Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 49/50 (1907)
Heft: 15

Artikel: Zweistufige und einstufige Wasserturbinen
Autor: Schnyder, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-26791

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: 02.10.2025

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

Die maximale totale Druckspannung im Bogen, für alle Einflüsse von Eigengewicht, zufälliger Last, Wind und Temperatur zusammengenommen, berechnet sich an den Widerlagern zu 15200 *t* und im Scheitel zu 12400 *t*. Die über den Widerlagern des Bogens aus Granitquadern und Beton aufgebauten monumentalen Pfeiler, von dem Spezial-Architekten *H. Hornbostel* entworfen, sind von der

„Hell-Gate"-Brücke über den East-River in New York.

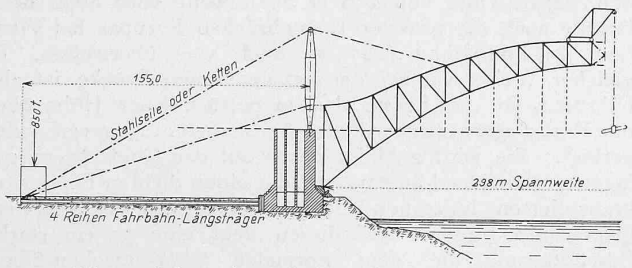

Abb. 4. Schema der Aufstellung des Bogen-Fachwerkes.

Kunstkommission, die das Projekt in ästhetischer Beziehung zu begutachten hatte, beanstandet worden, weil sie in der Konstruktion der Brücke nicht begründet seien und dadurch den das statische Empfinden des Beschauers in hohem Masse befriedigenden Gesamteindruck beeinträchtigen würden. Sie sollen deshalb etwas niedriger gehalten werden.[1]) Besonderes Interesse bietet die nach Abb. 4 vorgesehene Aufstellungsmethode des Bogenfachwerkes; ganz ohne Lehrgerüste soll dasselbe je hälftig von den Pfeilern aus als Ausleger in die Oeffnung hinausragend, mit rückwärtiger Verankerung durch Drahtseile, aufgerichtet werden. Als Ankerklötze dienen 155 *m* landeinwärts aufgebaute Holz-Caissons, die mit je 850 *t* Masseleisen gefüllt werden. Der von den Verankerungsseilen hervorgerufene Horizontulschub soll durch je vier Reihen der später in der Fahrbahn zur Verwendung gelangenden sekundären Längsträger von den Ankerklötzen nach den Pfeiler-Fundamenten übertragen werden. Ebenso ist eine seitliche Verankerung der überhängenden Bogenhälften bis zum Zusammentreffen zur Sicherung gegen Einfluss des Windes in zweckentsprechender Weise vorgesehen. Während der Montage dienen zur Abstützung der Ankerseile über den Mauerwerkspfeilern, besondere auf diesen aufgerichtete eiserne Pendeljoche. Erst nach dem vollständigen Schluss des Bogens sollen die Fahrbahn-Längs- und Querträger eingehängt werden.

Die beidseitig an die Widerlagerpfeiler anschliessenden Viadukte bestehen aus Gruppen von je 10, auf Pendeljochen gelagerten Balkenträgern, mit Spannweiten von 21,3 bis 30,3 *m*. Diese Gruppen sind durch massive, mit Expansionsauflagern versehene Mauerwerkspfeiler getrennt. Die ganze Brücke ist für eine gleichzeitige Verkehrsbelastung, auf allen vier Geleisen, mit je zwei Lokomotiven, von je *172 t* Gesamtgewicht und Triebradachsdrücken von je 23,5 *t*, mit einer nachfolgenden gleichmässig verteilten Zugsbelastung von 7,4 *t* auf den laufenden Meter berechnet. Brücke und Viadukte sollen in ungefähr drei Jahren für eine Bausumme von insgesamt 63 Millionen Franken vollendet werden.

Zweistufige und einstufige Wasserturbinen.

Mit hohem Interesse wird jeder Turbinenkonstrukteur den interessanten Ausführungen des Herrn Professor *A. Pfarr* über *die zweistufige Verbundturbine der Zentrale Wiesberg* in Nr. 11 dieser Zeitschrift gefolgt sein. Da aber in dem erwähnten Aufsatze nicht alle Seiten dieser neuen Turbine beleuchtet wurden, seien hier der Vollständigkeit halber noch einige Bemerkungen gestattet.

Der Herr Verfasser weist im besondern auf die erzielten Wirkungsgrade und die gemachten Erfahrungen bezüglich Abnützung an dem Versuchsobjekte hin. Es dürfte sich daher empfehlen, die Haupteigenschaften dieser Turbine mit einem bekannten Turbinentyp, mit der einstufigen Doppelturbine, zu vergleichen. Die Abbildung 2 zeigt die schematische Anordnung der letztern, welche gleiche Leistung, Tourenzahl und Reaktionsgrad haben möge, in demselben Masstab wie die Verbundturbine.

