können einzeln nach oben herausgenommen werden.

Die *Ringspur* ist nach unserem bewährten System mit Drucköilentlastung ausgeführt. Der bewegliche obere und der feste untere Ring bestehen beide aus sehr feinkörnigem Spezialgusseisen und sind sorgfältig aufeinander geschlichtet worden. Der untere Ring sitzt direkt auf dem

konischen Zwischenstück auf, während zwischen dem an der Welle angeschmiedeten Tragring und dem oberen Spurring noch ein Zwischenring eingeschaltet wurde, um eine möglichst gleichmässige Druckverteilung auf dem oberen Ring zu erhalten. Auf den untern Ring wird Drucköl von 25 at eingepresst, das sich auf die ganze Länge und auf den ganzen Umfang verteilt und gleichmässig längs den Innen- und Aussenkanten abfliesst. Die Turbine dreht sich also buchstäblich auf einem Oelkissen, wie dies schon bei den allerersten Turbinen von Rheinfelden der Fall war. Diese Spur trägt mit 250 Umdrehungen in der Minute ein totales

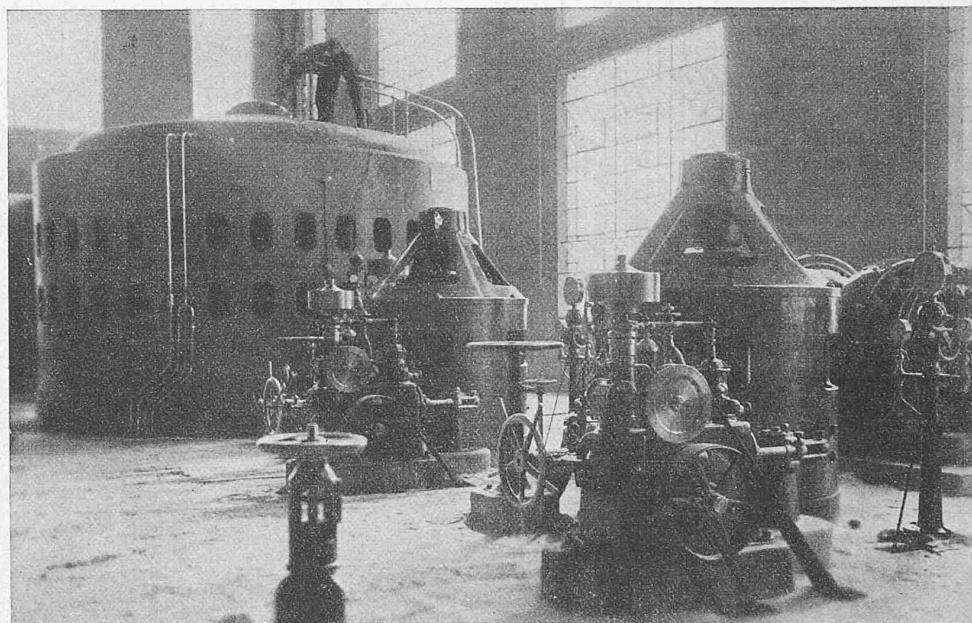


Abb. 83. Die beiden Erregergruppen, im Hintergrund einer der Generatoren der General Electric Co, in Schenectady.

Gewicht von rund 120 Tonnen, wovon 90 Tonnen vom Generator, 15 Tonnen vom Turbinenmotor und rd. 15 Tonnen vom Wasserdurchfluss oberhalb des Laufrades herrühren. Um den bestmöglichen Wirkungsgrad zu erzielen, wurde von der Anwendung einer Umleitung abgesehen, sodass jeder zusätzliche Wasserverlust vermieden ist. Dies bedingt aber natürlich für die Spuren eine gewisse Mehrbelastung. Die Turbinenwelle endet oben mit einem Kuppelflansch und wird mittels desselben direkt mit der Generatorwelle verschraubt. Die Kupplung geschieht durch 16 sehr leicht konische, feineingeriebene Schrauben von 75 mm Durchmesser. Der Generator selbst hat zwei Lager, eines im unteren Armkreuz etwa auf Maschinenhausbodenhöhe, das andere im oberen Armkreuz an dessen oberem Ende. Heute werden übrigens Öl-Spurlager allerneuester Konstruktion von EWC eingebaut, die keiner Druckölpumpe mehr bedürfen und das Drucköl in der Spur selbst erzeugen. Das erste Lager dieser Art ist mit bestem Erfolge schon im Betriebe.

