

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65/66 (1915)
Heft: 4

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: Ueber Zusammenhang zwischen Leistung und Umlaufzahl bei Wasserturbinen. — Kleinwohnungsbauten der Architekten Fritsch & Zangerl, Winterthur. — Bauplatzstatik. — Nekrologie: Paul Vuillemin. K. Greulich. — Miscellanea: Die Entwicklung der Elektrostahtindustrie. Kondenswasser-Entlösung durch Elektrolyse. Australische Transkontinental-Bahn. Aufhebung des elektrischen Bahnbetriebes Sissach.

Gelterkinden. Eisenbahnschwellen mit Asbeton. — Preisausschreiben: Preisfragen der Schläflistiftung. — Konkurrenzen: Kirchengemeindehaus Zürich-Wiedikon. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafeln 9 und 10: Eisenbahner-Kolonie Vogelsang, Winterthur.

Band 66.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und unter genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 4.

Ueber Zusammenhang zwischen Leistung und Umlaufzahl bei Wasserturbinen.

Von Dipl.-Ing. A. Strickler, Zürich.¹⁾

I.

In der Maschinentechnik ist ein allgemeines Bestreben vorhanden, die Leistungen und die Geschwindigkeiten der Maschinen immer mehr zu erhöhen. Die Gründe sind teils wirtschaftlicher, teils rein technischer Natur.

Soll ein kalorischer Kolbenmotor, z. B. ein Dieselmotor, gebaut werden mit grösserer Leistung als der bisher verwendete Typus ergab, so kann dies geschehen:

1. durch Verwendung einer grösseren Zahl von Zylindern (Parallelschaltung),
2. durch Anwendung grösserer Zylinderdurchmesser,
3. durch Anwendung grösserer Drücke in jedem Zylinder,
4. durch Anwendung grösserer Kolbengeschwindigkeiten, also grösserer Umlaufzahlen bei gegebenen Zylinderabmessungen.

Die drei ersten Mittel haben das Gemeinsame, dass sie eine grössere Gesamtkolbenkraft ergeben; sie verlangen grösseren Materialaufwand. Der vierte Weg, für sich allein beschränkt, verlangt im Allgemeinen keinen wesentlich grösseren Materialaufwand, dagegen die Verwendung besserer, widerstandsfähigeren Materials. Andererseits haben wir aber mit einer erhöhten Geschwindigkeit ein Mittel in der Hand, den Materialaufwand bei *gegebener* Einheitsleistung zu *verringern*, somit die Anlagekosten bis zu einem gewissen Grad zu vermindern.

Bei rotierenden Kraftmaschinen, z. B. *Wasserturbinen*, verhält es sich analog. Maschinen mit grösserer Einheitsleistung ergeben sich:

1. durch Verwendung mehrerer Laufräder auf derselben Welle (Parallelschaltung),
2. durch Anwendung von Laufrädern mit grösserem Durchmesser, vom gleichen Typus,
3. durch Ausnützung grösserer Gefälle mit derselben Maschine.

Die beiden ersten Wege verlangen grössere Wassermengen beim gleichen gegebenen Gefälle; es muss daher naturgemäss die auszunützende „Wasserkraft“ jetzt auf eine kleinere Zahl von Turbinen verteilt werden. Für *eine* solche ergibt sich dann in Fall 1 und 2 ein grösserer Materialaufwand. Der Gesamtmaterialaufwand für *alle* Maschinen lässt sich jedoch innert gewisser Grenzen vermindern und gerade diese Möglichkeit ist einer der wichtigsten Gründe zur Erhöhung der Einheitsleistung. In der Anwendung grösserer Gefälle ist man natürlich auf deren Vorhandensein angewiesen.

Zum oben erwähnten Fall 4 der Kolbenmaschinen besteht hier ein Analogon nur insofern, als wir mit der Möglichkeit einer gesteigerten Geschwindigkeit (Umlaufzahl) ein Mittel besitzen, den Materialaufwand bei *gegebener* Leistung der Maschineneinheit zu verringern.

Die Entwicklung des Wasserturbinenbaues bewegt sich in der Tat sowohl nach der Richtung der gesteigerten Maschinenleistung als auch der vergrösserten Umlaufzahlen. Sie soll in folgendem näher betrachtet werden.