Die Haupteigenschaften einer jeden Turbine, welche den Besteller vor allem interessieren, betreffen bekanntlich: 1. Anschaffungskosten, 2. Unterhaltungskosten, 3. Wirkungsgrad und 4. Betriebssicherheit.

1. Eine approximative Gewichtsberechnung der beiden Turbinentypen, welche hier nicht wiedergegeben werden soll, zeigt, dass das Gewicht der Verbundturbine etwa 50 % grösser wird als dasjenige der Doppelturbine. Da ferner bei der erstern ein Spiralgehäuse, ein Leitrad, zwei Leitraddeckel und ein Lager mehr zu bearbeiten sind, als bei der letztern, ist leicht ersichtlich, dass die Anschaffungs-

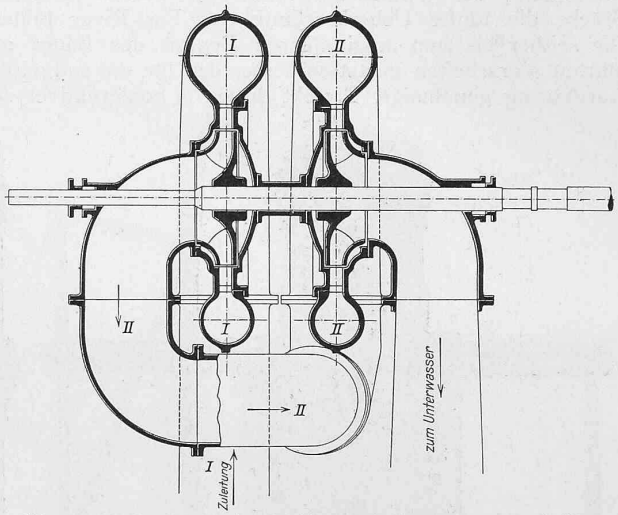

Abb. 1. Zweistufige Verbundturbine nach Entwurf von Prof. *Pfarr*.

kosten bei der Verbundturbine mindestens um rund 70 % grösser ausfallen müssen als bei der Doppelturbine.

2. Die Unterhaltungskosten hängen ausser von dem etwaigen Ersatz von Lagerschalen und vom Schmiermaterialverbrauch hauptsächlich von den, durch die Korrosionen bedingten, Ersatzanschaffungen von Leit- und Laufrädern ab. Auf die Korrosionen haben die Wasserbeschaffenheit, die Führung des Wassers in den Schaufelkanälen, der Reaktionsgrad, die Krümmungsradien der Schaufeln und besonders die Durchfluss- und Umfangsgeschwindigkeiten wesentlichen Einfluss. Für die beiden Vergleichstypen seien sämtliche Bedingungen mit Ausnahme der Geschwindigkeiten die gleichen. Es verhält sich dann die Bildung der Korrosionen zeitlich lediglich wie die Wassergeschwindigkeiten. Da diese im Verhältnis von $\sqrt{\text{Gefälle}}$ wachsen, wird die Doppelturbine in einer $\sqrt{2}$ mal kürzern Zeit durchgefressen sein, als die zweistufige Verbundturbine. Dagegen sind bei der letztern beinahe doppelt so viele Teile dem Ausfressen ausgesetzt und somit neu zu ersetzen, als bei der einstufigen Turbine. Es darf daher füglich gesagt werden, dass die Doppelturbine in Bezug auf die Unterhaltungskosten der Verbundturbine gleichwertig ist.

Die Ausführungen des Herrn Verfassers bezüglich rapide Ausfressung der in Wiesberg installierten *einfachen* Turbinen bei *kristallklarem* Winterwasser dürfte vielen Turbinenkonstrukteuren etwas unverständlich, oder doch nur so erklärlich sein, dass die Schaufelung nicht zweckentsprechend konstruiert war; gibt es doch viele Beispiele bei denen einstufige Hochdruck-Francisturbinen bei klarem Wasser und ähnlichen Gefällsverhältnissen mehrjährigen Betrieb aufweisen. Anderseits geht es wohl nicht gut an, die anlässlich der Bremsprobe konstatierte erfreuliche Unempfindlichkeit gegen Ausfressen des Versuchsobjektes als Erfahrung zu taxieren, da ja dasselbe bis zu diesem Zeitpunkte nur hauptsächlich während den sieben Winter-

[1]) Eng. News. 1. Aug. 07. Seite 130.

monaten, also mit meistens kristallklarem Winterwasser im Betriebe stund.

