

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109/110 (1937)
Heft: 20

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: 27.01.2026

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

INHALT: Zweidimensionale Strömung schiessenden Wassers. — Neuere schweizerische Luftseilbahnen für beschränkte Personenbeförderung. — Bündner Bergbauten. — Vergleich der Wirtschaftlichkeit öffentlicher Nahverkehrsmittel in Russland. — Mitteilungen: Neues Dampfkraftwerk in Nijmegen (Holland). Eisenbeton und Feuersicherheit. Neue Flugzeughallen in Deutschland. Eidg. Techn. Hochschule. Mostra Ticinese d'Arte,

Lugano 1937. Rückgang der Arbeitslosigkeit. Anhänger-Wohnwagen. Biologische Reinigung des Abwassers ohne Vorklärung. Internat. Wohnungs- und Städtebau-Kongress Paris. Zweites Geleise Flums-Sargans. — Neuer Antennenturm des Landessenders Beromünster. — Schweizer. Landesplanung. — Nekrolog: Albert Beutter. — Literatur.

Band 109

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 20

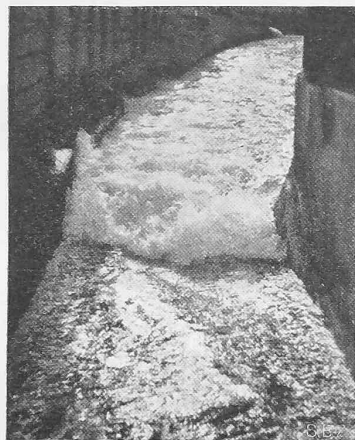


Abb. 1. Gerader Stoss.

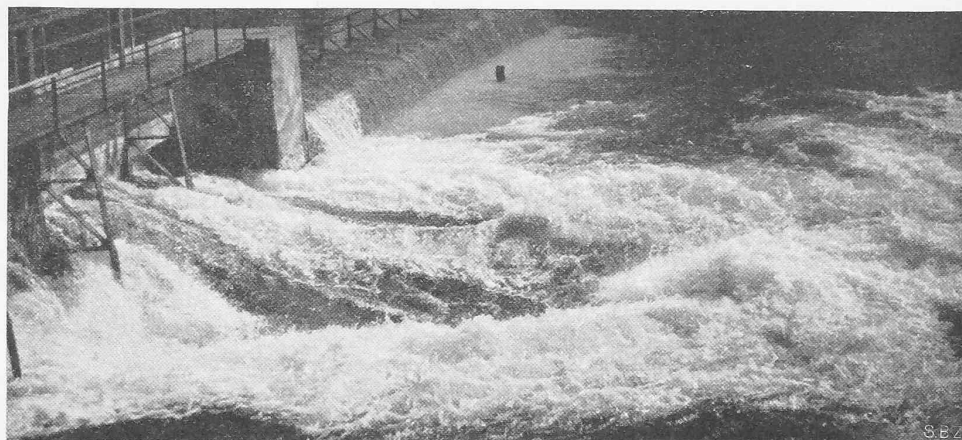


Abb. 2. Schiefer Stoss.

Zweidimensionale Strömung schiessenden Wassers

Von Dipl. Ing. ERNST PREISWERK, Inst. für Aerodynamik, E. T. H.

Es ist schon lange bekannt, dass eine Analogie besteht zwischen einer Strömung von Wasser mit freier Oberfläche auf horizontalem Boden und der ebenen Strömung eines kompressiblen Gases. Bereits 1911 ist von *Isaachsen*¹⁾ darauf hingewiesen worden, und er hat einige darauf bezügliche Versuche angestellt. Später hat auch *Riabouchinsky*²⁾ aus der Kontinuitäts- und der Energiegleichung theoretisch geschlossen, dass die Analogie der beiden Strömungsarten besteht. Allerdings folgt aus den beiden erwähnten Gleichungen, dass die Strömungsarten nur dann verglichen werden können, wenn das Verhältnis der spezifischen Wärmen des Vergleichsgases bei konstantem Druck und bei konstantem Volumen $k = 2$ ist. Es liegt nun nahe, die Theorie der kompressiblen Gasströmungen, die in neuerer Zeit durch *Prandtl*, *Meyer*³⁾ und besonders durch *Busemann*⁴⁾ gefördert worden ist, auf die Berechnung der Wasserströmungen anzuwenden.

Die Wasserströmung in einem symmetrischen, rechteckigen Kanal von variabler Breite wird in der Gegend des engsten Querschnittes eindimensional, d. h. die Hauptströmung hat dort die Richtung der Kanalaxe, und die Quergeschwindigkeit ist vergleichsweise klein. Für die analoge Gasströmung hat *Th. Meyer* in seiner Dissertation schon 1908 durch einen Reihenansatz das Geschwindigkeitspotential und damit die Strömung in der Umgebung des engsten Querschnittes gefunden. *A. M. Binnie* und

*S. G. Hooker*⁵⁾ haben nun in letzter Zeit die analogen Ueberlegungen für die eindimensionale Wasserströmung im engsten Querschnitt des Kanales durchgeführt.

