

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **65/66 (1915)**

Heft 4

PDF erstellt am: **12.07.2024**

### **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.library.ethz.ch)

<http://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 Elektrostahlindustrie. Kondenswasser-Enttölung durch Elektrolyse. Australische Transkontinental-Bahn. Aufhebung des elektrischen Bahnbetriebes Sissach-

Gelterkinden. Eisenbahnschwellen mit Asbeton. — Preisausschreiben: Preisfragen der Schläfistiftung. — 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. <sup>1)</sup>

### 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

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

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:

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

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

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 ( $\eta$  = Wirkungsgrad):

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