

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

Autor(en): **Huguenin, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **69/70 (1917)**

Heft 21

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-33974>

## **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.

### Vom Bau der Druckleitung zur Kraftzentrale Seros.

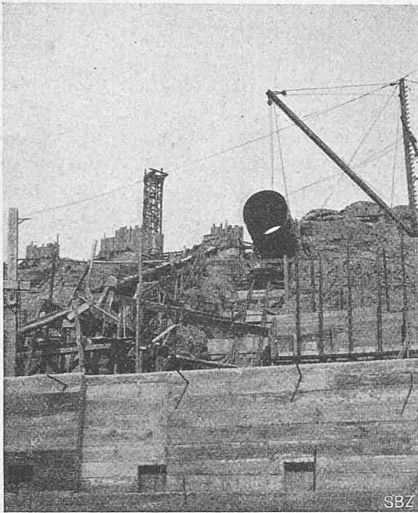


Abb. 79. Montieren der Rohrleitungen.

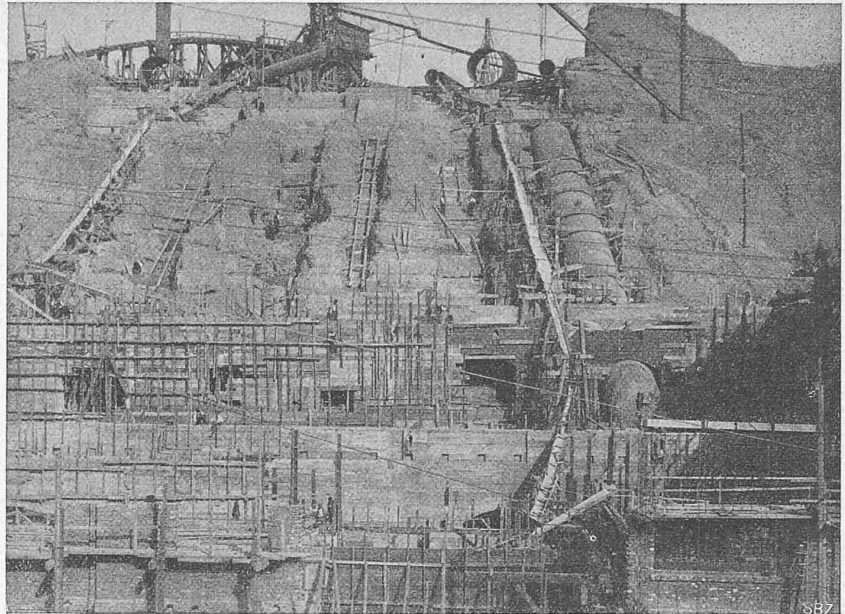


Abb. 78. Die Rohrbahn von unten gesehen; Stand der Arbeiten am 18. Oktober 1913.

der andern nach oben gerichtet ist) und bei senkrechter Wellenstellung gelang es, die Störung ganz zu beseitigen.

3. Die beschriebenen Erscheinungen traten an der von uns benutzten Versuchseinrichtung (mit 16 bis 20 mm Wellendurchmesser und 250 bis 500 mm Scheibendurchmesser) erst bei stärkern Ueberwuchten in ausgesprochener Weise auf.

4. Es darf vermutet werden, dass an den in der Praxis beobachteten Störungen im gleichen Gebiet der Antrieb durch bewegliche Kupplungen mitbeteiligt war, daher sich vom Standpunkte der Ruhe des Ganges die Benützung fester Kupplungen empfiehlt.

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

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

(Fortsetzung von Seite 234.)

Angesichts des nicht sehr widerstandsfähigen Felsens, der an jener Stelle zu Tage tritt, entschloss sich die Bauleitung nachträglich, die talseitige Abschlussmauer nicht unmittelbar an den Absturz zu legen, woraus sich die Notwendigkeit ergab, in der Rohrleitung am oberen Ende einen Krümmer einzuschalten. Jede Rohrleitung ist unmittelbar hinter der Einlassschütze durch ein 1 m

weites Rohr direkt entlüftet. Die Anordnung der *Druckleitungen* und des Maschinenhauses ist aus Abb. 74 und 75 (S. 245) zu ersehen. Zum Verständnis der Disposition ist es notwendig, dass folgende Bemerkungen vorausgeschickt werden. Der 1,2 km lange Unterwasserkanal mündet direkt in den Segre; er musste durch einen auf der ganzen Länge relativ sehr tiefen Einschnitt gebildet werden, da das kleine Seitental zum Segre, in dem das Maschinenhaus steht (Abb. 76), bloss sehr flachen Talweg besitzt. Angesichts der Notwendigkeit, schon für den Ablaufkanal einen relativ sehr tiefen Einschnitt ausheben zu müssen, bemühte man sich, die Aushubarbeiten für das Maschinenhaus selbst auf ein Minimum zu beschränken. Es wurde deshalb eine Anordnung gewählt, die den allerschmalsten Bau gestattete; diese wurde in der vertikalen Anordnung der Turbinen gefunden, die für so grosse Einheiten hier zum ersten Mal in Europa in Anwendung kam.

