

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 41/42 (1903)
Heft: 8

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: 15.03.2025

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

INHALT: Ein neuer Weg zur Berechnung der Staukurve. — Das Starkstrominspektorat und die Materialprüfanstalt des Schweizer. Elektrotechnischen Vereins. — Wettbewerb für ein Aufnahmegebäude in Basel. III. (Schluss.) — XVI. Generalversammlung des Schweizer. Elektrotechn. Vereins in Lausanne. — Miscellanea: Schweizer. Prüfungsanstalt für Brennmaterialien. Kraftanlage der White River Power Company. Die Staumauer des «Meer Allum Lake». Der Palazzetto Farnesina dei Baullari in Rom.

Ehrung von H. Sulzer-Steiner. — Konkurrenzen: Kasino in Madrid. — Nekrologie: † Fr. Salvisberg. — Literatur: Stadterweiterungsfragen. Eingegangene literarische Neuigkeiten. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Wettbewerb für ein Aufnahmegebäude im Bahnhof Basel.

Ein neuer Weg zur Berechnung der Staukurve.

Von Prof. Dr. A. Fliegner.

In der „Zeitschrift für Gewässerkunde“, 5. Bd., Heft 2, hat Herr Ingenieur Dr. Heinrich Walter in Cassel unter dem Titel: „Neues analytisch-graphisches Verfahren zur Bestimmung der Stauweite“ eine Untersuchung veröffentlicht, in der er unter anderen auch eine Formel zur Berechnung der Staukurve verwendet, welche ich früher in meiner Vorlesung über praktische Hydraulik angegeben hatte. Da mich diese Formel nicht ganz befriedigte, so habe ich schon seit einigen Jahren einen neuen Weg für diese Berechnung vorgeschlagen, der aber noch nicht über den Kreis meiner unmittelbaren Zuhörer hinausgedrungen zu sein scheint. Ich möchte ihn daher hier der Öffentlichkeit übergeben.

Zu diesem Zwecke muss ich zunächst die allgemeine Differentialgleichung für die ungleichförmige Bewegung des Wassers in offenen Leitungen kurz entwickeln. Es bezeichne:

F den Querschnitt des Wasserlaufes an irgend einer Stelle,

b die Breite im Wasserspiegel,

$y = F/b$ die sogenannte *mittlere Wassertiefe*,

r den Profilradius,

w die mittlere Geschwindigkeit im Querschnitte,

α das relative Sohlengefälle,

α' das davon verschiedene relative Gefälle im Wasserspiegel,

λ den Reibungskoeffizienten.

Zwischen zwei unendlich benachbarten Querschnitten im Abstände dx lässt sich dann folgende Arbeitsgleichung aufstellen: Im obern Querschnitt enthält das Wasser für jedes durchströmende Kilogramm in Form von Geschwindigkeit die Arbeit $w^2/2g$ angehäuft. Bis zum unendlich benachbarten untern Querschnitte nimmt es durch die Einwirkung der Schwerkraft die Arbeit $\alpha'dx$ auf. Im untern Querschnitt enthält es noch in Form von Geschwindigkeit die Arbeit: $w^2/2g + d(w^2/2g)$, während auf der Strecke dx durch Widerstände verloren geht: $\lambda(dx/r)(w^2/2g)$. Lässt man die endlichen Glieder $w^2/2g$ gleich weg, so bleibt für den Zusammenhang dieser Grössen der Ausdruck:

$$(1) \quad \alpha' dx = \frac{w dw}{g} + \frac{\lambda}{r} \frac{w^2}{2g} dx$$

übrig. Aus Abb. 1 folgt nun, dass

$$(2) \quad \alpha' dx + dy = \alpha dx$$

ist. Ferner gilt noch die Kontinuitätsgleichung:

$$(3) \quad Q = Fw = byw = \text{const.},$$

wobei allerdings, wie üblich, angenähert angenommen ist, dass die verschiedenen Geschwindigkeitsrichtungen in jedem Querschnitte genügend wenig divergieren oder konvergieren, um als unter sich parallel und senkrecht zum Querschnitte gerichtet angesehen werden zu dürfen. Differenziert man Gleichung (3), so folgt schliesslich:

$$(4) \quad dw = -w \frac{dy}{y} - w \frac{db}{b}.$$

Setzt man die Werte von $\alpha'dx$ aus Gleichung (2) und von dw aus Gleichung (4) in Gleichung (1) ein und ordnet anders, so erhält man als allgemeine Differentialgleichung für die ungleichförmige Bewegung:

$$(5) \quad \left(\alpha - \frac{\lambda}{r} \frac{w^2}{2g} \right) dx = \left(1 - \frac{w^2}{gy} \right) dy - \frac{w^2}{g} \frac{db}{b}.$$

Eine Integration dieser Gleichung ist bekanntlich nur unter weitgehenden Annäherungen durchführbar, unter welchen aber die Genauigkeit des Schlussresultates leidet.

