

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109/110 (1937)
Heft: 17

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: 01.04.2025

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

INHALT: Die Internationale Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee. — Ein Untergrund-Personen-Transportband. — Wettbewerb für eine katholische Kirche in Amriswil. — Messungen und Verbesserungen an bestehenden Heizanlagen. — Mitteilungen: Vorspannen der Armierungen im Eisenbeton. Verbreiterung des «Pont d'Iéna» in Paris.

Beanspruchung von Druckleitungen bei sehr raschen Bewegungen der Abschlusorgane. Vom englischen Strassenwesen. Photozellen im Kraftwerkbetrieb. Kalkauslaugung aus Beton. — Nekrologe: Alfred Bürgli. O. M. Corbino. Elihu Thomson. Ernst Eigenheer. Leopold Karner. Alfred Däniker. — 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. 17

Die Internationale Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee

(Fortsetzung von Seite 193)

II. Beitrag der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H. Zürich zur Lösung des Problems

Von Prof. Dr. E. MEYER-PETER, Dipl. Ing. E. HOECK und Dipl. Ing. R. MÜLLER

A. MODELLVERSUCHE.

Die hier beschriebenen Versuche wurden im Auftrag des Eidg. Departements des Innern und zwar auf Anregung des Eidg. Oberbauinspektors begonnen und dann im Auftrag der Internat. Rheinregulierungs-Kommission zu Ende geführt. Ihr Hauptzweck bestand in der Prüfung der Frage, ob durch bauliche Massnahmen am Diepoldsauer Durchstich, sei es in Form einer Verengung des 110 m breiten Mittelgerinnes unter gleichzeitiger Wuhrerhöhung, sei es durch blosser Erhöhung der bestehenden Wuhre, eine Sohlenabsenkung erreicht werden kann.

Es wurde eine geradlinige Rheinastrecke von 3,5 km Länge nach dem Normalprofil der Rheinregulierung im Masstab 1:100 im Modell nachgebildet. Da es sich von Anfang an mehr um qualitative Resultate handelte, wurde das Gefälle, das durch die Baulinien der Längswerke dargestellt ist, zu 1⁰/₁₀₀ gewählt. Als Geschiebmaterial kam, wie dies für die im Flussbaulaboratorium der T. H. Karlsruhe für die Rheinregulierung unterhalb Basel durchgeführten Versuche der Fall war, Braunkohlengrus zur Verwendung. Im Lauf der Untersuchungen, die von Anfang 1932 bis zum Sommer 1934 dauerten, ergab sich zufolge der von der Versuchsanstalt aus eigener Initiative und unter aktiver Mitwirkung des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft durchgeführten systematischen Geschiebetriebversuche, dass sich dieses Ersatzmaterial nach den gleichen Gesetzen bewegt, wie natürliches Geschiebe¹⁾, was den Wert der erwarteten qualitativen Resultate erhöht.

1. Geschiebefunktion.

Eine erste Untersuchung galt der Frage, ob ein Talfluss wie der Rhein sein Geschiebe gesetzmässig transportiere, oder ob die Geschiebeförderung dem Zufall unterworfen sei und daher ganz unregelmässig und ohne erkennbaren Zusammenhang mit der Wasserführung erfolge. Diese zweite Ansicht trifft sicher für eigentliche Wildbäche zu, bei denen die Sohle mit grossen Blöcken (die gar nicht vom Fluss selbst zu stammen brauchen, vielmehr aus dem nicht vom Bache selbst gebildeten Untergrund herrühren), derart ausgeplästert ist, dass es eines ganz ausserordentlichen Hochwassers bedarf, um sie in Bewegung zu setzen. Kleinere Wassermengen vermögen, ohne die Sohle zu stören, sehr grosse Geschiebemengen zu transportieren, wobei in vielen Fällen, wegen Mangel an seitlichem Zuschub, keine Sättigung des Wassers mit Geschiebe vorhanden ist. Bei einer bestimmten Wassermenge werden also ganz verschiedene Geschiebemengen transportiert, von einem sehr geringen Mindestwert bis zum Sättigungsgrad. Wenn aber die Flusssohle aus eigener Alluvion des Flusses gebildet wird, also aus Geschieben besteht, die der Fluss selbst schon transportiert hat, wird die Ansicht zutreffen, dass der Fluss sich in jedem Moment mit einer bestimmten Geschiebemenge, die natürlich von der Beschaffenheit der Sohle abhängt, sättigt, sodass eine eindeutige Abhängigkeit der Geschiebemenge von der Wassermenge entsteht. Wir wollen diesen Zusammenhang als *Geschiebefunktion* bezeichnen.

Man wird, wenn man von einer Geschiebefunktion hört, diesen Ausdruck nicht so verstehen müssen, dass bei gleichbleibender Wassermenge in jedem Moment genau der gleiche Geschiebetrieb vorhanden ist. Dieser erfolgt vielmehr mit einer periodischen, zeitlichen Veränderlichkeit. Weil sich zufolge der Bewegung in Bänken die Sohle mit der Zeit verändert (Wandern der Bänke), ist die Bewegung im allgemeinen auch örtlich veränderlich. Als «Geschiebetrieb» fassen wir daher den zeitlichen Mittelwert der transportierten Menge an einer bestimmten Stelle auf, und in diesem Sinne ist auch der Begriff Geschiebefunktion zu verstehen.

