Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 40 (1948)

Heft: 9

Artikel: Die Entwicklung der Hydraulik und der hydraulischen Wissenschaft in der Schweiz in den letzten 100 Jahren

Autor: Jaeger, Charles

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921622

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: 15.07.2025

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

Die Entwicklung der Hydraulik und der hydraulischen Wissenschaft in der Schweiz in den letzten 100 Jahren

Von Dr. *Charles Jaeger*, Privatdozent an der ETH, wissenschaftlicher Mitarbeiter der Versuchsanstalt für Wasserbau.

Die Entwicklungsgeschichte der Wissenschaft und der Technik interessiert nicht nur den Fachwissenschafter, sondern immer mehr den Historiker und durch ihn weite Leserkreise. Eine moderne Geschichte der Schweiz, die diese Gesichtspunkte vernachlässigen würde, wäre kaum mehr denkbar. Der Arbeit des eigentlichen Geschichtschreibers müssen aber als Unterlage eine Anzahl Monographien vorausgehen, in welchen die wichtigsten technischen Geschehnisse und wissenschaftlichen Arbeiten durch Fachmänner ausgesucht und dargestellt werden.

Für eine solche Zusammenfassung auf dem gesamten Gebiete der Hydraulik scheint der Zeitpunkt deswegen gekommen zu sein, weil wir am Anfang einer grossen neuen Entwicklungsperiode stehen. Aus den bisherigen geschichtlichen Linien sollte sich auch der Weg für die Zukunft finden lassen.

Mit der folgenden Abhandlung hoffen wir auch Fachleute der Energiewirtschaft und des Wasserbaues zu interessieren.

Das Manuskript wurde anfangs 1946 abgefasst. Später erschienene Veröffentlichungen sind nicht berücksichtigt worden. *Red.*

I. Wissenschaftliche Hydraulik

Einleitung

Die beiden Basler Gelehrten *D. Bernoulli* (1700 bis 1782) und *L. Euler* (1707 bis 1783) sind die eigentlichen Begründer der modernen Hydraulik, obwohl vor ihnen schon Leonardo da Vinci, Galilei, Torricelli, Pascal usw. zu erwähnen wären.

19. Jahrhundert

Zum grossen Aufschwung der *wissenschaftlichen Hydraulik* im 19. Jahrhundert, der besonders französischen Hydraulikern (Bélanger, Bresse, Poncelet, de St-Venant, Darcy, Bazin, Boussinesq) zu verdanken ist, haben schweizerische Wissenschafter wenig beigetragen. Zu erwähnen sind die Arbeiten und Veröffentlichungen der Formeln von *Ganguillet* (1869)[1] und *Kutter* (1869, 1870)[2] über Reibungsverluste in Flüssen und Kanälen. Ferner wären im 19. Jahrhundert noch einige Engländer (Stockes, Reynolds) und Deutsche zu nennen.

Dagegen haben sich im 19. Jahrhundert schweizerische Ingenieure auf dem Gebiete des Flussbaues und gegen Ende des Jahrhunderts im Wasserbau durch Ausführung grosser und kühner Werke bekanntgemacht (siehe II. Teil).

20. Jahrhundert

Mit der Veröffentlichung von *J. Michaud* (1903)[3] über *Druckstösse* in Druckleitungen wird ein Gebiet der Hydraulik eröffnet, zu dem die Schweizer Hydrauliker wesentlich beigetragen haben. Michaud berücksichtigt die Elastizität des Wassers und der Druckleitung, indem er sie am untern Ende der Leitung konzentriert denkt. Die genaue Lösung mit längs der Druckleitung verteilter Elastizität wurde 1903 bis 1913 durch *Allievi* (Mailand) gegeben [übersetzt ins Deutsche durch *Dubs-Bataillard* (1909), ins Französische durch *Gaden* (1921)]. An der Weiterentwicklung der Theorie der Druckstösse haben schweizerische Ingenieure einen regen Anteil genommen:

O. Schnyder[4] (Klus) entwickelt in mehreren Aufsätzen eine graphische Methode zur Berechnung von Druckstössen (1929—1932 und folgende Jahre) in Druckleitungen mit veränderlichem Querschnitt. Dieses als Methode von *Schnyder-Bergeron* bekannte Berechnungsverfahren ist allgemein gebräuchlich geworden.

