Beitrag zur Theorie der Bewegung des Wassers in geschiebeführenden Rinnen

Autor(en): **Meythaler, Friedrich Karl**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **37/38 (1901)**

Heft 2

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-22735

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.e-periodica.ch

Kanzel und Orgel ein wichtiges und hervorragendes Glied dieser Entwickelung und beweist in schönster Weise, wie durch eine aus den Anforderungen des Gottesdienstes ideal entwickelte, zweckmässige Gestaltung der prägnante Ausdruck des protestantischen Gotteshauses zu gewinnen ist.

Gustav Gull.

Beitrag zur Theorie der Bewegung des Wassers in geschiebeführenden Rinnen.

Von Bezirksingenieur *Friedrich Karl Meythaler.*

Bekannt ist die Erscheinung des Serpentinierens des Wassers im Gerinne mit beweglicher Sohle. Von einem Ufer schlängelt sich der Thalweg in Windungen gegen das andere, am Ufer tiefe Kolke, beim Schnitt mit der Stromachse Erhöhungen — Schwellen — bildend. Noch unvollständig und keineswegs genügend durchgebildet ist die Theorie dieser z. B. im Rheine unterhalb Basel auf einer Länge von über 200 *km* auftretenden Bewegungsform. Unsere bisherigen Kenntnisse über die Erscheinung sind in dem Handbuch der Geophysik von Dr. Siegmund Günther, Band II, 2. Auflage, Stuttgart 1899 zusammengefasst.

Die Mitteilung einer weiteren, in Flüssen häufig zu beobachtenden Eigentümlichkeit der Bewegung des Wassers dürfte nicht unwillkommen sein. Seit langem benützt der Verfasser bei Untersuchungen in dem Gebiete der Potamologie, besonders bei Studien über die Längenschnitte der Gerinne, die Massenmittelpunkts-Kurve der Wassermasse, d. i. die Verbindungslinie der Massenmittelpunkte der aufeinanderfolgenden Flussquerschnitte. Es wird hierdurch der Querschnittsform der Rinne, welche bekanntlich bei beweglicher Sohle von Punkt zu Punkt des Längenschnittes sich ändert, in einer den Prinzipien der theoretischen Mechanik entsprechenden Weise Rechnung getragen. Die Untersuchung dieser Kurven an zahlreichen geschiebeführenden Gewässern ergab die überraschende Thatsache, dass *die Massenmittelpunkte der Querschnitte nicht nur im Grundriss, sondern auch im Aufriss eine sinusoidale Bewegung beschreiben,* dass also die gesamte, vom Flusse abzuführende Wassermasse periodisch sich senkt und hebt, wenn auch der Wasserspiegel eine stetig sich thalwärts neigende Fläche bildet. Gewöhnlich werden bei den auf die Theorie des fliessenden Wassers bezüglichen Rechnungen nur die üblichen Abflussfaktoren — Querschnittsfläche, benetzter Umfang, hydraulischer Radius und Oberflächengefälle — benützt. Aus diesen Werten lässt sich aber die angeführte, für die Ermittelung der sekundlich zur Abströmung gelangenden Wassermenge äusserst wichtige Eigenschaft nicht ableiten, da die Form des Querschnitts und der Sohle unberücksichtigt bleibt. Bei geschiebeführenden Flüssen versagen daher die Rechnungsmethoden nach den bekannten empirischen Formeln von Bazin, Ganguillet-Kutter u. a. völlig.

Die Christuskirche in Karlsruhe.
Architekten: *Curjel & Moser.*

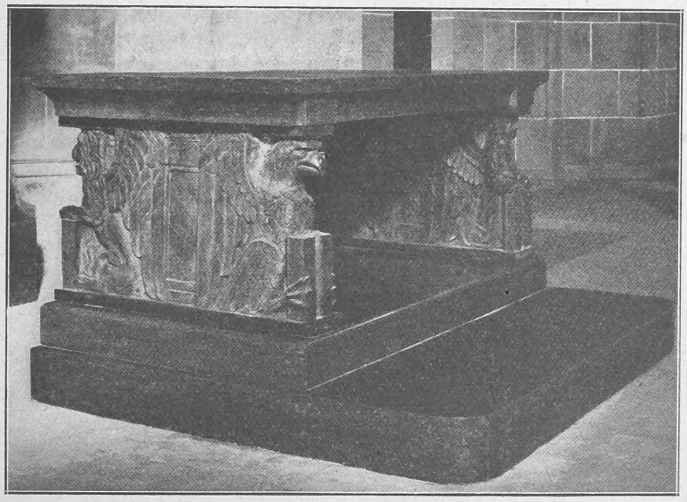


Abb. 12. Altartisch.

