

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 33/34 (1899)  
**Heft:** 12

## 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:** 24.01.2026

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

INHALT: Theorie der Dampf-Turbinen. — Les tours de St. Pierre de Genève. — Wettbewerb für den Neubau einer franz.-reformierten Kirche in Biel. — Miscellanea: Eidgenössisches Polytechnikum: Diplom-Arbeiten, Eidg. Polytechnikum: Diplom-Erteilung, Neubau der mittleren Rheinbrücke in Basel. Karl Vogt-Denkmal in Genf. Umbau der Zürcher Pferdebahn.

— Konkurrenzen: Ueberbauung des Obmannats-Areals in Zürich. — Nekrologie: Zum Nachruf C. C. Ulrich. † Joseph von Egle. — Korrespondenz: Le béton armé système Hennebique. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Polytechniker: Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Les tours de St. Pierre de Genève.

## Theorie der Dampf-Turbinen.

Von Professor A. Fliegner.

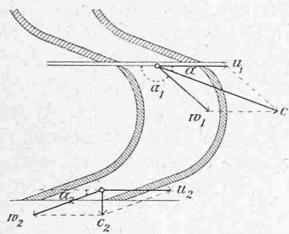
Eine erschöpfende Theorie der Dampf-Turbinen geht gegenwärtig noch nicht aufzustellen, dazu ist das unerlässliche Versuchsmaterial noch lange nicht in genügendem Umfange vorhanden. Doch lassen sich immerhin einige allgemeine Fragen schon jetzt, wenigstens angenähert, beantworten.

Da der Dampf in den Dampf-Turbinen nach wesentlich den gleichen mechanischen Gesetzen wirkt, wie das Wasser in den Wasser-Turbinen, so muss man bei Entwicklung der Theorie auch wesentlich den dortigen Weg einschlagen. Auf eine Untersuchung der Abhängigkeit des ganzen Verhaltens der Turbine von ihrer augenblicklichen Umdrehungszahl muss man allerdings einstweilen verzichten und ausdrücklich nur ihren angenähert günstigsten Gang der Betrachtung zu Grunde legen.

Die folgenden Untersuchungen gelten aber nicht bloss für Dampf-Turbinen, sondern auch für Turbinen, die durch unter höherem Drucke stehende Gase bewegt werden, wie solche auch schon vorgeschlagen worden sind. Nur müssten gewisse Erfahrungskoeffizienten andere Zahlenwerte erhalten, über die aber auch noch keinerlei Versuche vorliegen.

### I. Einleitende Untersuchungen.

#### S 1. Relativbewegung des Dampfes durch gleichförmig rotierende Kanäle.



So weit diese Untersuchung auch für Wasser gilt, soll sie hier nur ganz kurz angedeutet werden. Zunächst kommt es dabei auf die Masse, aber nicht auf den Aggregatzustand des durchströmenden Körpers an. Geht man von der wirklichen Bewegung aus, und bezeichnet man mit

$M$  die in einer Sekunde durchströmende Masse des arbeitenden Körpers,

$u_1$  und  $u_2$  die unveränderlich vorausgesetzten Umfangsgeschwindigkeiten des Kanals oder der Turbine an der Eintritts- und Austrittsseite (vergl. auch die Figur),

$c$  die Austrittsgeschwindigkeit aus den Leitkanälen,

$w_2$  die relative Austrittsgeschwindigkeit aus den Laufkanälen,

$\alpha$  und  $\alpha_2$  die spitzen Winkel, die  $c$  und  $w_2$  mit der Radtangente bilden,

so erhält man für die vom arbeitenden Körper wirklich auf das Rad übertragene Arbeitsleistung in Sekunden-Meter-Kilogrammen (Smkg) bekanntlich:

$$L = M(c u_1 \cos \alpha + w_2 u_2 \cos \alpha_2 - u_2^2). \quad (1)$$

Gleichfalls von der wirklichen Bewegung eines Massenelementes ausgehend, erhält man noch für die Arbeitsleistung der wirklichen Kräfte  $dP$  in der Richtung der Kanaltangente an einer allgemeinen Stelle des Kanals, für die  $w$  und  $u$  ohne Zeiger gelten, auch in Smkg:

$$w dP = M \left[ d \left( \frac{w^2}{2} \right) - d \left( \frac{u^2}{2} \right) \right]. \quad (2)$$

