

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 33/34 (1899)
Heft: 23

Inhaltsverzeichnis

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: 18.01.2026

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

INHALT: Bericht über die Konstruktion und Wirkungsweise der Transformatorturbine. III. (Schluss.) — Das neue Gaswerk der Stadt Zürich in Schlieren. VII. — Aufnahmen und Rekonstruktion des Königsschlusses bei Leiria in Portugal. — Adhäsionsvermehrnde, elektromagnetische Schienenbremse. — Miscellanea: Telegraphie ohne Draht. Die Führung des Ingenieurtitels in Oesterreich. Nutzbarmachung von Wasserkraften in Frankreich. Monatsausweis über die Arbeiten im Simplon-Tunnel. Ver-

leihung des Promotionsrechtes an die technische Hochschule in Darmstadt. — Konkurrenzen: Architekt. Ausgestaltung der Münchner Strasse in Dresden. Gebäude der neuen Bezirksgefängnisse in Lausanne. Kunstgewerbeschule und -museum in Dresden. — Nekrologie: Ad. Naef. — Litteratur: Graph. Tabellen z. Bestimmung der Querschnitte bei Holz- u. Eisenkonstruktionen des Hochbaues. Graph. Tabellen z. Bestimmung d. Tragfähigkeit gusseiserner u. schmiedeiserner Säulen u. Träger. Franco Tosi. — Vereinsnachrichten: G. e. P.: Stellenvermit.

Bericht über die Konstruktion und Wirkungsweise der Transformatorturbine.

(Pat. Nr. 16218, D. R. P. Nr. 101145.)

Von Prof. Franz Prážil in Zürich.

III. (Schluss.) Alle Rechte vorbehalten.

Auf die Ursachen der übermässigen Verminderung von Umdrehungszahl, Leistung und Wirkungsgrad führten die auf Grund der Versuchsergebnisse durchgeführten Berechnungen. Als eine der Hauptursachen wurde schon nach Bestimmung der während der Versuche konsumierten Wassermengen ein zu grosser Spaltverlust zwischen Transformator- und Motor-Rad vermutet: Die Wassermessung ergab bei 2,7—2,8 m Gefälle über 2 m³/Sek. während die Turbine für 2 m³/Sek. bei 3 m Gefälle bemessen war.

Dass eine Vermehrung des Wasserdurchflusses durch den innern Kranz des Transformatorrades eine Verminderung der Umdrehungszahl des letztern bedingt, geht schon aus den Versuchen mit teilweiser Beaufschlagung hervor; und sofern diese Vermehrung des Wasserdurchflusses die Folge eines zu grossen Spaltverlustes ist, wird auch die Verminderung des Wirkungsgrades erklärlich. Ziffermässigen Aufschluss hierüber giebt folgende Untersuchung:

Für den Beharrungszustand folgt aus Fig. 11 (s. Nr. 21, S. 197) und deren Gleichungen die Bedingung:

$$\frac{\gamma Q^2 r}{g} \cdot \left(\frac{\cos \alpha}{f} + \frac{\cos \alpha_2}{f_2} \right) - \frac{\gamma Q^2 r_2}{g} \cdot \omega_0 - M_w = \\ = \frac{\gamma Q^2 r}{g F_2'} \cos \alpha_2' + \frac{\gamma Q r^2}{g} \omega_0.$$

Um unter sonst gleichbleibenden Umständen den Einfluss einer Veränderung des Wasserdurchflusses durch den inneren Kranz auf die Umdrehungszahl bzw. Winkelgeschwindigkeit des Transformatorrades zu erkennen, hat man obige Gleichung mit ω_0 und Q als Variable zu differenzieren.

Dies giebt:

$$-\frac{\gamma}{g} \cdot Q r^2 \cdot d\omega = \frac{\gamma}{g} \cdot 2 \frac{Q r \cos \alpha_2'}{F_2'} \cdot dQ + \frac{\gamma}{g} Q r^2 \cdot d\omega + \\ + \frac{\gamma}{g} r^2 \cdot \omega \cdot dQ$$

oder durch $\frac{\gamma}{g} \cdot r^2 \cdot \omega \cdot Q$ dividiert, $\frac{Q}{F_2'} = w_2'$, und $\frac{Q}{Q} = \varepsilon_q$ und ferner statt $d\omega$ und dQ die kleinen aber endlichen Veränderungen $\Delta \omega$ und ΔQ eingesetzt und nach $\frac{\Delta \omega_0}{\omega_0}$ aufgelöst

$$\frac{\Delta \omega}{\omega} = - \frac{2 \frac{w_2' \cdot \cos \alpha_2'}{r \omega_0} + 1}{\varepsilon_q \left(\frac{r}{r} \right)^2 + 1} \cdot \frac{\Delta Q}{Q}$$

Bei den vorliegenden Konstruktionsverhältnissen ist $F_2' = 0,236 m^2$, und daher bei 1 m³/Sek. Wasserdurchfluss

$$w_2' = 4,23 \quad \alpha_2' = 36^\circ \quad \cos \alpha_2' = 0,81$$

$$\left(\frac{r}{r} \right)^2 = \left(\frac{0,655}{0,45} \right)^2 = 2,1 \quad \text{und bei } n = 54 \quad \omega_0 = 5,65 \quad \varepsilon_q \approx 1$$

$$\frac{\Delta \omega_0}{\omega_0} = - \frac{2 \cdot \frac{4,23 \cdot 0,81}{0,45 \cdot 5,65} + 1}{2,1 \cdot 1 + 1} \cdot \frac{\Delta Q}{Q} = - 1,2 \frac{\Delta Q}{Q}$$