Zur Veranschaulichung der Massenmittelpunkts-Kurve — man könnte dieselbe Potamokurve nennen — diene die unten stehende, vom Verfasser nach thatsächlichen Verhältnissen in geschiebeführenden Wasserläufen schematisch zusammengestellte Figur: die Linien $S_0\ S_1\ S_2$ .. stellen die Kurve in Grund- und Aufriss, sowie die Projektion auden Flussquerschnitt dar.

Die Christuskirche in Karlsruhe.
Architekten: *Curjel & Moser.*

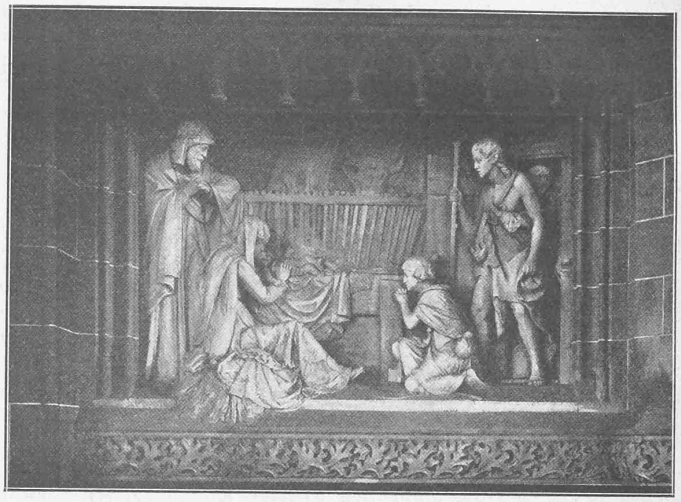
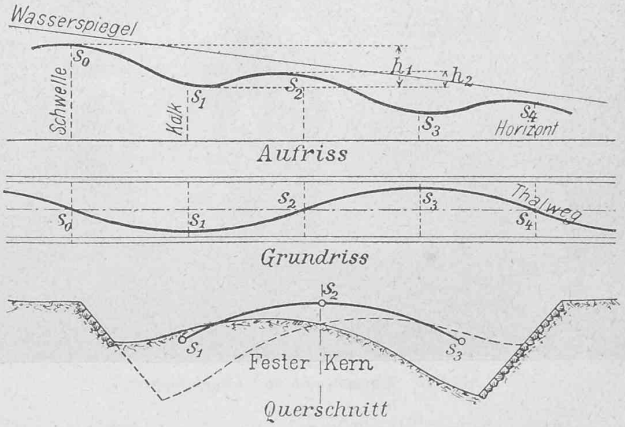


Abb. 11. Relief an der Kanzelwand: Die Geburt Christi.

In den Kolken ist die Lage der Massenmittelpunkte am tiefsten, über den Schwellen am höchsten. Ein merkbarer Unterschied der Geschwindigkeiten auf den dem Kolke nach oben und unten benachbarten Schwellen ist nicht zu erkennen. Die Hebung der Wassermasse von S_1 nach S_2 um den Betrag h_2 kann daher nur durch die beim Absturz von S_0 nach S_1 gewonnene lebendige Kraft $\frac{1}{2} \Sigma m v^2 = 1000\ Q \cdot h_1$ bewirkt werden, wobei Q die sekundliche Wassermenge in Kubikmetern, h_1 die Absturzhöhe in Metern bedeuten.

Ein Grund für die beschriebene Bewegungsform lässt sich nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse über die Bewegung elastischer und stetig sich verändernder Systeme nicht angeben. Angedeutet mag nur werden, dass die folgenden Figuren eine Analogie des Problems des fliessenden Wassers mit jenem schwingender Saiten erkennen lassen. Auch kann hier auf die ähnliche Erscheinung der periodischen Querschnittsänderung eines freien Wasserstrahls verwiesen werden. Die bisherige, den Grundgesetzen der Mechanik widersprechende und eher in das Gebiet der „mechanischen Mythologie" einzuordnende Erklärung, nach welcher bei niedrigen Wasserständen das Bettf



gefälle zu gross sei, der Strom aber das Bestreben habe, diesen Gefällsüberschuss durch künstliche Vermehrung der Bewegungswiderstände — Eingraben in das diluviale Geschiebe — auszugleichen, ist als völlig unhaltbar zu verwerfen. Es ist keineswegs einzusehen, aus welchem Grunde der angebliche Ueberschuss an Gefälle nicht zur Geschwindigkeitsvermehrung verwendet wird.

