

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 4

Inhaltsverzeichnis

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

INHALT: Theoretische Erörterungen zur Wassermessmethode von N. R. Gibson. Das Chippawa-Queenston-Kraftwerk am Niagara. — Wettbewerb der E.-G. Portland für Gussbeton-Häuser. — Zur Schifffahrt auf dem Oberrhein. — Miscellanea: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. Der 14. Tag für Denkmalpflege in Münster. Rhone-

Rheinschifffahrt. Simplon-Tunnel II. Metrisches Masssystem in Nordamerika. Ausführung elektrischer Energie. Weltausstellung Buenos Aires 1922. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Basler Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 78.

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

Nr. 4.

Theoretische Erörterungen zur Wassermessmethode von N. R. Gibson.

Von Oberingenieur Robert Dubs, Zürich.

In „Canadian Engineer“ vom 16. September 1920 (Band 39, Nr. 12) veröffentlicht Norman R. Gibson, Hydraulic Engineer der Niagara Falls Power Comp., eine neue Methode, die von ihm zur Bestimmung von Wassermengen mit grossem Erfolg bei den Versuchen mit den Niagara-Turbinen angewendet worden sei. Nach dieser neuen Methode wird die beim Schliessen eines Absperrorgans in einer Rohrleitung auftretende Drucksteigerung als Mass für die durch die Rohrleitung fliessende Wassermenge benützt. Bei der Durchführung der Messungen wird die Kurve des Druckverlaufes vor dem Schliessorgane in Funktion der Zeit aufgenommen und mit Hilfe der so ermittelten Werte der Druckerhöhung und der Schlusszeit des Absperrorgans sowie der gemessenen geometrischen Dimensionen der Rohrleitung und der physikalischen Konstanten des Materiales der Rohrleitung und denjenigen des Wassers, die Wassermenge berechnet.

Wenn man diese von Gibson vorgeschlagene Wassermessmethode theoretisch verfolgen will, so muss man von der Berechnung der Druckschwankungen ausgehen, die in einer Rohrleitung beim Abschiessen eines am untern Ende derselben angebrachten Absperrorgans auftreten. Für die Berechnung dieser Druckschwankungen bestehen heute eine grosse Zahl von Theorien (Allièvi, Boussinesq, Rateau, Michaud, Comte de Sparre, Joukowski, Pfarr, Forchheimer, Utard, Liebmann, Carey, d'Ocagne u. a. m.) doch es geben alle diese Theorien für den Fall, in dem die Elastizität des Materiales der Rohrleitung sowie die Kompressibilität des Wassers vernachlässigt wird, die gleichen Ergebnisse. Den nachfolgenden theoretischen Untersuchungen wird die von L. Allièvi aufgestellte Theorie für die Berechnung von Druckschwankungen¹⁾ zu Grunde gelegt, da diese Theorie mit den bis heute durchgeführten Versuchen die beste Uebereinstimmung ergab.

Bezeichnet man mit:

y_m den maximalen Druck während des Schliessvorganges in m

y_0 den normalen Druck vor dem Schliessvorgang in m

c_0 die Geschwindigkeit des Wassers in der Rohrleitung in m/sec für den normalen Druck y_0

L Länge der Rohrleitung in m auf der Strecke mit der der Geschwindigkeit c_0

T Schliesszeit des Absperrorgans in sek. und

$g = 9,81 \text{ m/sec}^2$ die Anziehungskraft der Erde, so ergibt sich zur Berechnung der Drucksteigerung ($y_m - y_0$) bei Vernachlässigung der Elastizitäten die Beziehung:

$$z^2 - z(n^2 + 2) + 1 = 0 \quad (1)$$

wenn man der Kürze halber:

$$\frac{y_m}{y_0} = z \text{ und } \frac{c_0 L}{g T y_0} = n \quad (2)$$

gesetzt hat.

