

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 14/15 (1881)
Heft: 26

Sonstiges

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: 23.02.2026

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

INHALT: Ueber den Zapfendruck der Turbinen. Von Albert Fliegner, Professor der theoretischen Maschinenlehre am eidgen. Polytechnikum. (Fortsetzung und Schluss.) — Das neue Quaproject für die Stadt Zürich und die Gemeinden Enge und Riesbach. — Locomotiv-Siederohr-Schweissmaschine. — Miscellanea: Durchstechung des Isthmus von Corinth; die Pumpwerke von Katatbe; Panama-Canal. — Vereinsnachrichten: Zürcherischer Ingenieur- und Architekten-Verein.

Abonnements-Einladung.

Auf den mit dem 2. Juli beginnenden XV. Band der „Eisenbahn“ kann bei allen Postämtern der Schweiz, Deutschlands, Oesterreichs und Frankreichs, ferner bei sämtlichen Buchhandlungen, sowie auch bei **Orell Füssli & Co. in Zürich** zum Preise von Fr. 10 für die Schweiz und Fr. 12. 50 für das Ausland abonniert werden. Mitglieder des schweiz. Ingenieur- und Architektenvereins oder der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker geniessen das Vorrecht des auf Fr. 8 bezw. Fr. 9 ermässigten Abonnementspreises, sofern sie ihre Abonnements-erklärung einsenden an den

Herausgeber der „Eisenbahn“:

A. Waldner, Ingenieur
Claridenstrasse, Zürich.

Ueber den Zapfendruck der Turbinen.

Von Albert Fliegner, Professor der theoretischen Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum.

(Fortsetzung u. Schluss.)

a) Vollturbinen ohne Erweiterung des Laufrades.

Es sind das die Turbinen von *Henschel (Jonval)*, bei denen also im Querschnitte in Fig. 2 $e_1 = e_2 = e$ sein müsste. Die Wandungen sind dann vertical.

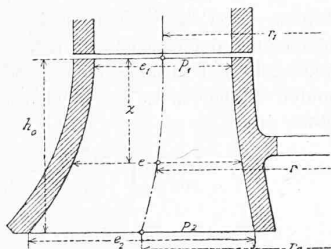


Fig. 2.

Das Integral des ersten Gliedes der Gleichung 3 ist nun einfach das *Gewicht* des im Rade befindlichen Wassers. Bezeichnet r den mittleren Radius des Kranzes, $\gamma = 1000$ das spezifische Gewicht des Wassers, so ist nach der *Guldin'schen* Regel sofort:

$$\int g \, dm = 2r\pi e h_0 \gamma. \quad (4)$$

Nimmt man weiterhin angenähert an, dass das Wasser den Schaufeln stets genau folgt, dass sich also nirgends mit totem Wasser angefüllte Hohlräume bilden können, so werden sich alle Wasserfäden in unter sich und mit den Schaufeln genau congruenten Bahnen bewegen. Dann muss wegen der Continuität sein:

$$u e \, db = \text{Const.} \quad (5)$$

Daraus folgt die verticale Geschwindigkeitscomponente

$$u \cos \varphi = \frac{\text{Const.}}{e \, db} \cos \varphi. \quad (6)$$

Nun ist $\frac{db}{\cos \varphi}$ gleich der Breite des Horizontalschnittes durch den Wasserfaden. Diese Grösse ist aber *constant*. Ebenso ändert sich die Kranzbreite e nicht. Daher ist auch $u \cos \varphi$ constant, und das Integral des zweiten Gliedes der Gleichung 3 *verschwindet* hier.

Im dritten Gliede bezeichnet df die horizontal vorausgesetzte eine Diagonalebene des Elementes. Integriert man dieses Glied zunächst in constanter Höhe über den ganzen Umfang, so ist in derselben dp auch constant und

$$-\iint df \, dp = -\int 2r\pi e \, dp. \quad (7)$$

Um diese Integration leicht ausführen zu können, war das Element so vorausgesetzt worden, dass die eine Diagonalebene desselben horizontal ist. Andernfalls hätten sich die horizontal neben einander liegenden Elemente theilweise überdeckt. Diese Theile der Oberflächen hätten bei der ganzen horizontalen Schicht in Abzug gebracht werden müssen, und es wäre als Fläche, auf welche dp wirkt, doch nur der *Horizontalschnitt* durch die Wasserfäden mit im Ganzen $2r\pi e$ übrig geblieben.