Die Betätigung der *Regulierung* geschieht durch einen Servomotor, der durch Drucköl gespiesen wird. Der Servomotor-Zylinder ist neben der Spirale auf dem Turbinenboden aufgestellt (Abb. 86) und überträgt mittels eines dreifachen Hebels und zweier konvergierender

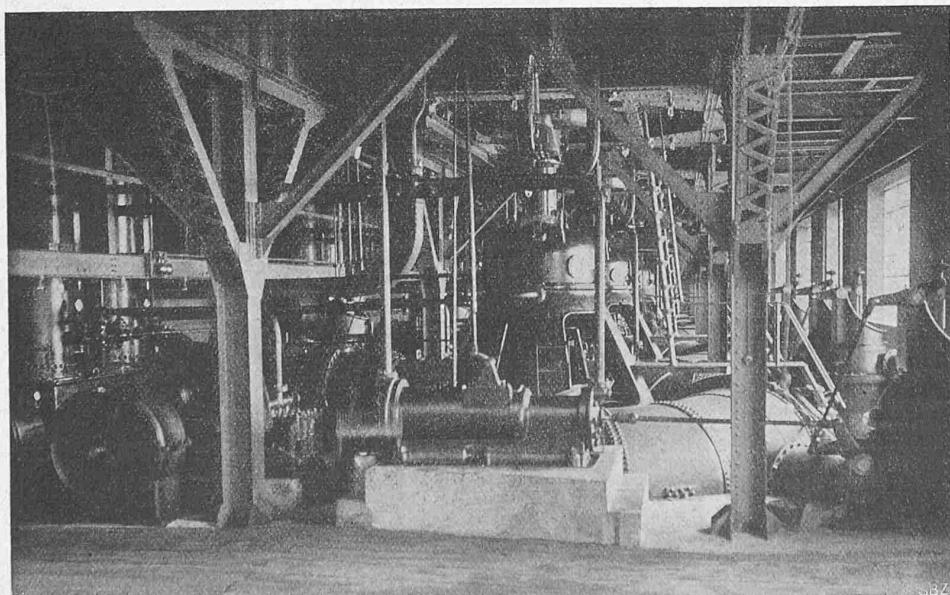


Abb. 86. Blick in den Turbinen-Raum der Zentrale Seros.

Stangen seine Bewegung auf den Regulierring. Das nötige Drucköl sowohl für den Servomotor, wie für das Ringspur-lager wird in einer eigenen Pumpengruppe erzeugt. Diese Pumpengruppe ist ebenfalls auf dem Turbinenboden angeordnet und besteht aus zwei durch je eine kleine Pelton-Turbine getrennt angetriebenen zweistufigen Zahnrad-Oelpumpen, ebenfalls nach meiner Firma patentierter Ausführung. Das Öl wird aus einem gemeinsamen Saugwindkessel gesaugt und von der Pumpe für das Regulatorsystem in einen Druckwindkessel von 700 mm Durchmesser und 2 m Höhe, von der Pumpe für das Spur-system in eine Kühlslange gepresst, in Anbetracht der hohen Lufttemperaturen, die im Maschinenhaus während der Sommerzeit herrschen. Im Notfalle kann das Spur-system Öl von jenem des Servomotorsystems erhalten, wodurch die Betriebsicherheit der Gruppe erhöht wird.¹⁾

