Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **33/34 (1899)**

Heft 12

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://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 Obmannamts-Areals in Zürich. — Nekrologie: Zum Nachruf C. C. Ulrich. † Joseph von Egle. — Korrespondenz: Le béton armé système Hennebique. — Vereinsnachrichten: Gesellschaft ehemaliger Polytechniker: Stellenvermittelung.

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

Theorie der Dampf-Turbinen.

Von Professor *A. Fliegner.*

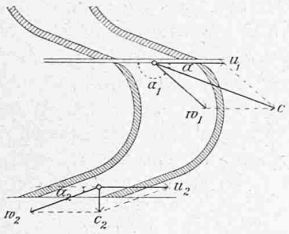
Eine erschöpfende Theorie der Dampf-Turbinen geht gegenwärtig noch nicht aufzustellen, dazu ist das unerlässliche Versuchsmaterial noch lange nicht in genügendem Umfange vorhanden. Doch lassen sich immerhin einige allgemeine Fragen schon jetzt, wenigstens angenähert, beantworten.

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 Entwickelung 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 Erfahrungskoefficienten andere Zahlenwerte erhalten, über die aber auch noch keinerlei Versuche vorliegen.

I. Einleitende Untersuchungen.

§ 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 Laufradkanälen,

α und α_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:

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

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:

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

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 einzuführen. Von den bei Wasser ebenfalls auftretenden Kraftwirkungen bleibt also nur die Aenderung des *dynamischen Druckes* p übrig. Dagegen muss hier neu berücksichtigt werden: die Aenderung 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:

$$w\,dP = F p\,w + M g\,U - [F p\,w + M g\,U - d(F p\,w + M g\,U)] + M g\,E\,dQ.$$

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 durchgeströmte Flüssigkeits-Volumen

$$F w = M g\,v,$$

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

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

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

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

Für einen ruhenden Kanal, $u = o$, 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 Eintritte 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:

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

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 Beharrungszustande 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 Bewegungs*widerstände* auftreten. Diese rühren 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 Laufradkanälen überhaupt kein genau stationärer Bewegungszustand einstellen kann. Diese Widerstände entsprechen einer Wärmemitteilung 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