Da bei den zunächst untersuchten Turbinen r und e auf der ganzen Radhöhe constant sind, so wird das Integral des dritten Gliedes der Gleichung 3 mit den Bezeichnungen der Fig. 1 und 2

$$-\iint df \, dp = 2r\pi e (p_1 - p_2). \quad (8)$$

Gleichung 4 und 8 zusammengefasst geben für den Zapfendruck

$$Z = 2r\pi e \gamma \left(h_0 + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} \right). \quad (9)$$

Für in freier Luft laufende *Henschel'sche* Turbinen ist nun $p_1 - p_2$ der *Spaltüberdruck*, während bei tauchendem Spalte dieser Ueberdruck, in Wassersäule gemessen, gleich der Klammer in Gleichung 9 ist. Der Zapfendruck ergibt sich demnach als das Gewicht eines Wassercylinders, dessen Basis gleich der Fläche des Laufradkranzes, dessen Höhe gleich dem Spaltüberdrucke ist. Bei in freier Luft laufenden Turbinen tritt noch die Höhe des Laufrades dazu.

Bei allen diesen Turbinen ist nun, unabhängig von der Aufstellung:

$$h_0 + \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = h - (1 + \zeta) \frac{c^2}{2g}, \quad (10)$$

wobei h das ganze Gefälle, c die Austrittsgeschwindigkeit aus dem Leitrade, ζ den auf c reducirten Widerstandcoefficienten für die Zu- und Ableitung des Wassers bezeichnet. c selbst lässt sich nach *Redtenbacher**) für diese Turbinen mit den Bezeichnungen der Fig. 1 setzen:

$$c = \sqrt{gh \frac{\cos \alpha_1}{\sin \alpha \sin (\alpha + \alpha_1)}}. \quad (11)$$

Damit schreibt sich der Wasserdruck auf den Zapfen einer *Henschel'schen (Jonval'schen)* Turbine auch:

$$Z = 2r\pi e \gamma \left[1 - (1 + \zeta) \frac{\cos \alpha_1}{2 \sin \alpha \sin (\alpha + \alpha_1)} \right]. \quad (12)$$

b) Vollturbinen mit erweitertem Laufrade.

Bei diesen Turbinen lassen sich die zur Berechnung des Zapfendruckes nöthigen Integrale im Allgemeinen nicht geschlossen darstellen. Auch wenn das Gesetz, nach welchem die Erweiterung verläuft, möglichst bequem gewählt wird, sind Annäherungen nöthig. Um nicht zu umständliche Formelrechnungen vornehmen zu müssen, soll nur der besondere Fall untersucht werden, in welchem die Erweiterung nach einer Parabel erfolgt, eine Annahme, die sich bei den nie bedeutenden Erweiterungen solcher Turbinen genügend an die Wirklichkeit anschliesst. Dann ist (siehe Fig. 2)

$$e = e_1 + \mu z^2 \text{ mit } \mu = \frac{e_2 - e_1}{h_0^2}. \quad (13)$$

Unter dieser Annahme wird das erste Glied der Gleichung 3 zunächst für einen *symmetrisch erweiterten* Kranz, bei welchem r auf der ganzen Radhöhe constant ist:

$$\int g \, dm = 2r\pi \gamma \int e \, dz^{**} = 2r\pi \gamma h_0 \frac{e_1 + e_2}{3}. \quad (14)$$

Das zweite Glied der Gleichung 3 verschwindet hier nicht mehr. Nimmt man in demselben den Nenner dt zu dm , so bedeutet der Quotient $\frac{dm}{dt}$ die in jeder Secunde an der untersuchten Stelle durch-

*) Theorie und Bau der Turbinen, 2. Aufl., S. 100, Gl. 4.

**) In Fig. 1 steht anstatt dz irrtümlich d_z .