Auf Anregung von Prof. Dr. *J. Ackeret* (Zürich) habe ich in einer bald abzuschliessenden Arbeit die Analogie der stationären zweidimensionalen Strömung von Wasser mit der kompressiblen ebenen Gasströmung näher untersucht. Die Differentialgleichung für das Geschwindigkeitspotential der ebenen Wasserströmung ergibt sich zu

$$\Phi_{xx} \left(1 - \frac{\Phi_x^2}{gh}\right) + \Phi_{yy} \left(1 - \frac{\Phi_y^2}{gh}\right) - 2\Phi_{xy} \frac{\Phi_x \Phi_y}{gh} = 0.$$

Das ist die nämliche Gleichung wie für das Geschwindigkeitspotential der Gasströmung⁶⁾. Es zeigt sich, dass der Schallgeschwindigkeit im Gas die Grundwellengeschwindigkeit im Wasser, und dass damit der Ueberschallströmung das schiessende Wasser entspricht; dabei spielt die Wassertiefe die Rolle der Gastemperatur und gleichzeitig der spezifischen Masse des Gases. Wichtig ist, dass die analoge Grösse zum Druck in der Gasströmung beim Wasser das Quadrat der Wassertiefe ist; damit entsprechen einander in beiden Strömungsarten die Gesamtkräfte auf die seitlichen Begrenzungen.

Busemann hat eine Theorie entwickelt zur Berechnung von zweidimensionalen Ueberschallströmungen. Nun habe ich die analogen Ueberlegungen für die zweidimensionale Wasserströmung gemacht. Solange keine Stösse vorkommen, kann man mittels eines Hodographen-Charakteristikendiagrammes für $k = 2$ das Strömungsbild entwerfen. Wenn aber Stösse vorkommen (Abb. 1 und 2), so ist die Analogie der beiden Strömungsarten (kompressibles Gas und Wasser mit freier Oberfläche) nicht mehr vollständig. Der Grund dafür liegt darin, dass bei einem Stoss ein Teil der kinetischen Energie in Wärme umgesetzt wird. Für eine Gasströmung tritt diese Wärme wieder in der Energiegleichung nach dem Stosse auf, während die entstandene Wärme beim Wasser als «verlorene» Energie zu behandeln ist. Für Wasser musste deshalb eine eigene Stosstheorie entwickelt werden. Abb. 3 zeigt die gefundenen sog. Stosspolaren, die von den

¹⁾ *I. Isaachsen*: Innere Vorgänge in strömenden Flüssigkeiten und Gasen. «Z. VDI», 1911.

²⁾ *D. Riabouchinsky*: Sur l'analogie hydraulique des mouvements d'un fluide compressible. «C. R. de l'académie des sciences», Nov. 1932.

³⁾ *Th. Meyer*: Ueber zweidimensionale Bewegungsvorgänge in einem Gas, das mit Ueberschallgeschwindigkeit strömt. Dissert. Göttingen, 1908.

⁴⁾ *A. Busemann*: Gasdynamik. Handbuch der Experimentalphysik, Band 4, I. Teil, 1931.

⁵⁾ *A. M. Binnie* und *S. G. Hooker*: The Flow under Gravity of an Incompressible and Inviscid Fluid through a Constriction in a Horizontal Channel. Proceedings of the Royal Society A. Nr. 899, April 1937.

⁶⁾ *J. Ackeret*: Gasdynamik. Handbuch der Physik, Band VII, 1925, Seite 308.

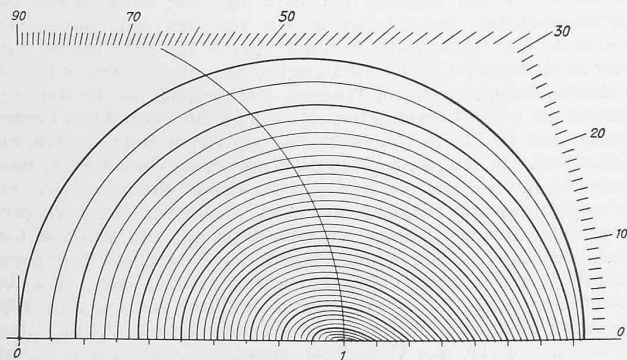
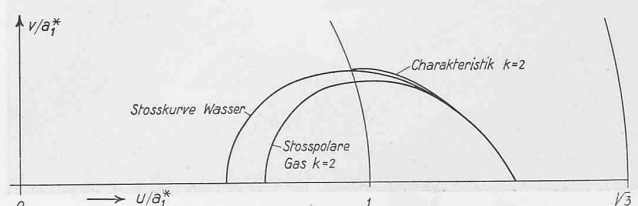
Abb. 3. Stosspolaren für Wasser. Einheit $a_1^* = 1$, $C_{max}/a^* = \sqrt{3}$.

Abb. 4. Abweichung des Wasserstosses vom Gasstoss.