Das *Maschinenhaus* ist ausgerüstet mit vier vertikalen, einkränzigen Francisturbinen von je 14 500 PS maximaler Leistung, und für die spätere Einsetzung einer

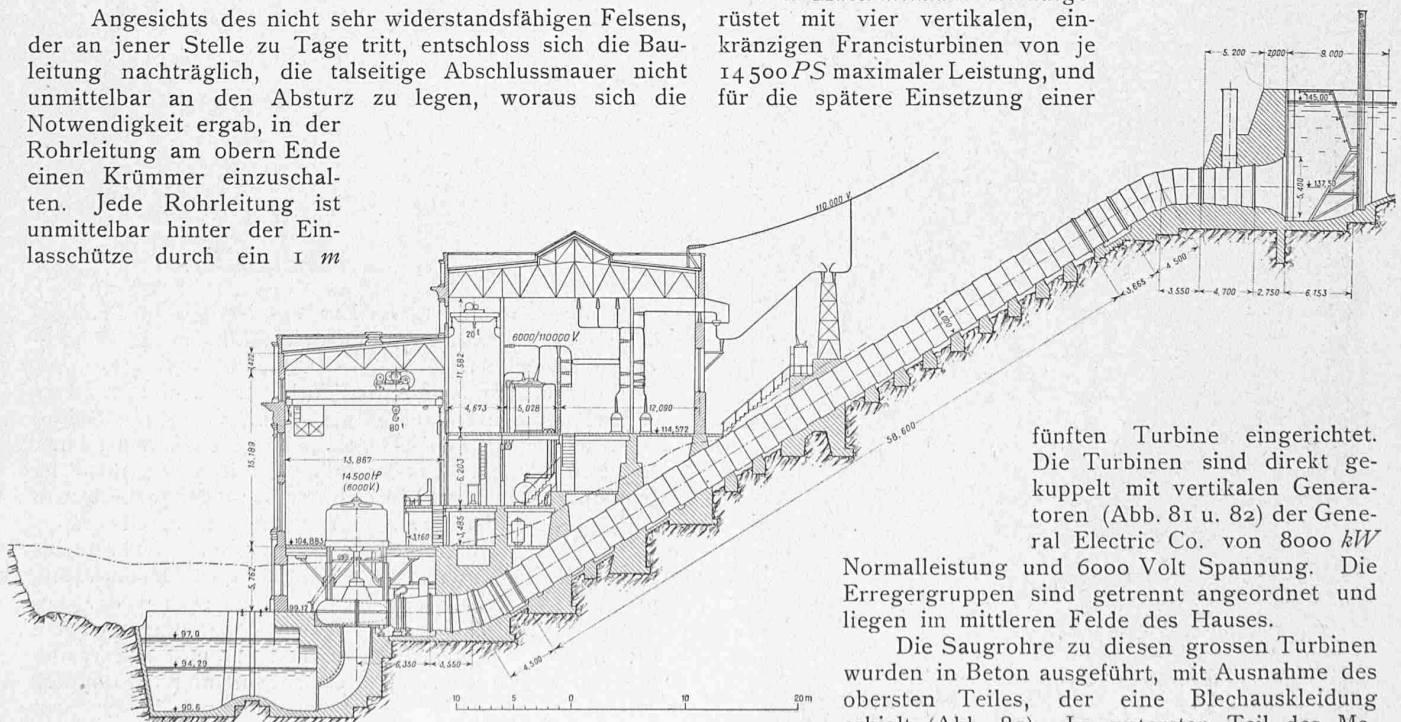


Abb. 74. Querschnitt des Maschinenhauses, samt Druckleitung und Wasserschloss. — 1:600.

fünften Turbine eingerichtet. Die Turbinen sind direkt gekuppelt mit vertikalen Generatoren (Abb. 81 u. 82) der General Electric Co. von 8000 kW Normalleistung und 6000 Volt Spannung. Die Erregergruppen sind getrennt angeordnet und liegen im mittleren Felde des Hauses.