Am Rheine in der Gegend von Strassburg kommen Werte des absoluten Gefälles h_1 bis zu 1,60 *m* vor; nimmt man die kleinste Durchflussmenge zu 350 sek./m^3 an, so werden innerhalb jedes, etwa 900 *m* langen Thalwegabschnittes

$$\frac{1000 \cdot 350 \cdot 1{,}6}{75} = 7466 \, P.S.$$

erzeugt und zur Hebung der Wassermasse und Ueberwindung der Reibungswiderstände unmittelbar darauf wieder verwendet.

Hierin dürfte die Erklärung dafür zu suchen sein, dass der Fluss sich gegenüber künstlichen Eingriffen in das bestehende Regime so ausserordentlich empfindlich zeigt. Abänderungen der Korrektion verändern auch die Beschaffenheit der Potamokurve. Verbauungen nach der Tiefe verringern die Beträge der vertikalen Abstände, Einschränkungen der Flussbreite vermindern die horizontale Entfernung der aufeinanderfolgenden Kurvenscheitel. Beide Massnahmen zugleich ausgeführt bewirken unzweifelhaft eine namhafte Vergrösserung der Wellenlängen. Verhindert man den Absturz des Wassers und daher auch die Geschwindigkeitsvermehrung durch passende Verbauung der Kolke, so sind die Vorbedingungen für die Erzielung gleichmässiger Wasserbewegung und regelmässiger Tiefenverhältnisse gegeben.

Bei höheren Wasserständen verflacht sich die Linie $S_0 \, S_1 \, S_2 \ldots$ im Grund- und Aufriss; immer aber — selbst bei ausserordentlichen Ständen — lassen sich schwingende Bewegungen der Wassermasse erkennen. Daher kommt es auch, dass nach Abschwellen des Wassers stets wieder die alte Konfiguration — verschoben in der Längsrichtung des Flusses — vorhanden ist. Die Veröffentlichung von Beobachtungen ähnlicher Art an anderen Flüssen wäre im Interesse des Fortschrittes der Potamologie willkommen.

Neuerdings hat man versucht, die Lehren der höheren Analysis in die Hydrologie einzuführen, insbesondere funktionentheoretische Betrachtungen über die Formeln von Bazin, Ganguillet-Kutter u. a. anzustellen.[1]). Es wurden hierzu die tabellarischen Zusammenstellungen der Pegelbeobachtungen benützt, wie sie für viele Flüsse regelmässig veröffentlicht werden. Aber auch diese sind bei Gerinnen mit beweglicher Sohle nur mit Vorsicht zu benützen. Die relative Lage des feststehenden Pegels zu den einzelnen Punkten der beweglichen Potamokurve verändert sich stetig mit dem Vorrücken der letzteren. Die zu verschiedenen Zeiten beobachteten Pegelstände entsprechen daher stets andern Punkten der Kurve und demgemäss auch andern Abflussverhältnissen. Zum Ausdruck gelangt diese Erscheinung z. B. am Rheine in der Gegend von Strassburg dadurch, dass bei gleicher Wasserführung des Stroms an ein und demselben Pegel die Wasserstände zu verschiedenen Zeiten um Beträge von rd. $\pm$ 25 *cm* abweichen.

Karlsruhe, im April 1901.

[1]) Es kann hier hingewiesen werden auf die Abhandlung des Verfassers «Berechnung der Abflussmengen in Flüssen», erschienen im Centralblatt der Bauverwaltung, Berlin, Jahrgang 1898, Seite 261 u. f.

Die Christuskirche in Karlsruhe. — Architekten: *Curjel & Moser* in Karlsruhe.

