

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 19/20 (1892)
Heft: 5

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: 23.02.2026

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

INHALT: Berechnung der Turbinen mit verticaler und horizontaler Achse. — Wettbewerb für ein neues Post- und Telegraphen-Gebäude in Zürich. V. — Academy Architecture. — Concurrenzen:

Reformierte Kirche in Rheinfelden. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Polytechniker (Section Zürich). Stellenvermittlung.

Berechnung der Turbinen mit verticaler und horizontaler Achse.

Von Maschinen-Ingenieur *Geo. F. Ramel* in Zürich.

Die Anwendung des Grundgesetzes, welches unter dem Namen des Gesetzes „von Reiche“ bekannt geworden ist, führt, wie die sehr zweckmässig durchgeführte, vor einiger Zeit erschienene Arbeit des Herrn Prof. Reifer zeigt, zu einer wesentlichen Vereinfachung in der Berechnung der Turbinen in Bezug auf die zu bestimmenden Geschwindigkeiten.

Dass diese Vereinfachung einem wirklichen Bedürfniss unter Fachleuten entgegenkommt, scheint aus dem Anklang, den jene Arbeit gefunden, als That-sache bewiesen zu sein und in der That, welcher Constructeur wird nicht mit Freuden jedes Resultat begrüssen, welches ihn in den Stand setzt, auf einfachere und doch sichere Weise in der Berechnung von Maschinen vorzugehen?

Alle Einwände, die gegen die Reifer'sche Berechnungsart gemacht werden können, lassen sich auf die hauptsächliche Frage zurückführen: Ist die Anwendung des von Reiche'schen Gesetzes bei der Berechnung einer Turbine in so grundlegender Weise gestattet, wie es Herr Reifer gethan hat und inwiefern würde die Anwendung Abweichungen von den allgemein gebräuchlichen Regeln der Turbinenconstruction mit sich bringen?

Sei es mir gestattet, bevor ich dazu übergehe, eine Darlegung einiger weiterer Resultate dieser Anwendung zu geben, einen Beitrag zur Erledigung dieser Frage zu liefern.

Das von Reiche'sche Gesetz drückt die Beziehung aus, die zwischen der günstigsten Umfangsgeschwindigkeit v (für den mittleren Durchmesser eines Schaufelkranzes), der Austrittsgeschwindigkeit c_1 aus dem Leitapparat mit zugehörigem Richtungsmass α_1 (Winkel der Leitschaufeln mit der Radebene) und dem Gefälle H (das effectiv zur Verfügung steht) vorhanden sein soll, und dies zwar in Form folgender, sehr einfacher Gleichung

$$v c_1 \cos \alpha_1 = Y g H,$$

wobei g die Constante 9,18 und Y einen Coefficienten bedeutet, welchen man den hydraulischen Wirkungsgrad nennt und der das Verhältniss der wirklich auf die Radschaufel vom Wasser abgegebenen Kraft zur theoretisch vorhandenen $Q \cdot H$ darstellt. Auf die dann weiter im Motor auftretenden Maschinenreibungen geht das Gesetz nicht ein, und mit Recht, denn wenn es auch in der Praxis von hauptsächlicher Bedeutung ist, die auf die Transmission übertragene Kraft zu kennen, so sind doch die Maschinenreibungen eine Arbeit, welche dem Wasser abgewonnen worden ist und die je nach Güte der Maschine einen mehr oder minder grossen Abzug von der wirklich zur Hauptwelle gelangenden Arbeit bildet. Die lebendige Kraft wird dem Wasser auf der Radschaufel abgenommen und zwar durch Entgegenstellen eines der Umdrehung des Rades sich widersetzenden Widerstandes. Ob nun dieselbe aus Maschinenreibung oder wirklich zu industrieller Verwerthung gelangender Arbeit bestehe, hat zur Berechnung der günstigsten Umfangsgeschwindigkeit keine Bedeutung, es könnte also dieses nur die Stärke des Motors, nicht aber die Art und Weise der Berechnung seiner Geschwindigkeitsverhältnisse beeinflussen.