Für die letzte Arbeitsleistung muss man noch einen zweiten Ausdruck aufsuchen, ausgehend von den wirklichen Kräften. Und hier treten nun Abweichungen gegenüber Wasser auf. Bei einer elastischen Flüssigkeit darf nämlich, wegen der Kürze der Turbinenkanäle, der Einfluss der Schwerkraft unbedingt vernachlässigt werden. Bewegungswiderstände gehen auch hier nicht in die Differentialgleichung

einzu führen. Von den bei Wasser ebenfalls auftretenden Kraftwirkungen bleibt also nur die Änderung des *dynamischen Druckes*  $p$  übrig. Dagegen muss hier neu berücksichtigt werden: die Änderung der inneren Arbeit  $U$  der durchströmenden Flüssigkeit und ein etwaiger äußerer Wärmeaustausch  $Q$ . Bezeichnet  $E$  das mechanische Wärmeäquivalent, so wird die dem Wärmeaustausch äquivalente Arbeit  $EQ$ .

Ist nun  $F$  der allgemein veränderliche Querschnitt des Kanals,  $Mg$  das in einer Sekunde durch jeden Querschnitt durchströmende Flüssigkeitsgewicht, so wird die auf dem Längenelement des Kanals in jeder Sekunde auf die Flüssigkeit übertragene Arbeit auch:

$$w dP = F p w + Mg U - [F p w + Mg U - d(F p w + Mg U)] + Mg E dQ.$$

Dabei erfolgt, wie bei der Bewegung der elastischen Flüssigkeiten durch geschlossene Leitungen überhaupt, die statische Zustandsänderung nach dem Gesetze:

$$E dQ = dU + p dv.$$

Ferner ist das in einer Sekunde durchgestromte Flüssigkeits-Volumen

$$F w = Mg v,$$

wobei  $v$  das spezifische Volumen bezeichnet. Aus diesen drei Gleichungen folgt einfach:

$$w dP = -M g v dp. \quad (3)$$

Durch Gleichsetzen von Glchg. (2) und (3) ergibt sich ferner:

$$d \left( \frac{w^2}{2g} \right) = -v dp + d \left( \frac{u^2}{2g} \right). \quad (4)$$

Für einen ruhenden Kanal,  $u = 0$ , geht Glchg. (4) in die gewöhnliche Bewegungsgleichung der elastischen Flüssigkeiten in ihrer einfachsten Gestalt über.

Integriert man Glchg. (4) für die Bewegung durch den ganzen Kanal, und bezeichnet man alle Größen am Eintritt ins Rad mit dem Zeiger  $1$ , die am Austritte mit  $2$ , so erhält man schliesslich als Gleichung für die Relativbewegung einer elastischen Flüssigkeit durch eine gleichförmig rotierende Rinne:

$$\frac{w_2^2}{2g} = \frac{w_1^2}{2g} + \int_2^1 v dp + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g}. \quad (5)$$

Zur vollständigen Integration der Glchg. (5) muss der Zusammenhang zwischen  $p$  und  $v$  während des Durchströmens durch die Turbine bekannt sein. Er hängt ab von einem äusseren Wärmeaustausch und von den Widerständen.

Da die Wandungen im Beharrungszustand an jeder Stelle mit Dampf von stets der gleichen Temperatur in Berührung stehen, so muss sich auch bald ein thermischer Beharrungszustand einstellen, in dem nur noch wenig Wärme vom Dampfe an die Wandungen übergeht. Und da die ganze Untersuchung doch nicht streng durchgeführt werden kann, so geht dieser Wärmeaustausch angenähert ganz zu vernachlässigen.

Die Zustandsänderung des Dampfes erfolgt aber trotzdem nicht adiabatisch, weil Bewegungswiderstände auftreten. Diese röhren her von der Reibung an den Wandungen, von Wirbeln infolge der Richtungsänderung, bei Turbinen mit mehreren Leitkanälen von dem durch die Dicke der Leitschaufeln veranlassten Zusammentreffen von zwei Dampfstrahlen von verschiedener Richtung und endlich bei allen Turbinen davon, dass sich in den Laufkanälen überhaupt kein genau stationärer Bewegungszustand einstellen kann. Diese Widerstände entsprechen einer Wärmemittelung auf Kosten der offenen Bewegung, und sie haben zur Folge, dass die Linie  $p = f(v)$  flacher verläuft, als ohne sie. Die Grösse der Widerstände müsste aus Versuchen bestimmt werden. Solche Versuche fehlen aber für Dampf noch vollständig. Man muss sich daher mit einer rohen Schätzung begnügen. Nun folgt die adiabatische Zustandsänderung der gesättigten