Die Saugrohre zu diesen grossen Turbinen wurden in Beton ausgeführt, mit Ausnahme des obersten Teiles, der eine Blechauskleidung erhielt (Abb. 81). Im untersten Teil des Maschinenhauses konnte sich also der Aushub auf





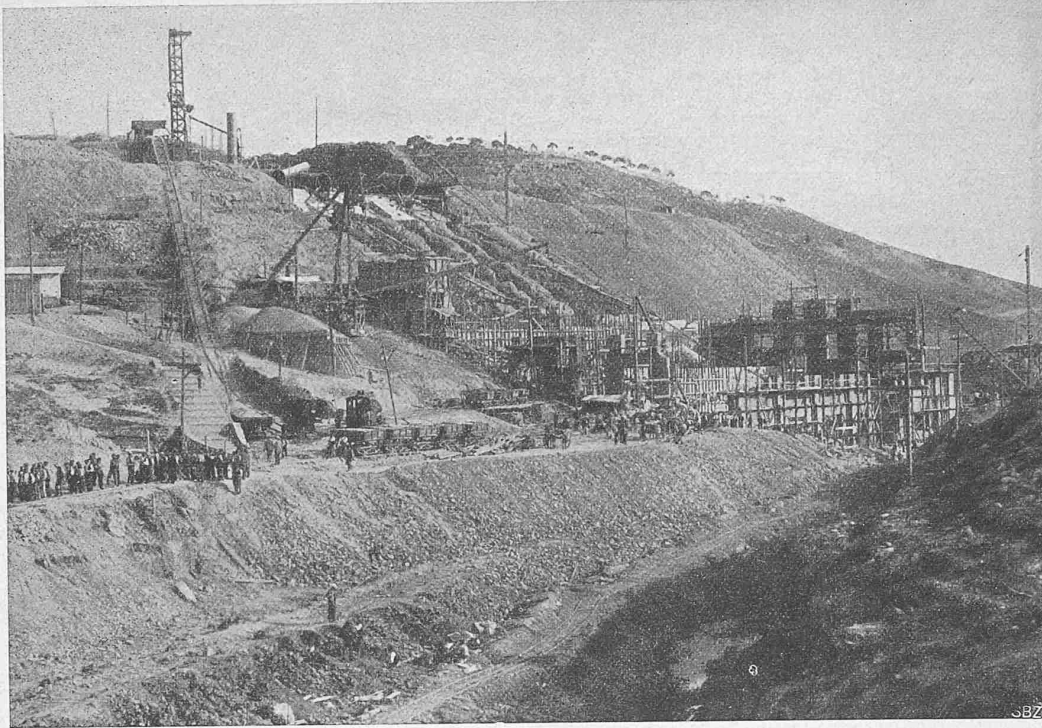


Abb. 76. Die Baustelle von Wasserschloss, Druckleitung und Maschinenhaus am 18. Oktober 1913.

1350 und 1500 Umdrehungen, dass die Bahn des Wellenmittelpunktes in der Mitte der Wellenlänge eine nahezu einfache elliptische bis kreisförmige Kurve ist. Im Viertel der Wellenlänge hingegen erscheinen der Abbildung 11 ähnliche Bahnen, die wir als Uebereinanderlagerung einer einfachen „Kreisbewegung“ und einer hinzutretenden Schwingung zu betrachten haben.

Da die Welle bei der ersten kritischen Drehzahl nicht ganz ruhig blieb, bestand die Ueberwucht offenbar aus der Uebereinanderlagerung einer über die ganze Welle verteilten und einer sinuslinienförmigen. Der ersteren kommt dann bis zur zweiten kritischen Drehzahl eine sinuslinienähnliche Durchbiegung zu, was man häufig übersieht<sup>1)</sup>. Hiernach wäre zwar das Vorhandensein einer Durchbiegung in der Mitte begreiflich, nicht aber ihre äusserst rasche gleichzeitige Zunahme mit dem Ausschlag im Wellenviertel.

b) *Wagerechte Welle mit beidseitiger Einspannung.* Hier ist das Verhältnis  $n_{k_1} : n_{k_2} = 1 : 2,8$ , daher würde die Gewichtsstörung, wenn sie aufträte, bei  $n_{g_2} = 0,5 n_{k_2} = 1,4 n_{k_1}$  zu erwarten sein. Im Versuch konnte keine beobachtet werden, es machte sich nur bei 43 gr Ueberwucht pro Scheibe eine Labilität des Gleichgewichtes bis zu  $n = 1,4 n_{k_1}$  bemerkbar, indem die kleine kreisrunde Bahn des Wellenmittelpunktes bei leichter Störung von aussen sich vergrösserte, bis Streifen eintrat. Ob die Störung selbstständig aufzutreten wäre, wenn man grössere Ueberwucht aufbrachte, konnte nicht festgestellt werden, da die Lagerung in starkes Mitschwingen geriet.