3. Die mitgeteilten Wirkungsgrade der Verbundturbine sind gut und erreichen beinahe diejenigen Werte, welche an den Doppelturbinen „Rauris Kitzloch“ (2000 P.S. 450 T. bei 130 *m* Gefälle) gefunden und in dieser Zeitschrift früher veröffentlicht worden sind.[1]) Da die auf 1 *m* Totalgefälle reduzierte Umlaufzahl der oben genannten Turbine nur um 6,5 % grösser ist, als bei der Verbundturbine Wiesberg, eignet sich die Rauris-Turbine sehr gut zum Vergleiche und ist damit bewiesen, dass die Verbundturbine bezüglich Wirkungsgrad mit der Doppelturbine auf die gleiche Stufe gestellt werden kann. Um bei der Doppelturbine das Auswaschen des Kranzspaltes und den damit verbundenen

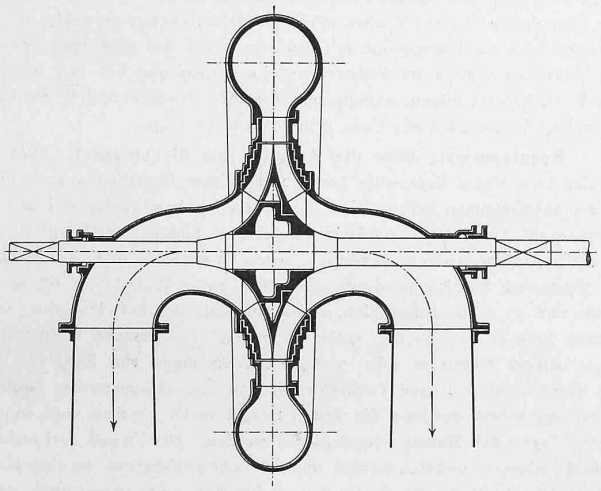

Abb. 2. Einstufige Doppelturbine bekannter Bauart.

Spaltverlust zu ermässigen, kann das Ueberdruckgefälle zwischen Kranzspalt und Saugrohr, wie auf dem Schema in Abbildung 2 angedeutet ist, durch den Einbau von Widerstandsrillen in Stufen aufgeteilt werden, womit einem Abnehmen des Wirkungsgrades wirksam vorgebeugt wird.

4. In Bezug auf Betriebssicherheit lässt sich sagen, dass die Doppelturbine vollkommener ist als die Verbundturbine, da Erstere achsial vollständig entlastet werden kann, daher kein Stupflager benötigt, nur zwei aussenliegende und leicht zugängliche Ringschmierlager und einfache Wellenstopfbüchsen erfordert.

Die vorstehenden Ausführungen lassen sich zu dem Schlusse zusammenfassen, dass in allen Fällen, bei denen überhaupt Hochdruck-Francisturbinen in Frage kommen, die billigere Doppelturbine mindestens die gleiche Existenzberechtigung hat, wie die veröffentlichte Verbundturbine.

In historischer Hinsicht sei noch erwähnt, dass Herr Professor Dr. *F. Prašil* schon im Jahre 1902 die Verbundturbine in seinen Konstruktionsübungen am Polytechnikum in Zürich behandelte.

J. Schnyder, Ingenieur, Kriens.

[1]) Band XLIV, S. 227.

Miscellanea.

Verein schweizer. Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten. Am 27./28. September fand in Lausanne die ordentliche Generalversammlung dieses Vereins unter dem Präsidium des Herrn Direktor *Haas* von Dittingen statt. Der Freitag Abend galt der Erledigung der Vereinsgeschäfte, während die Sitzung vom 28. September speziell technisch-wissenschaftlichen Fragen gewidmet war.

Die Herren *L. du Pasquier* aus Grandchamp und *R. Frey* aus Luterbach berichteten in eingehender und anregender Weise über den Verlauf des Brüsseler Kongresses, an dem sie als Delegierte des Vereins teilgenommen haben. Aus diesen Referaten ging deutlich hervor, welche bedeutende Entwicklung das Materialprüfungswesen in den letzten Jahren genommen hat; namentlich durch die Tätigkeit von Nationalverbänden in Frankreich und Belgien, Deutschland, Italien, in den Vereinigten Staaten usw.; der von Prof. *F. Schüle*, Direktor der eidgen. Materialprüfungsanstalt, hierauf vorgelegte Antrag betreffend Gründung eines *schweizerischen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik* wurde daher auch allseitig warm unterstützt und zum Beschluss des Vereins erhoben, dieser Beschluss lautet:

«Der Verein schweiz. Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten

in der Ueberzeugung, dass ein reges Studium der Fragen über geeignete Verwendung und Prüfung der Materialien der Technik unter besonderer Berücksichtigung der Interessen unserer Industrie wünschbar ist,

in der Absicht, die zahlreich in der eidg. Materialprüfungsanstalt und in andern amtlichen und privaten Laboratorien angestellten Untersuchungen über die Materialien der Technik zum Nutzen und zur Entwicklung der Industrie unseres Landes immer besser zu verwerten,

in dem Wunsche, eine regere Fühlung zum Gedanken- und Erfahrungsaustausch zwischen sämtlichen schweizerischen Technikern, welche als Produzenten und Konsumenten sich auf dem Gebiete der Materialien der Technik zu betätigen haben, hervorzurufen,

Die XLII. Generalversammlung des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins

in Genf am 21, 22. und 23. September 1907.

