

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **87/88 (1926)**

Heft 5

PDF erstellt am: **13.09.2024**

### **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 die Zusammenschaltung von Wasserturbinen. — „Deutschland ans der Vogelschau“. — Nichtrostender Stahl. — Kohlenilo der Papier- und Cartonnagefabrik Deisswil bei Bern. — Unterwassertunnel zwischen New York und New Jersey. — Zur Ausstellung: „Ingenieur- und Industriebauten“ im Kunstgewerbemuseum Zürich. — Heimatschutz. — Miscellanea: Ueber die Entwicklung der Kompressoren im Jahre 1925. Die Entwicklung der Pumpen im Jahre 1925. Modellversuche zur Ermittlung des

Winddruckes auf hohe Gebäude. Fortbildungskurse an ausländischen Technischen Hochschulen. Ausbau der Wasserkräfte in den Vereinigten Staaten von Amerika. Eidgen. Kommission für historische Kunstdenkmäler. Dritte internationale Automobil-Ausstellung in Genf. Eisenbahnmuseum in Holland. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Sektion Bern des S. I. A. Basler Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. S. T. S.

**Band 87.** Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

**Nr. 5**

## Ueber die Zusammenschaltung von Wasserturbinen.

Von Prof. R. THOMANN, Lausanne.

Nützt eine Wasserkraftanlage die ganze zur Verfügung stehende Wassermenge aus oder kann der Ueberschuss zu Zeiten kleiner verlangter Leistung aufgespeichert werden, so sollten die Turbinen das verfügbare Wasser möglichst gut ausnützen. Diese Forderung ist auch leicht zu erfüllen, solange es sich um Turbinen handelt, deren Wirkungsgrad innerhalb des Anwendungsgebietes mit der Wassermenge nicht stark wechselt (Peltonurbinen, Francisturbinen von nicht zu hoher spezifischer Drehzahl). Bei solchen wird die Gesamtbelastung auf die einzelnen Gruppen des Werks einfach gleichmässig, oder, falls die Einheiten ungleich stark sind, im Verhältnis der Höchstbelastungen verteilt. Diese Betriebsweise ist für die elektrischen Maschinen die günstigste, die Einstellung der Regulatoren zu ihrer Wirklichkeit ist einfach, und man erfüllt, wie gezeigt werden wird, die oben aufgestellte Forderung bester Ausnützung.

Später wird die kleine Turbine abgestellt und die grosse so lange allein in Betrieb gehalten, bis auch sie ganz geöffnet werden kann. Dann wird die kleine Turbine von neuem zugeschaltet und mit der grossen zusammen geöffnet bis beide voll belastet sind.

Es sind nun die beiden Fragen zu untersuchen:

- 1) Wann ist die kleine Turbine durch die grosse zu ersetzen, und wann ist die kleine zur grossen zuzuschalten?
- 2) In welcher Art sind die Wassermengen der Turbinen gegen einander abzustimmen, wenn sie beide zusammen laufen?

### Das Zu- und Abschalten der Turbinen.

In Abbildung 1 sind die Wirkungsgrade der vorerwähnten beiden Turbinen in Funktion der Wassermenge aufgetragen. Werte, die sich auf die kleine Turbine beziehen, tragen den Index *a*, solche die sich auf die grosse beziehen, den Index *b*. Die verfügbare Wassermenge ist mit *Q*, die von den Turbinen verarbeitete mit *Q<sub>a</sub>* bzw. *Q<sub>b</sub>* bezeichnet;  $\eta$  bedeutet den Wirkungsgrad, mit dem die zur Verfügung stehende Wassermenge ausgenützt wird,  $\eta_a$  den Wirkungsgrad der kleinen,  $\eta_b$  den der grossen Turbine.

Angenommen die verfügbare Wassermenge wachse von ihrem Kleinstwert an, so wird sie zuerst durch die kleine Turbine entsprechend der Wirkungsgradkurve  $\eta_a$  ausgenützt werden. Steigt sie über den Höchstwert der Turbine *a* hinaus, so könnte man versucht sein, die kleine Turbine *a*, wie dies in der Praxis oft geschieht, sofort aus und dafür die grosse Turbine *b* einzuschalten; allein ein Blick auf die beiden Wirkungsgradkurven zeigt, dass unter diesen Umständen der Wirkungsgrad unvermittelt von 83 auf 60 % abfallen würde und dass es zweifellos besser ist, die kleine Turbine noch eine zeitlang im Betrieb zu halten, trotzdem ein kleiner Teil des Wassers unausgenützt abfließen wird. Es ist nun die Wassermenge zu bestimmen, bei der die Umschaltung von der kleinen auf die grosse Turbine ohne Verlust vor sich gehen kann; es ist dies diejenige, bei der die grosse Turbine gleiche Leistung aufbringt, wie die kleine. Man könnte zu diesem Zweck die Leistungskurven der Turbinen aufzeichnen und die der grossen mit der Horizontalen durch den Endpunkt der Kurve der kleinen schneiden; doch ist der gesuchte Wert der Wassermenge auch leicht an Hand der