Daraus folgt, dass einer Veränderung des Wasserdurchflusses am Innenkranz um 10% ($\frac{100 \Delta Q}{Q} = 10$), eine entgegengesetzte Veränderung der Winkelgeschwindigkeit also auch der Umdrehungszahl um 12% oder im gegebenen Fall einer Verminderung des Spaltverlustes um 0,1 m³/Sek. eine Vermehrung der Umdrehungszahl um $0,12 \cdot 54 = 6\frac{1}{2}$ Umdrehungen pro Minute entspricht. Dieses Rechnungsergebnis wird nun in auffallender Weise durch

die Versuche mit verschiedenen Spaltweiten (Tabelle IV und Diagr. Fig. 20) bestätigt, welche auf meine Veranlassung nachträglich von Herrn Ober-Ingenieur Leonhard der Firma Escher, Wyss & Co. in Ravensburg in zuvorkommenster Weise durchgeführt wurden. Es zeigte sich in erster Linie, dass die Weite des Spaltes zwischen Transformator- und Motor-rad während der Versuche etwa 5½ mm betrug.¹⁾

Eine Verminderung des Spaltes von 5½ mm auf 2 mm ergab eine Vermehrung der Umdrehungszahl von 54½ auf 61,2 pro Minute und eine Leistungserhöhung von 38½ auf 46 P. S. bei wesentlich höherer Umdrehungszahl des Motorrades.

Allerdings erhöhte sich bei verkleinertem Spalt das Gefälle (von 2,7 auf etwa 2,9 m), doch ist eine derart kleine Gefällvermehrung von geringem Einfluss auf die Veränderung der Umdrehungszahl des Transformatorrades — wie dies auch die Versuche vom September zeigen —; es ist somit durch die gute Uebereinstimmung der Rechnungs- und Versuchsergebnisse ein zu grosser Spaltverlust als eine der Hauptursachen der ungünstigen Wirkungsweise mit Bestimmtheit erwiesen.

Es wäre noch zu untersuchen, ob bei 3½ mm zu grosser Spaltweite überhaupt ein Mehrverlust von etwa 0,1 m/Sek. eintreten kann:

Der Schaufelung des inneren Kranzes entspricht eine Pressung im betreffenden Spalt, welche durch eine Wassersäule von etwa ⅔ des totalen Gefälles also im gegebenen Fall von 2,26 m gemessen wird. Der den 3½ mm entsprechende Teil der Spaltaustrittsfläche beträgt:

$$2 \cdot 0,9 \pi \cdot 0,0035 = 0,02 m^2$$

und es resultiert mithin eine Ausflussmenge von

$0,02 \sqrt{2g \cdot 2,26} = 0,133 m^3/\text{Sek.}$ ohne Rücksicht auf Kontraktions- und Geschwindigkeitsverlust, so dass ein wirklicher Verlust von etwa 0,1 m³ nicht unwahrscheinlich ist.

Da nun trotz der Spaltverengung doch noch keine genügende Annäherung an die durch Rechnung bestimmten Umdrehungszahlen erreicht, und die Differenz immer noch zu gross war, um dieselbe als von der Ringzapfenreibung herrührend annehmen zu können, untersuchte ich weiter durch Aufzeichnung von Geschwindigkeits-Diagrammen — wobei die Geschwindigkeiten nach Richtung und Grösse aus der gemessenen Wassermenge und den an der Ausführung gemessenen Dimensionen bestimmt wurden — die Wirksamkeit der Schaufelkonstruktion; es ergab sich, dass die Schaufeln am Innenkranz des Transformatorrades an der Eintrittsstelle, weil zu steil, einen übermässig grossen Widerstand verursachten, und dass der Aussenkranz des Transformatorrades ein etwas zu geringes Moment entwickelte.

Es wurde nun auf Grund dieser Untersuchungen und deren Resultate das Transformatorrad in der aus Zeichnung Fig. 12 und 13 (Nr. 21 S. 198) ersichtlichen Weise rekonstruiert und konnten Ende September die Versuche mit dem neuen Rad stattfinden. Der Erfolg war, wie die Versuchsziffern (Tabelle V S. 219) zeigen, ein entscheidender: Die Umdrehungszahl des Transformatorrades stieg auf 67—70 bei 2,85—2,90 m Gefälle; es konnte eine maximale Bremsleistung von 49½ P. S. bei etwa 144 minutlichen Umdrehungen des Motorrades und dabei ein Wirkungsgrad von 62,3% erreicht werden, bei dessen Bestimmung die absolute Energie aus der totalen gemessenen Wassermenge und dem am Wasserstand beobachteten Gefälle gerechnet wurde.

¹⁾ Da während dieser Versuche der Spalt immer unterhalb des Unterwasserspiegels zu liegen kam, konnte der Spaltverlust nicht direkt gesehen werden.