Zu der analytischen Theorie des Druckstosses haben *Ch. Jaeger*[5] (1933, 1934, 1936 und 1939), *H. Favre*[6] (1938) und *P. de Haller*[7] (1940) durch mehrere Veröffentlichungen beigetragen. (Berechnung von abgestuften Leitungen, parallelen Druckleitungen, Druckleitungen mit linear veränderlicher Charakteristik, Wasserschlössern, Schwingungen und Resonanzerscheinungen in Druckleitungen.)

Parallel zu den Untersuchungen über Druckstösse sind von Schweizern oder in der Schweiz ansässigen Ingenieuren wichtige Veröffentlichungen über Wasserschloßschwingungen herausgegeben worden.

Prof. *Prásil*, ETH (1908)[8], ist der eigentliche *Begründer* der Theorie des Wasserschlosses. Eine ausgezeichnete Zusammenfassung der Theorie der Wasserschlösser stammt von *J. Calame* und *D. Gaden* (1926)[9], denen auch eine graphische Berechnungsmethode zu verdanken ist. Über die Theorie der Stabilität der Wasserschlösser hat *Ch. Jaeger* (1944)[10] einen Aufsatz veröffentlicht; darin sind auch die Wasserschloßsysteme berücksichtigt, die bereits in einem Aufsatz von Prof. Dr. *Stucky* (1936)[11] behandelt worden waren.

Um auf dem Gebiete der nicht permanenten Abflüsse zu verbleiben, muss noch die ausgezeichnete Arbeit von *H. Favre*, Versuchsanstalt für Wasserbau ETH (1935)[12], über Translationswellen in offenen Gerinnen (ondes de translation) erwähnt werden. Die

[1] Betrifft Literaturverzeichnis am Schluss des Aufsatzes.

theoretischen und analytischen Untersuchungen werden durch äusserst wertvolle experimentelle Untersuchungen vervollständigt und kontrolliert. Über die Theorie des Wellenschlages veröffentlichte der im Auslande tätige Schweizer *Miche* wichtige Aufsätze.

Die französischen Hydrauliker der «klassischen» Periode (19. Jahrhundert) hatten die Theorie der permanenten Abflüsse auf elegante und übersichtliche Weise gelöst. Der Gedanke, diese Theorien zu vervollständigen und zu verbessern, musste später kommen, da noch mehrere wichtige Fragen ungelöst geblieben waren. Zum Teil unabgeklärt blieb, nach den Versuchen der Franzosen *Darcy* und *Bazin*, die Frage des Reibungswiderstandes in Röhren und offenen Kanälen. Im 19. Jahrhundert wurde $v = c\,R^{1/2} J^{1/2}$ gesetzt. *Strickler* (1923)[13] zeigte an Hand einer umfangreichen Zusammenstellung von Messergebnissen, dass die Formel $v = k\,R^{2/3} J^{1/2}$ besser stimmt. Zur weitern Abklärung dieser Frage trugen die Messungen der Druckverlustkommission SIA und insbesondere der Bericht von *E. Hoeck*, Versuchsanstalt für Wasserbau ETH (1943)[14], wesentlich bei.

Eine weitere Frage betrifft den Gebrauch des Impulssatzes in der Hydraulik. Die meisten Hydrauliker des 19. Jahrhunderts benutzten den Begriff der Energie (Satz von *Bernoulli*), ausnahmsweise den Impulssatz (Theorie von *Boussinesq*). Schon 1931 wurde von *Ch. Jaeger*[15] darauf hingewiesen, dass zwischen Impulssatz und Energiesatz gewisse scheinbare Widersprüche beständen. Wie äusserst handlich der Impulssatz gerade in der Hydraulik sein kann, haben *H. Favre* (1933)[16] mit einem Aufsatz über Abflüsse mit längs der Achse variablen Wassermengen und *Ch. Jaeger* (1936)[17] in einer Veröffentlichung über Abflüsse über Schwellen und Querschnitterweiterungen gezeigt.

