

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 83/84 (1924)
Heft: 1

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: 12.07.2025

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

INHALT: Neuere Berechnungsmethoden aus dem Gebiete der Hydraulik. — Moderne Wiener Architektur. — Die Erosionsrinne der Staumauer im Schräg des Kraftwerks Wäggitäl. — Ein Beitrag zum Kapitel Abrostung. — Korrespondenz. — Miscellanea: Hängebrücke über den Hudson River bei Peekskill. Neue Schnellzug-Lokomotiven der Midi-Bahn. Zur Frage der automatischen Zugsicherung. Die zulässigen Gebäudehöhen in St. Louis, Mo. Internationaler mathematischer Kongress in Toronto. Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Pro Memoria: Generalversammlung des S. I. A. in Graubünden. S. T. S.

Band 84. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur auf Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 1.

Neuere Berechnungsmethoden aus dem Gebiete der Hydraulik.

Von Prof. E. Meyer-Peter, Zürich¹⁾.

I. Die neue Geschwindigkeitsformel²⁾.

Die Formel $v = c \sqrt{RJ}$, die Chézy schon im Jahre 1775 aufgestellt haben soll, und in der der Wert c nach der Ansicht von Chézy wie auch späterer Forscher vorerst eine Konstante bedeutete, ist heute noch fast allgemein im Gebrauch zur Berechnung der Geschwindigkeit in offenen Wasserläufen und in geschlossenen Rohrleitungen. Seitdem 1877 Ganguillet und Kutter für die Abhängigkeit des Geschwindigkeitskoeffizienten c vom Profilradius R , vom Wasserspiegelgefälle J und von einem Rauigkeitskoeffizienten n ihre bekannte Formel aufgestellt hatten:

$$c = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

erfreute sich die alte Chézysche Formel in der Schweiz, in Deutschland, Italien, Oesterreich usw. allgemeiner Beliebtheit. Namentlich für künstliche Wasserläufe wurden auf Grund dieser Formel ziemlich befriedigende Resultate gezeitigt, während für natürliche Flussläufe infolge der Abhängigkeit des Rauigkeitskoeffizienten n vom Wasserstand stetsfort recht unsichere Verhältnisse vorlagen, was in neuerer Zeit namentlich auch bei der Vorausberechnung von Staukurven unliebsam in Erscheinung trat. Diese Unstimmigkeiten, ferner auch die Kompliziertheit der Formel an sich, und zuletzt auch der theoretisch nicht einwandfreie Aufbau der Ganguillet und Kutterschen Formel veranlassten in letzter Zeit eine ganze Anzahl von Forschern, neue Wege zu gehen.

Im „Zentralblatt der Bauverwaltung“ vom 2. April 1921 weist Beyerhaus in einem Aufsatz: „Die Trugschlüsse aus den Mississippi-Messungen von Humphreys und Abbot und der fehlerhafte Aufbau der Ganguillet und Kutterschen Formel“ darauf hin, dass die Messungen der beiden amerikanischen Ingenieure ganz offensichtlich mit Fehlern behaftet waren. Dies bezieht sich einmal auf die Bestimmung des Gefälles an sich, das auf eine derart kurze Strecke des Flusslaufes bezogen wurde, dass die bei den vorhandenen Wellen naturgemäss eintretenden Beobachtungsfehler grösser als das absolute Gefälle sein konnten. Sodann aber war in der Messtrecke keine gleichförmige Bewegung vorhanden, wie dies aus den Anfangs- und Endprofilen der Messtrecke hervorgeht. Nun ist aber bekannt, dass gerade diese Mississippi-Messungen Veranlassung zum komplizierten Aufbau der Ganguillet und Kutterschen Formel gegeben hatten. Durch den Nachweis der Fehlerhaftigkeit der Messungen fielen somit die Grundlagen der Ganguillet und Kutterschen Formel von selbst dahin.

Es sei gerade an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht, wie wichtig die Wahl der Messtrecken für die Aufstellung von Geschwindigkeitsformeln ist. Nach dem

¹⁾ Vorlesung, gehalten im „Kurs über neuere technische Fragen aus dem Gebiete der Bau-, Maschinen- und Elektro-Ingenieur-Wissenschaften“, veranstaltet durch den S. I. A. im Oktober 1923.