Festbericht.

(Fortsetzung und Schluss.)

Das Bankett nahm einen fröhlichen Verlauf und zeichnete sich weiter dadurch aus, dass das Präsidium den Gang des Males und der privaten Unterhaltung nicht durch Einschaltung von Reden unterbrechen liess, sondern diese auf das Ende, wenn man so sagen darf, auf den Nachtisch verwies.

Wie die alte gute Sitte es will, bringt Präsident *Imer-Schneider* den Spruch auf das Vaterland. Er tritt hierauf den Vorsitz an Kollege *Charbonnier* ab, der bis zum Schlusse seines Amtes trefflich waltete. Nach Verlesung einiger telegraphischen Grüsse, u. a. von Oberst P. E. Huber aus Nürnberg, Ingenieur Th. Turrettini und Ingenieur H. Peter, erteilt er das Wort dem Präsidenten des Zentralkomitees, Ingenieur *G. Naville*. Namens des Vereins begrüsst dieser die Vertreter der Regierung und des Stadtrates von Genf. Sie wohnen einem Feste bei, das wesentlich der Pflege der Kollegialität gewidmet sei, während die ernste und andauernde Arbeit des Vereines in dessen Sektionen und in den von ihm eingesetzten Kommissionen verrichtet werde. Er hebt den ehrenvollen Rang hervor, den Genf in industriellen Unternehmungen jeder Art einnimmt, so namentlich hinsichtlich der Ausnützung der Wasserkräfte der Rhone. Er gedenkt des grossartigen Empfanges, den Genf den zur Eröffnung des Simplontunnels geladenen Gästen im vergangenen Sommer bereitet hat. Das Bild, das der Hafen bei Einfahrt der Festschiffe bot, und die begeisterte Begrüssung, an der die ganze Bevölkerung, von den Schulkindern bis zu den ältesten Bürgern sich beteiligte, werden jedem Teilnehmer unvergesslich bleiben. Der Redner wünscht, dass der Simplon auch für Genf, dessen exponierte Lage besonders schwierige Verhältnisse schaffe, die Vorteile im Gefolge habe, die man von ihm erwartet. Sein Hoch gilt dem Kanton und der Stadt Genf. Er begrüsst sodann die Vertreter der vom Ingenieur- und Architekten-Verein eingeladenen Verbände und die übrigen Gäste.

Regierungsrat *Charbonnet* versichert den Verein des grossen Interesses, das die Regierung seinen Bestrebungen entgegenbringt. Er feiert in schwungvoller Ansprache die Werke, durch die die Mitglieder des Vereins die Schweiz ehren, und wendet sich an sie als die Vermittler zwischen Kapital und Arbeit, indem er sie bittet, zum Wohle des Vaterlandes auch den sozialen Fragen ihre Aufmerksamkeit zu schenken. Er benützt die Gelegenheit, um laute Einsprache zu erheben gegen die Zweifel an der gut eidgenössischen Gesinnung der Genfer, die man sich in jüngster Zeit zu äussern erlaubt hat, und erwartet dass die heikle Lage, die für Genf aus seiner Lage zum Simplon geschaffen wurde, mit Hilfe der Eidgenossenschaft und zu deren Wohl geregelt werde. Er bringt sein Hoch auf den Verein und seinen Präsidenten.

Stadtrat *Pricam* spricht in launiger Weise von dem Wirken der Ingenieure und Architekten, deren «Victime» die Stadt Genf im letzten halben Jahrhundert gewesen sei. Die Architekten streben in grossartigen Projekten ihren Kollegen von jenseits des Ozeans nach, was wohl der Grund dafür ist, dass Stadtrat und Architekten nicht immer gleicher Meinung sind, aber zum Schluss ist man noch immer einig geworden. Ungeteiltes Lob lässt Herr Pricam den Ingenieuren zukommen, die die Quaianlagen entworfen, besonders aber — und hier gedenkt er namentlich des Ingenieurs Turrettini — die Wasserwerksanlagen geschaffen haben, deren Ergebnis es der Stadt ermöglicht, ihren Haushalt in der gewünschten Weise zu bestreiten. Auch er toastiert auf das Blühen des Vereines.