Freilich ist nun der hydraulische Wirkungsgrad Y auch eine mehr oder weniger problematische Grösse, und ich begreife es vollständig, wenn dieses Y der Angriffspunkt ist, den alle diejenigen wählen werden, die von einer Theorie träumen, welche der Erfahrung und der Einsicht des Constructeurs keinen Spielraum mehr gestatten soll. Ja, wenn man dieses Y noch genau angeben könnte! Nun ist

dasselbe eine Function so complicirter Natur, dass ich, aufrichtig gestanden, überhaupt kein besonderes Gelüste empfinde, den mathematisch richtigen Ausdruck für dieselbe kennen zu lernen, denn neben dem Winkel α_1 und dem Austrittswinkel α_2 aus dem Laufrade treten in derselben auch noch die Wasserreibungs- und Constructionswiderstände auf, welche ohnehin nur mit Hülfe von empirisch bestimmten Coefficienten zum Ausdruck gelangen können und deren Gesetze, auch mit denselben, noch nicht zu besonders einfachen gehören.

In der Praxis wird noch jeder Constructeur an seiner eigenen Anschauung über den Nutzeffect seiner Turbinen hängen, und zwar wird er sich dieselbe nicht durch die Theorie gebildet haben. Hingegen ist nun heutzutage doch den zu sanguinistischen Anschauungen durch gute Bremsproben, verbesserte Wassermessungen und feinere Instrumente ein Zügel angelegt worden und in Europa (in Amerika freilich noch nicht) ist man so ziemlich einig geworden, dass man mit einer Turbine von 75% Nutzeffect auf die Hauptwelle zufrieden sein könne und von den verlorenen 25% für die Maschinenreibung den Betrag von 10% anzuschlagen habe. Dann bleibt für den hydraulischen Wirkungsgrad noch 85%, d. h. es muss Y zu 0,85 angenommen werden, um sich den in der Praxis eingebürgerten Ansichten und den als wahrscheinlich zu erwartenden Resultaten gewissenhafter Bremsproben möglichst nahe anzuschliessen, wenn man neue Turbinen zu berechnen hat. Es kann nun möglich sein, dass dieser Werth $Y = 0,85$ nicht genau richtig ist, und das ist auch dadurch anerkannt, dass in der von Reiche'schen Formel der Werth als Y stehen bleibt und nicht als 0,85 eingeführt ist. Es lässt aber dieses einem Jeden die Möglichkeit offen, sich einen andern Werth nach seinen Erfahrungen einzusetzen und gerade dieses ist bei dieser Formel bemerkenswerth, dass sie alle fraglichen Factoren in einem einzigen Coefficienten zusammengesetzt hat und dann für die übrigen Grössen, welche unzweideutig gegeben sind, oder bestimmt werden müssen, eine äusserst einfache Relation gibt.

Ich werde übrigens noch nachweisen, dass die Annahme $Y = 0,85$ genau zu denselben Regeln führt, welche heutzutage im Gebrauch sind, wo man Girard- und Jonval-Turbinen baut, welche Regeln sich doch nun bei langjährigem Gebrauch als genügend richtig herausgestellt haben und durch empirisches Vorgehen erhalten oder doch controlirt worden sind. Nur erlaube ich mir vorher das von Reiche'sche Gesetz, unter der Voraussetzung, dass der Coefficient Y angenommen sei, auf eine möglichst einfache Weise als Naturgesetz nachzuweisen, so dass man zur leichten Einsicht seiner eigentlichen Begründung gelangen kann.

Das Gesetz von „von Reiche“.

Wie bei allen Kraftäußerungen in der Natur die auftretende Action sich einer gleich grossen Reaction gegenüberstellen muss, so können wir bei einer Turbine, insofern der Beharrungszustand eingetreten ist, die in dem Wasser aufgespeicherte lebendige Kraft durch das Gefälle als Action und die zur Ueberwindung des Drehungswiderstandes der Turbine nöthige Arbeit als Reaction auffassen. Nennen wir diese Letztere A_1 , so ist

$$A_1 = P v,$$

wenn P = dem constanten Widerstande und v die günstigste Umfangsgeschwindigkeit im Laufradschaufelmittel bezeichnet. Für diesen Fall muss die absolute Austrittsgeschwindigkeit des Wassers aus dem Motor möglichst klein sein. Denken wir uns den Fall einer Schaufel, wie sie in Fig. 1 unter I dargestellt ist, bei welcher ein Strom Wasser mit der Geschwindigkeit V_e so anprallt, dass er um 180° umgelenkt wird und mit der relativen Geschwindigkeit V_s in ent-