c) *Senkrecht aufgestellte Welle mit freier Auflagerung.* Die mit 4c gleiche Anordnung zeigte bei gleichmässig verteilter Ueberwucht von 33 gr für jede Scheibe die gleiche Störung wie bei wagerechter Welle, mit gleichen Bahnformen des Wellenmittelpunktes. Bei sinusförmiger Verteilung, wie unter 5a, bleibt hingegen der Halbwertungspunkt der Wellenlänge fast völlig ruhig, die Welle bildet eine leicht geschwungene Sinuslinie und zeigt keinerlei An-

<sup>1)</sup> Formeln (6) und (7) in meinen „Dampfturbinen“ Seite 294 ergaben in der Tat  $y = \frac{e_0}{2} \left[ \frac{\cosh kx}{\cosh kl} + \frac{\cos kx}{\cos kl} - 2 \right]$ , also für die Mitte ( $x=0$ ), wenn der kritische Wert  $\cos kl=0$  ausgeschlossen wird, stets endliche Beträge. Dabei ist zu bemerken, dass die Konstantenbestimmung für die ungerade Funktion a. a. O. S. 295 Gl. (7a) auch bei endlichen Werten der Exzentrizität  $e_0$  gilt, falls man diese in der einen Hälfte nach oben, in der andern nach unten gerichtet annimmt.

zeichen einer selbständigen Störung. Im Viertel der Wellenlänge geht die kreisförmige Bahn bei rund 1200 Uml/min in Formen über, die Abb. 3A (200 Umdr.) ähnlich sehen, allein ohne dass ein Zwischenhöchstwert des Ausschlages feststellbar wäre. Offenbar kommt neben dem Kreuzgelenk auch der Grösse und der Verteilung der Ueberwucht eine besondere Rolle zu, denn wenn die Schuld am Kreuzgelenk allein liegt, so ist zu fragen, warum in senkrechter Lage die Störung bei sinusförmiger Verteilung verschwindet? Ein endgültiges Urteil könnte erst abgegeben werden, wenn die von mir für vollständig ausgewuchtete Wellen aufgestellten Schwingungsgleichungen auf endliche Werte der Ex-

zentrität ausgedehnt und integriert werden könnten.

Inzwischen bilden die Versuche für die Konstrukteure von Turbinen und Gebläsen einen empirischen Anhaltspunkt über die kritischen Störungsgebiete bei starrem und insbesondere bei nachgiebigem Antrieb durch bewegliche Kupplungen.

#### Zusammenfassung:

1. Die wagerecht gelagerte Welle mit einer Einzelscheibe oder mit vielen gleichmässig verteilten Scheiben besitzt ein neues kritisches Gebiet „zweiter Art“ bei ungefähr der Hälfte der tiefsten kritischen Drehzahl „erster Art“. Die Störung verschwindet vollständig, wenn man die Welle senkrecht anordnet, sofern keine Ungleichförmigkeit des Antriebes durch ein Kreuzgelenk, d. h. eine bewegliche Kupplung verursacht wird.

2. Zwischen der 1. und 2. kritischen Drehzahl erster Art besteht bei Kreuzgelenkantrieb und freier Auflagerung (Kugelschalen) ein weiteres Störungsgebiet, dessen Drehzahl rund das 2,5-fache der tiefsten kritischen Drehzahl erster Art ist. Die Störung erscheint bei wagerechter und senkrechter Wellenlage, hängt jedoch ab von der Grösse und Verteilung der Ueberwucht. Bei sinusförmiger Verteilung (wobei  $e$  in der einen Wellenhälfte nach unten, in

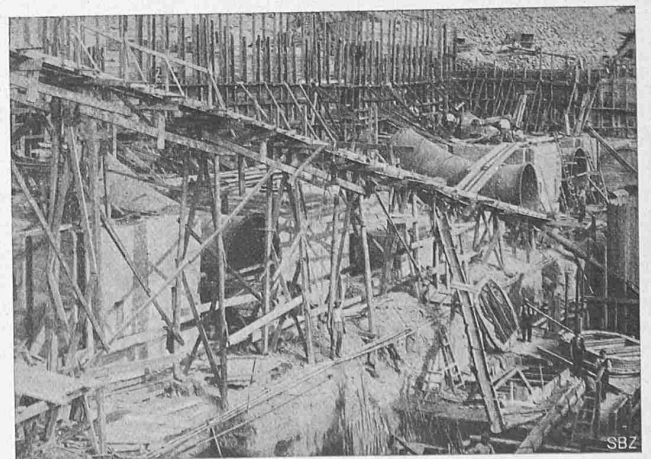


Abb. 77. Rohrkrümmer beim Eintritt ins Turbinenhaus (8. Aug. 1913).