Das Drucköl des Servomotorsystems wird vom Windkessel zunächst in den Schliesszylinder des Servomotors geführt und von diesem hinauf zum Regulator der Turbine. Dieser eigentliche Regulator besteht aus dem Pendel, das durch einen horizontal laufenden Riemen direkt von der Turbinenwelle aus angetrieben ist, aus dem Regulierventil, der Rückführung und dem Tourenverstellapparat in der bekannten Anordnung unserer Universal-Drucköl-Regulatoren.²⁾ Der Riemenantrieb des Pendels, den wir grundsätzlich vorschlagen und überall ausführen, ist deshalb durchaus ungefährlich, weil bei einem eventuellen Riemenbruch oder beim Herunterfallen des Riemens die Turbine automatisch geschlossen wird. Die Schliessung geschieht durch unsere patentierte Vorrichtung, bestehend in einem kleinen Hilfsventil, das, von der sinkenden Pendelmuffe geöffnet, direkt Druck auf die obere Seite der Vorsteuerung zu geben imstande ist. Damit die Turbine

aber angelassen werden kann, muss für die Anlaufperiode diese Vorrichtung mittels eines von Hand besonders zu betätigenden kleinen Ventils ausser Betrieb gesetzt werden. Wir führen sie normalerweise bei unsren Regulatoren aus; in der Praxis hat sie sich bestens bewährt. Die Tourenverstellung kann elektrisch vom Schaltpult aus erfolgen.

Der Regulator ist ferner mit einer von Hand einstellbaren Arretierung der Leitschaufelöffnung versehen, um die Maximallast nachträglich einstellen zu können.

Die Abschlussvorrichtung für die Turbinen besteht, wie gesagt, aus einer Drosselklappe, die hydraulisch betätigt ist. Angesichts der sehr kurzen Rohrleitung erscheint es nicht erforderlich, einen ganz dichten Abschluss derselben vorzusehen, sodass die billige Anordnung blos einer Drosselklappe ohne weiteres gerecht fertigt erscheint. Beim einfachen Schliessen des Leitapparates wird selbstverständlich die leerlaufende Turbine nicht zum Stehen kommen, da der Leitapparat besonders mit der Zeit doch undicht werden wird. Wir haben deshalb eine Backenbremse unterhalb des oberen Kuppelungsflansches vorgesehen, die einerseits durch Oeldruck, anderseits von Hand betätigt werden kann. Durch diese wird die Turbine in 5 bis 10 Min. stillgestellt.

Die Erregerturbinen sind einfache, vertikale Spiralturbinen von 600 PS Leistung bei 600 Uml/min. Ihre Druckleitung von, wie gesagt, 1200 mm Durchmesser verzweigt sich in zwei Leitungen von je 500 mm Durchmesser, in die vor jeder Turbine je ein mechanisch betätigter Schieber eingebaut ist. Die Turbinen haben ebenfalls Außenregulierung und sind durch einen normalen Oeldruckregulator betätigt. Die Spur befindet sich bei diesen kleinen Erregerturbinen auf dem Gehäuse der Turbine auf dem Maschinenboden.

Zentrale Seros der Barcelona Traction, Light and Power Co.