Ein anderes Problem war durch die Schrift von *F. Böss* (1919) (Karlsruhe) aufgeworfen worden, die für den Begriff der kritischen Tiefe (Übergang von schiessendem zu strömendem Abfluss oder umgekehrt) eine neue Definition brachte. Unter den Hydraulikern verschiedener Länder herrschte Uneinigkeit über die Tragweite dieses Begriffes, insbesondere über dessen Anwendbarkeit auf Abflüsse mit gekrümmten Wasserfäden. Untersuchungen über gekrümmte Abflüsse verdankt man *Ch. Jaeger* (1934 und 1939)[18] und *C. Fawer* (1937)[19]. Zusammen mit der Schrift von Böss und den erwähnten Untersuchungen über den Impulssatz bildeten diese Abhandlungen über die Abflüsse mit gekrümmten Wasserfäden den Ausgangspunkt eines zusammenfassenden Exposés von *Ch. Jaeger* (1943 und 1944)[20], nach welchen sämtliche permanenten Abflüsse in offenen Kanälen, ob gradlinig oder gekrümmt, ob potential oder turbulent, ob kontinuierlich (écoulements graduellement variés) oder diskontinuierlich (écoulements variés) nach einer einheitlichen Methode behandelt werden können, die den Energiesatz und den Impulssatz kombiniert. Somit wird — unter Beseitigung sämtlicher Unstimmigkeiten — eine Brücke geschlagen zwischen den Theorien der Anhänger des Impulssatzes und denjenigen des Energiesatzes sowie den Theorien der kontinuierlichen Abflüsse und denjenigen der diskontinuierlichen Abflüsse.

Diese zahlreichen Arbeiten, sowohl auf dem Gebiete der permanenten als der nichtpermanenten Abflüsse, wurden wesentlich begünstigt durch die im Jahre 1930 erfolgte Gründung der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH (Begründer und Leiter Prof. Dr. *E. Meyer-Peter*) (1929/30)[21] und die etwas später erfolgte Gründung eines Wasserbaulaboratoriums an der Ecole d'Ingénieurs de Lausanne (Begründer und Leiter Prof. Dr. *A. Stucky*).

Die den Hydraulikern zur Lösung gestellten Aufgaben sind zum Teil so schwierig, dass der mathematische Apparat dazu versagt. Es muss experimentiert werden und zwar meistens an Modellen in kleinem Maßstab. Experimente sind aber für die Technik nur dann von Nutzen, wenn daraus sichere Schlüsse gezogen werden können. Für den Bau einer Versuchsanstalt war der Augenblick günstig gewählt. Einerseits war für die nächsten Jahrzehnte genügend Arbeit gesichert (Rheinregulierung, Bau grosser Wasserkraftanlagen, wissenschaftliche Forschung usw.), anderseits aber waren, dank den Forschungen im Auslande, die Theorie und die Technik des Versuchswesens schon genügend ausgearbeitet, so dass den schweizerischen Versuchsanstalten die ersten Arbeiten erleichtert wurden.

Beide Versuchsanstalten haben durch Veröffentlichungen einen Teil ihrer Tätigkeit bekanntgegeben. Die Versuchsanstalt der Ecole d'Ingénieurs veröffentlichte unter der Leitung von Prof. Dr. *Stucky*, neben mehreren Dissertationen [*Fawer* (1937)[19] *Ebner* (1940)[22], *Feylesoufi* (1940)[23]] eingehende Studien über den Wellenschlag und die Meereswellen (1937 bis 1938)[24], über Schützen (1940)[24] sowie über Modellversuche für Wasserschlösser (1936)[24], die vorbildlich sind und auch im Auslande nachgeahmt wurden.

Die Arbeit einer Versuchsanstalt, die mit der Industrie im engen Zusammenhang steht, kann keine systematische sein. Es muss zuerst den Wünschen und den Anfragen der arbeitgebenden Industrie Rechnung getragen werden. Nach einer Arbeitsperiode, die sich nun über eineinhalb Dezennien erstreckt, kann trotzdem in der Arbeit der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH eine gewisse Systematik erblickt werden.

(Fortsetzung folgt.)