Um genauer vorgehen zu können, hatte ich daher damals die Differentialgleichung in eine Differenzgleichung umgewandelt, sie also sofort auf ein Stück von der endlichen Länge x angewendet. Dann ist zunächst dx durch x zu ersetzen. Bezeichnet man ferner die Werte im Anfangsquer-schnitte mit dem Zeiger a , die im Endquerschnitte mit e , so tritt an die Stelle von dy die Differenz $y_e - y_a$ und ebenso an die Stelle von db : $b_e - b_a$. Für die übrigen, auf der Strecke x im allgemeinen veränderlichen Werte müssen *Mittelwerte* mit dem Zeiger m eingeführt werden. Das gibt statt Gleichung (5):

$$(6) \quad \left(\alpha_m - \frac{\lambda_m}{r_m} \frac{w_m^2}{2g} \right) x = \left(1 - \frac{w_m^2}{gy_m} \right) (y_e - y_a) - \frac{w_m^2}{g} \frac{b_e - b_a}{b_m}.$$

Bekannt sind in dieser Gleichung nur alle Anfangswerte, entweder als im Ausgangsquer-schnitte der ganzen Rechnung unmittelbar gegeben, oder als Endwerte einer vorangegangenen Strecke berechnet. Unbekannt sind alle übrigen Werte, mit Ausnahme eines einzigen, der als Urvariable eingeführt werden muss. Alle diese Werte hängen aber miteinander zusammen, sodass die Bestimmung von einem weitem unter ihnen genügt. Die Lösung erfordert jedoch umständliche Annäherungsrechnungen.

Herr Walter hat nun einen bedeutend einfachern Weg zur Auflösung dieser Gleichung angegeben. Allerdings setzt er dabei ausdrücklich einen verhältnismässig breiten Wasserlauf voraus, sodass er

$$b_e = b_a = b = \text{const.}$$

eingeführen kann, wodurch das letzte Glied verschwindet. Ferner nimmt er an, dass das Querprofil des Flussbettes auf der ganzen für den Stau in Frage kommenden Strecke angenähert ungeändert bleibt, so dass die Berechnungen über die Querschnittsverhältnisse von der Lage des Querschnittes unabhängig werden. Mit diesen Annäherungen entwickelt er dann ein teils rechnerisches, teils zeichnerisches, verhältnismässig kurzes Verfahren zur Bestimmung des Abstandes zweier Querschnitte, in denen bestimmte mittlere Wassertiefen y angenommen sind. Wegen des Nähern muss ich auf die Quelle selbst verweisen.

Bei einem unregelmässigeren Wasserlaufe kann aber dieser Weg kaum genügend genaue Ergebnisse liefern, weil sich dann der Zusammenhang zwischen F , r , y und λ von Querschnitt zu Querschnitt tatsächlich ändert. Dazu kommt noch ein anderer Uebelstand. Durch Messung wird nämlich das wirkliche relative Sohlengefälle beobachtet, oder das beim ursprünglichen Wasserlaufe diesem angenähert gleiche relative Spiegelgefälle. In Gleichung (6) bedeutet dagegen α_m das mittlere *relative Gefälle in der mittlern Wassertiefe* y . Diese beiden Gefälle sind nun nicht gleich, mit einziger Ausnahme eines rechteckigen Querprofils. Wollte man möglichst genau rechnen, so bliebe also nichts anderes übrig, als dieses α_m ebenfalls den unbekanntem Grössen beizuzählen und es mit zu bestimmen. Das geht aber auch nicht ohne umständlichere Proberechnungen zu erreichen.

Aus diesen Gründen habe ich schon seit einigen Jahren die Gleichung (6) verlassen und schlage jetzt zur Berechnung der Staukurve folgenden anderen Weg ein: Ich stelle die Arbeitsgleichung auch sofort für ein endliches Stück von der Länge x auf, aber in etwas anderer Form, indem ich unmittelbar die ganze *Spiegelsenkung* b auf ihm einführe. Behalten die Zeiger ihre vorige Bedeutung bei, so lässt sich die Arbeitsgleichung für diese Strecke in der Form schreiben:

$$(7) \quad \frac{w_a^2}{2g} + b = \frac{w_e^2}{2g} + \lambda_m \frac{x}{r_m} \frac{w_m^2}{2g}.$$

Ersetzt man hier die Geschwindigkeiten nach der Kontinuitätsgleichung (3) durch Q/F , multipliziert dann die

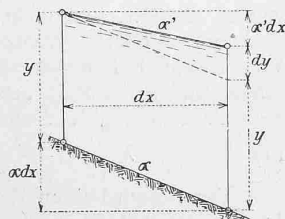


Abb. 1.