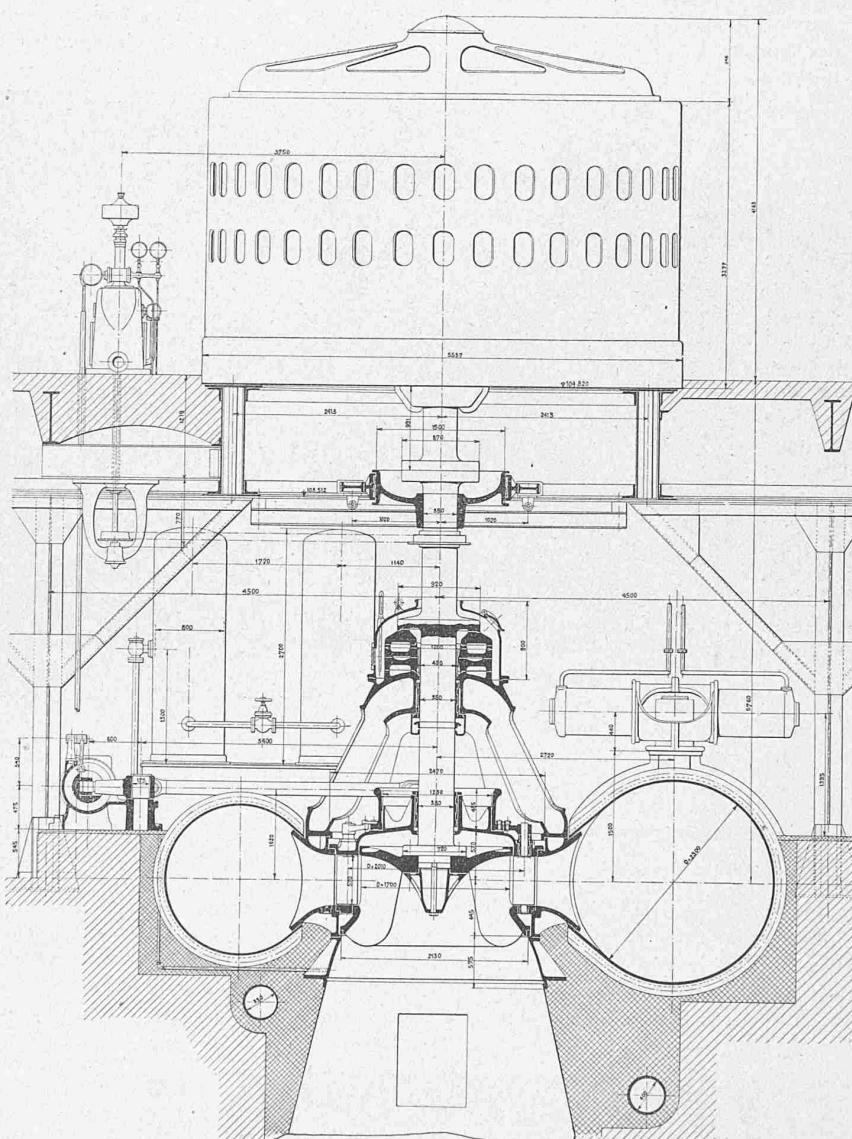


Abb. 85. Spiral-Francis turbine for 14,500 PS at 50 m head, designed by Escher Wyss & Cie. — Schnitt 1:80.

¹⁾ Selbstverständlich ist bei solchen vertikalen Turbinen ein Betrieb nur dann möglich, wenn die Spur unter Oeldruck steht. Tatsache ist nun, dass, um nur grössere Turbinen zu nennen, in Rio de Janeiro acht E. W. C. Turbinen, wovon zwei zu je 20000 PS seit 1912, in Necaxa acht E. W. C. Turbinen, wovon zwei zu je 16000 PS seit 1910 ununterbrochen im Betriebe sind, ohne auch nur ein einziges Mal die geringste Beschädigung an der Ringspur gezeigt zu haben.

²⁾ Ausführliche Beschreibung dieser Regulatoren siehe in Bd. LXIV, S. 224 (21. November 1914).

Landhaus H. Ziegler-Sulzer in Winterthur.

Architekten G. Revilliod & M. Turrettini in Genf.
(Mit Tafeln 20 und 21.)

Auf aussichtsreicher Höhe, am Südrand des Lindbergwaldes, steht das behäbige Landhaus, dessen Südostansicht unsere Tafel 20 wiedergibt; die heutigen Bilder des Aeussern schicken wir der eingehenden Darstellung in Grund-