Die Wasserräder, als älteste Form der Wasserkraftmaschinen, arbeiteten mit äusserst niedrigen Geschwindigkeiten, bzw. Umlaufzahlen. Erst mit der Zeit entstand das Bedürfnis nach deren Steigerung, und es konnten sich dann

nur solche Typen von Wassermotoren entwickeln, die einer Steigerung der Geschwindigkeiten fähig waren. So entstanden der Reihe nach die Jonvalturbine, Girardturbine, Francisturbine. Letztere war die einzige, die mit der stetig wachsenden Anforderung auf diesem Gebiete Schritt halten konnte. Sie hat sich von ihrer ursprünglichen, langsam laufenden Form zum sogenannten Schnell-Läufer ausgebildet, und als solcher hat sie nicht nur das Anwendungsgebiet der kleinen und mittlern Gefälle vollständig erobert, sondern sie wird auch die Grenze auf Kosten der typischen Hochdruckturbine, des Peltonrades, immer mehr nach oben verschieben. Der hauptsächlichste treibende Faktor zur Steigerung der Umlaufzahlen war die Elektrotechnik, die für ihre Generatoren Antriebsmotoren mit möglichst hoher Geschwindigkeit verlangte.

Die „Schnellläufigkeit“ einer Wasserturbine ist nicht nur durch die absolute Grösse der Umlaufzahl bestimmt, sondern es kommen auch Gefälle und Leistung in Betracht. Als Mass der Schnellläufigkeit gelten:

1. die *spezifische Umlaufzahl* „ n_s “ nach Baashuus:

$$n_s = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{VH}}$$

Hierin bedeuten: H = Nettogefälle, N = Nettoleistung bei Vollast und n = die Umlaufzahl in der Minute.

Die Ableitung dieses Ausdruckes kann folgenderweise durchgeführt werden:

Gegeben sei ein Francisrad von bestimmter Grösse (Durchmesser D , Eintrittsbreite B), das für die Leistung N beim Gefälle H und für die Umlaufzahl n konstruiert wurde. Bringt man dieses Laufrad unter das Gefälle $1\ m$, so läuft es wieder korrekt, wenn seine Umlaufzahl $= n_1$ eingehalten wird, wo:

$$\frac{n}{n_1} = \sqrt{\frac{H}{1}}, \text{ also } n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}$$

Sein Wasserverbrauch beträgt dann $Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}$, und es leistet $N_1 = \frac{N}{H \cdot \sqrt{H}}$

Verkleinert man jetzt das Laufrad auf den Durchmesser D_s und die Breite B_s , sodass $\frac{D}{B} = \frac{D_s}{B_s}$, und sei vorausgesetzt, dass die Leistung dieses verkleinerten Rades vom gleichen Typus beim Gefälle $1\ m$ nur noch $1\ PS$ sei, so hat man:

$$\frac{n_s}{n_1} = \frac{D}{D_s} \text{ und } \frac{N_1}{1} = \frac{Q_1}{Q_s} = \frac{D \cdot B}{D_s \cdot B_s} = \left(\frac{D}{D_s}\right)^2$$

$$\text{Daher ist: } n_s = n_1 \frac{D}{D_s} = \frac{n}{\sqrt{H}} \frac{D}{D_s} = \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{N_1}{1}} = \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{N}{H \cdot \sqrt{H}}} = \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{VH}}$$

Die so entwickelte Grösse n_s ist somit diejenige Umlaufzahl, die der vorliegende Laufradtypus beim Gefälle $1\ m$ und für die Leistungseinheit einhalten würde.

2. die *Schluckfähigkeit* „ S “ nach Camerer:

$$S = \frac{Q}{\sqrt{H \cdot D^2}} \text{ zusammen mit}$$

$$k_u = \frac{u}{\sqrt{2gH}} = \frac{\pi D \cdot n}{60 \sqrt{2gH}}$$

worin Q = Wassermenge bei Vollast und D = Laufraddurchmesser.

Ein Francisrad ist somit nach einer Schnellläufigkeit charakterisiert entweder durch den Wert n_s oder durch die beiden Werte S und k_u .

Zwischen beiden Charakteristiken besteht der Zusammenhang (η = Wirkungsgrad):

$$n_s = (309 \sqrt{\eta}) \cdot k_u \cdot \sqrt{S}$$

¹⁾ Die Veröffentlichung dieser, uns noch im letzten Jahre überreichten Arbeit ist durch äussere Umstände unliebsam verzögert worden. Red.