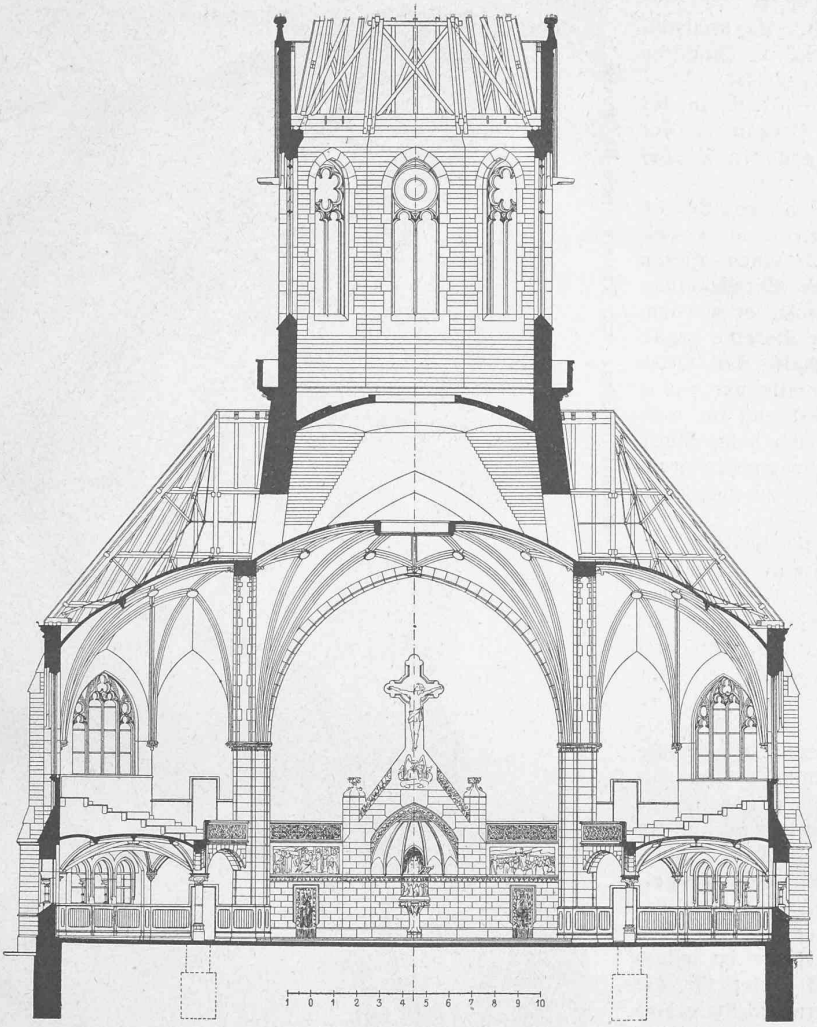


Abb. 13. Querschnitt. — Masstab 1 : 300.

Die neuen Linien der Rhätischen Bahn.

Von Oberingenieur *Hennings*.

(Fortsetzung.)

b. Tiefenkastel-Filisur — km 12,6-23,0.

Ein Teil dieser Strecke, zwischen Tiefenkastel und Alvaneu ist als ziemlich einfach zu bezeichnen, dann folgen bis zur Station Filisur grosse Arbeiten.

Der Unterbau dieses einfachern Teilstückes kostet ungefähr 100 000 Fr. per *km*, während die durchschnittlichen Kosten von Thusis bis Filisur 195 000 Fr. betragen.

Zwischen Alvaneu und Filisur liegen die zwei grossen Thalübergänge über das Schmittentobel und das Landwasser, die in Abb. 6 (S. 7) dargestellt sind.

Das Schmittentobel verlangt einen 140 *m* langen und 35 *m* hohen Viadukt und gleich darauf folgt der Landwasser-Uebergang, als einer der grössten Viadukte der Albulabahn, welcher sechs gewölbte Oeffnungen zu 20 *m* erhält, 65 *m* hoch über dem Wasser liegt und ausnahmsweise in einen Bogen von 100 *m* R. gelegt werden musste, während sonst der kleinste Halbmesser mit 120 *m* angenommen ist. Zur Ausgleichung ist in diesem Bogen die Steigung von 25 ‰ auf 20 ‰ ermässigt.

An den Landwasserviadukt schliesst sich ein 217 *m* langer Tunnel an, worauf bei *km* 23 die Station Filisur in einer Höhe von 1 083 *m* erreicht wird. Diese Station ist so gelegt, dass der geplante Anschluss von Davos her ohne Schwierigkeit stattfinden kann. — Zwischen-Stationen sind bei Surava und Alvaneu.

Der Bündnerschiefer erstreckt sich bis Surava, dann folgt Muschelkalk, unterste Trias und Rauhwacke.