²⁾ Vergl. hierüber auch die inzwischen erschienene Abhandlung von Dr. A. Strickler in der „S. B. Z.“ vom 7. Juni 1924. von der Prof. Meyer-Peter bei Niederschrift seines Vortrags keine Kenntnis hatte. Da indessen durch die Veröffentlichung Stricklers die interessante Darlegung Prof. Meyers über den Entwicklungsgang, der zur neuen Geschwindigkeitsformel geführt hat, keineswegs überholt wird, haben wir den Autor ersucht, seinen Aufsatz (von dem ein Sonderabdruck erstellt wird) unverändert erscheinen zu lassen.

Red.

Bernoullischen Theorem gilt für untenstehende Abbildung 1 die Gleichung:

$$J_s \Delta l + l_1 + \frac{v_1^2}{2g} = l_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \Delta h_e$$

worin Δh_e das Gefälle der Energielinie bedeutet.

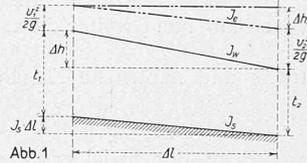
Aus der Abbildung folgt nun, wenn Δh das Wasserspiegelgefälle bezeichnet:

$$\Delta h + \frac{v_1^2}{2g} = \Delta h_e + \frac{v_2^2}{2g}$$

und

$$\Delta h = \Delta h_e + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

Wasserspiegelgefälle und Gefälle der Energielinie unterscheiden sich also um den Wert $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$,



d. i. um die Aenderung der Geschwindigkeitshöhe.

Wird demnach bei ungleichförmiger Bewegung das gemessene Wasserspiegelgefälle Δh anstatt des Energieliniengefälles Δh_e eingeführt, so ist die Unrichtigkeit der auf die Grösse c gemachten Schlüsse offensichtlich.

Von den verschiedenen Versuchen zur Aufstellung einer einfacheren und den Verhältnissen besser entsprechenden Geschwindigkeitsformel sei nur jener zur Aufstellung einer sogenannten *Potenzformel* erwähnt; da er allein nach dem heutigen Stand der Untersuchungen Erfolg verspricht. Eine solche Potenzformel kann in der Form

$$v = k R^\mu J^\nu$$

angeschrieben werden, in der k eine der von der Rauigkeit der Wandungen abhängende Konstante, μ und ν noch zu bestimmende konstante Exponenten der Grössen R und J darstellen.

Manning setzte im Jahre 1890 für künstliche Gerinne

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

wobei n den Rauigkeitskoeffizienten der Ganguillet und Kutterschen Formel bedeutet. Seither gingen nun die Versuche zur Aufstellung einer Potenzformel parallel weiter in Nordamerika, Deutschland und der Schweiz.

Scobey hat die Manningschen Versuche im Jahre 1920 bei sehr zahlreichen Messungen an Betonröhren nachgeprüft. (Siehe „Wasserkraft“, 5. April 1922 und Forchheimer: „Der Durchfluss des Wassers durch Röhren und Gräben, insbesondere durch Werkgräben grosser Abmessungen“). Aus diesen Messungen geht hervor, dass für Betonkanäle mit freiem Spiegel die Ausdrücke

$$v = k R^{0,7} J^{0,5} \text{ und } v = k R^{2/3} J^{1/2}$$

befriedigende Resultate ergaben. Hierbei war angenähert

$$k = \frac{1}{n}$$

Fast ebensogut liess sich aus den Scobey'schen Versuchen die Formel ableiten

$$v = k R^{0,625} J^{0,5},$$

wobei wieder $k = \frac{1}{n}$.

Forchheimer veröffentlichte in der eben zitierten Schrift die Messungen in grossen trapez- oder muldenförmigen Oberwasserkanälen und gelangt wieder zum Schlusse, dass die Formel

$$v = k R^{0,7} J^{0,5}$$

zu empfehlen sei, wobei auch er eine für praktische Bedürfnisse hinreichende Uebereinstimmung der Grössen k und $\frac{1}{n}$ feststellt.

Dr. Strickler geht in seiner neuesten Veröffentlichung (Mitteilung des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft, No. 16) „Beiträge zur Frage der Geschwindigkeitsformel und der Rauigkeitszahlen für Ströme, Kanäle und ge