Wie man aus diesen Beziehungen ersieht, ist die Grösse der Drucksteigerung nicht nur abhängig von der Grösse der Schliesszeit T und der Wassergeschwindigkeit c_0 , sondern eben so sehr von den geometrischen Abmessungen der Rohrleitung. In den meisten Fällen wird

nun aber die Rohrleitung nicht von oben bis unten einen konstanten Durchmesser besitzen, sondern sie wird abgestuft sein und deshalb die Wassergeschwindigkeit in derselben veränderliche Werte haben. Es ist dann an Stelle des Produktes $L c_0$ die Summe der Produkte dieses Wertes

für die einzelnen Rohrzonon zu setzen, also $i \sum_1^n (L_i c_i)$

oder, wenn man die Geschwindigkeiten durch die Wassermenge Q und die Querschnitte ersetzt, so folgt:

$$i \sum_1^n (L_i c_i) = i \sum_1^n \left(L_i \frac{Q_0}{\frac{\pi}{4} D_i^2} \right)$$

Da nun Q_0 für die ganze Rohrleitung konstant ist, so kann diese Grösse vor das Summenzeichen genommen werden und man erhält nach einigen Umformungen unter Benützung von Gleichung (2) die Beziehung:

$$n = \frac{4 Q_0}{\pi g T y_0} i \sum_1^n \left(\frac{L_i}{D_i^2} \right) \quad (3)$$

Wenn man nun ferner aus Gleichung (2) den Wert von z in Gleichung (1) einsetzt, und die so erhaltene Beziehung nach n auflöst, so ergibt sich:

$$n = \pm \left(\frac{y_m}{y_0} - 1 \right) \sqrt{\frac{y_0}{y_m}} \quad (4)$$

Da $\frac{y_m}{y_0}$ stets grösser als 1 ist, beim Schliessen des Absperrorgans und n immer eine positive Grösse sein muss, so kann nur das positive Vorzeichen der Quadratwurzel in Frage kommen. Man erhält dann nach einigen Umformungen unter Berücksichtigung von Gleichung (3) und (4) folgende Beziehung zur Berechnung der Wassermenge Q_0 :

$$Q_0 = \frac{\pi g T y_0}{4 i \sum_1^n \left(\frac{L_i}{D_i^2} \right)} \left(\frac{y_m}{y_0} - 1 \right) \sqrt{\frac{y_0}{y_m}}$$

oder vereinfacht:

$$Q_0 = \frac{\pi g T}{4 i \sum_1^n \left(\frac{L_i}{D_i^2} \right)} (y_m - y_0) \sqrt{\frac{y_0}{y_m}} \quad (5)$$

Aus dieser Gleichung lässt sich dann, auf Grund der Konstanten π und g sowie der Leitungsabmessungen L_i und D_i und der beobachteten Schlusszeit des Absperrorgans sowie der Drucksteigerung $y_m - y_0$ d. h. dem Maximaldruck y_m die Wassermenge Q_0 berechnen, die vor Beginn der Schliessbewegung des Absperrorgans durch die Leitung floss. Obige Gleichung gilt jedoch nur, wenn die Schliessbewegung des Absperrorgans eine lineare Funktion der Zeit ist und die Elastizität des Materiales der Rohrleitung sowie die Kompressibilität des Wassers vernachlässigt wird, wie bereits eingangs bemerkt wurde.

Die Berechnung der Wassermenge Q_0 ist, wie aus obiger Beziehung (5) hervorgeht, abhängig von der beobachteten Schlusszeit T des Absperrorgans sowie dem beobachteten Maximaldruck y_m und dem Normaldruck y_0 . Die Genauigkeit der Wassermessung ist aber vollständig davon abhängig, wie genau die Schlusszeit T und die Drücke y_m und y_0 gemessen werden können. Bei der Regulierung von Turbinen handelt es sich meistens um Schliesszeiten von 1 bis 3 sek., d. h. der Servomotor des Turbinenregulators beschreibt in dieser Zeit seinen vollen Hub. Nimmt man an, dass vermittelt einer Stoppuhr oder eines Chrono-

¹⁾ «Théorie générale du mouvement varié de l'eau dans les tuyaux de conduite» erschienen 1904 und ins deutsche übersetzt 1909 von Robert Dubs und Viktor Bataillard unter dem Titel «Allgemeine Theorie über die veränderliche Bewegung des Wassers in Leitungen» (Jul. Springer, Berlin).