Wirkungsgradkurven zu bestimmen. Ist die kleine Turbine allein in Betrieb, die verfügbare Wassermenge *Q* jedoch grösser als die durch die Turbine fliessende *Q<sub>a</sub>*, so ist die *Nutzleistung der Anlage* in PS

$$N_a = \frac{\gamma Q_a H}{75} \eta_a$$

die verfügbare dagegen

$$N_Q = \frac{\gamma Q H}{75}$$

der Wirkungsgrad bezogen auf die verfügbare Wassermenge der Anlage also

$$\eta = \frac{Q_a \eta_a}{Q}$$

$$Q \eta = Q_a \eta_a$$

$\eta$  in Funktion von *Q* aufgetragen ergibt demnach eine gleichseitige Hyperbel durch den Endpunkt von  $\eta_a$ ; Punkte der Hyperbel sind in bekannter Weise leicht zu bestimmen

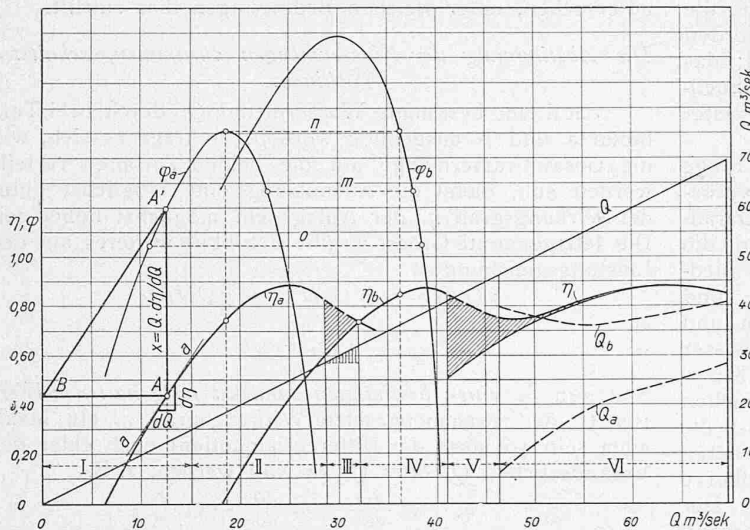


Abb. 1. Kurven der Wassermenge *Q*, des Wirkungsgrades  $\eta$  und des Ausdrucks  $\varphi = \eta + Q \frac{d\eta}{dQ}$  für zwei Propellerturbinen: a) mit  $n_s = 600$  und für  $Q_{max} = 28,5 \text{ m}^3/\text{sek}$ , b) mit  $n_s = 720$  und für  $Q_{max} = 41,0 \text{ m}^3/\text{sek}$ .

- Zonen I und II: Turbine a allein, nützt die ganze verfügbare Wassermenge aus.
- Zone III: Turbine a allein, Ueberschusswasser.
- Zone IV: Turbine b allein, nützt die ganze verfügbare Wassermenge aus.
- Zone V: Turbine b allein, Ueberschusswasser.
- Zone VI: Turbinen a und b arbeiten stets so zusammen, dass  $\varphi_a = \varphi_b$ .

Die Verhältnisse ändern sich jedoch, sobald es sich um Turbinen handelt, deren Wirkungsgrade, in Funktion der Wassermenge aufgetragen, spitze, vom Maximum nach beiden Seiten rasch abfallende Kurven ergeben, wie sie z. B. mit Propellerrädern hoher spezifischer Drehzahl erhalten werden. Hier könnten bei der üblichen Weise der Zu- und Abschaltung der verschiedenen Einheiten nicht unerhebliche Verluste entstehen, und es ist daher die Frage zu erörtern, unter welchen Bedingungen die bisherige Schaltungsart beibehalten werden kann, wann und wie sie geändert werden soll.

Um die Untersuchung mit dem allgemeinen Fall beginnen zu können, sei eine Anlage mit zwei Turbinen verschiedener Höchstleistung und verschiedener spezifischer Drehzahl (600 bzw. 720) vorausgesetzt. Bei kleiner Wassermenge läuft die kleine Turbine allein, bis die verfügbare Wassermenge derjenigen der vollen Oeffnung entspricht.