

Objekttyp: **TableOfContent**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **109/110 (1937)**

Heft 20

PDF erstellt am: **26.09.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://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. Wohnungsbau- 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

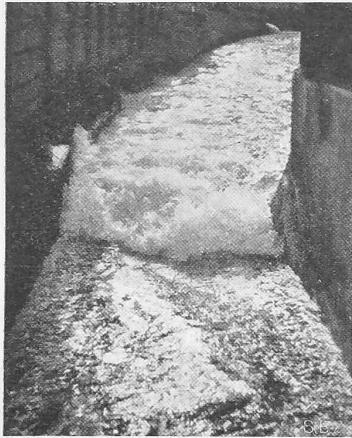


Abb. 1. Gerader Stoss.

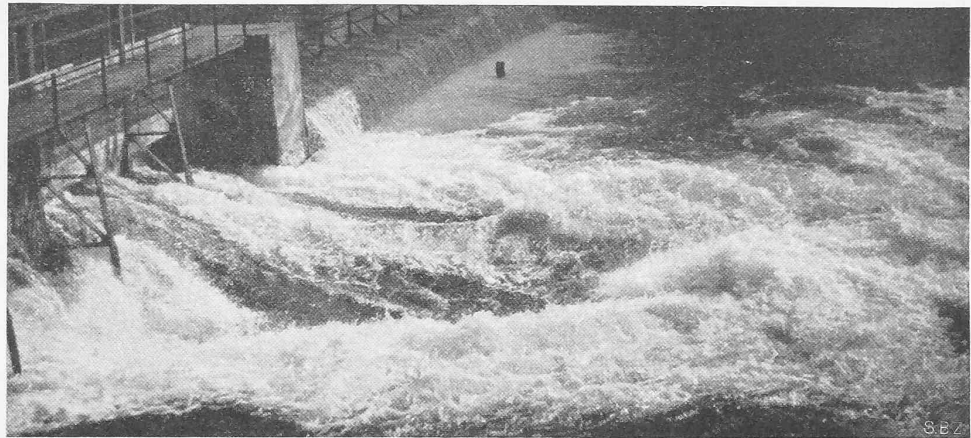


Abb. 2. Schiefer Stoss.

### 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*<sup>1)</sup> darauf hingewiesen worden, und er hat einige darauf bezügliche Versuche angestellt. Später hat auch *Riabouchinsky*<sup>2)</sup> 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*<sup>3)</sup> und besonders durch *Busemann*<sup>4)</sup> 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*<sup>5)</sup> 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 Gasströmung<sup>6)</sup>. Es zeigt sich, dass der Schallgeschwindigkeit im Gas die Grundwellengeschwindigkeit im Wasser, und dass damit der Uberschallströmung 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 Uberschallströmungen. 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

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

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

<sup>3)</sup> *Th. Meyer*: Ueber zweidimensionale Bewegungsvorgänge in einem Gas, das mit Uberschallgeschwindigkeit strömt. Dissert. Göttingen, 1908.

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

<sup>5)</sup> *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.

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

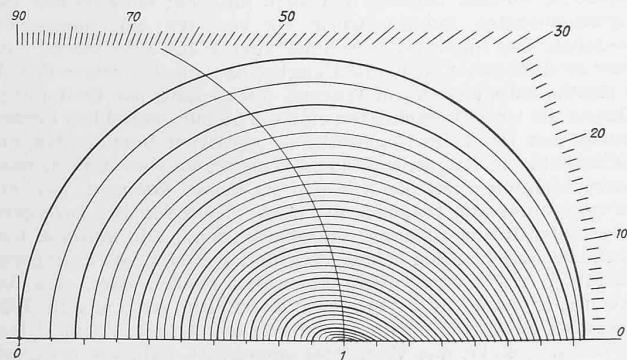


Abb. 3. Stosspolaren für Wasser. Einheit  $a_1^* = 1$ ,  $C_{max}/a^* = \sqrt{3}$ .

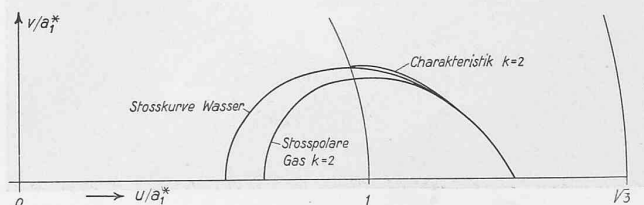


Abb. 4. Abweichung des Wasserstosses vom Gasstoss.