Eine wichtige Bedingung zur experimentellen Ermittlung des Geschiebetriebes ist noch die, dass die Versuchstrecke im Beharrungszustand sein muss, denn wir wollen ja gerade durch die Geschiebefunktion das Mass der Geschiebeführung definieren,

¹⁾ «Neuere Versuchsergebnisse über den Geschiebetrieb». «SBZ», Bd. 103, Nr. 13 (31. März 1934). — «Beitrag zur Berechnung der Geschiebeführung und der Normalprofilbreite von Gebirgsflüssen». Bd. 105, Nr. 9 und 10 (März 1935).

das der Fluss unter Beibehaltung seiner Sohlenlage eben zu transportieren vermag. Ist dann die einer bestimmten Strecke von oben zugeführte Geschiebemenge grösser oder kleiner als dieses Mass, so muss Verschotterung oder Erosion auftreten; diese nur in dem Masse, als dadurch keine Befestigung der Sohle durch Anreicherung an groben Geschieben entsteht. Weiter hat die Ermittlung einer Geschiebefunktion zur Voraussetzung, dass die hydraulischen Faktoren, die den Wasserabfluss bedingen, auf der Versuchstrecke konstant sind, abgesehen von der durch die periodisch veränderliche Gestaltung der Flusssohle (Kiesbänke) bedingten Periodizität. Es ist also erforderlich, die Versuche so zu gestalten, dass «gleichförmige» Bewegung entsteht. Dies wird beim prismatischen Gerinne durch das parallele Verlaufen der ausgeglichenen Sohle und der gemittelten Wasserspiegellinie ausgedrückt. Wir müssen also (immer mit der gleichen Beschränkung) einen sogenannten Normalabfluss herstellen, bzw. durch das Wasser selbst herstellen lassen. Der Versuch wird also dann erst abzuschliessen sein, wenn diese beiden Bedingungen «Normalabfluss» und «Beharrungszustand» möglichst genau erfüllt sind.

Die Frage der Wahl der Korngrösse der Modellgeschiebe ist durch die bereits erwähnten systematischen Arbeiten der Versuchsanstalt für Wasserbau²⁾ für Geschiebe mit dem gleichen spezifischen Gewicht wie das Naturgeschiebe in dem Sinne abgeklärt worden, dass das Froude'sche Aehnlichkeitsgesetz gilt, sodass die Geschiebe im Masstab des Modells zu verkleinern sind. Da dies beim Masstab 1:100 und den Geschiebeabmessungen des Rheins zu einem allzu feinen Material führt, wird mit Kohlengrus gearbeitet, dessen Korngrösse dann, entsprechend seinem geringern spez. Gewicht, wesentlich gröber gehalten werden kann, wodurch es sich, wie ebenfalls nachgewiesen, nach gleichen Gesetzen bewegt, wie natürliches Geschiebe. Versuche mit Material von verschiedenem spez. Gewicht haben zu folgender empirischer Formel geführt³⁾:

$$\frac{J q^{2/3}}{\alpha \gamma''^{10/3}} = 9,57 + 0,462 \cdot \frac{g''^{2/3}}{\alpha \gamma''^{7/3}}$$

Hierin bedeutet:

J das Energieliniengefälle

q die Wassermenge pro Meter Flussbreite in $\text{kg sec}^{-1} \text{m}^{-1}$

g'' den Geschiebetrieb pro Meter Flussbreite in $\text{kg sec}^{-1} \text{m}^{-1}$ aber unter Wasser gewogen

γ'' das spez. Gewicht des Geschiebmaterials in kg dm^{-3} unter Wasser bestimmt.

Die Gültigkeit der Formel wurde nachgewiesen für das Gebiet mit folgenden Grenzwerten des spez. Gewichtes:

Braunkohlengrus	$\gamma'' = 0,25$
Naturkies	$\gamma'' = 1,68$
Baryt	$\gamma'' = 3,22$

Zu Beginn der Versuche (Anfang 1932) verfügte die Versuchsanstalt noch nicht über die heutige Erfahrung. Es war deshalb aus Vorsicht geboten, bei der ersten Versuchserie gewisse vereinfachende Versuchsbedingungen einzuführen, von denen eine der wichtigsten darin bestand, dass vorläufig ein mehr oder weniger einheitliches Geschiebe verwendet wurde, dessen Korngrösse (mittlerer Durchmesser) zwischen 1 und 3 mm lag. In der zweiten Versuchsreihe 1933/34 wurde dann ein eigentliches Gemisch verwendet, dessen Korndurchmesser von 0,5 bis 11,5 mm reichten.

Um nun die Frage nach der Existenz einer Geschiebefunktion abzuklären, wurden mit beiden Geschiebesorten Dauerversuche mit für einen bestimmten Versuch konstanten Wassermengen ausgeführt. Für das «einheitliche» Geschiebe war dies einfach, weil die Sohle des Modellflusses, sowie auch die am obren Ende des Modells eingeführten Geschiebe (Beschickung) aus dem nämlichen Material bestanden. Immerhin musste auch

²⁾ Siehe Fussnote 1.

³⁾ H. Favre: «Recherches expérimentales sur les débits solides dans les cours d'eau». Rapport de communications des Journées d'études de la navigation, Lyon, Edition: Foire de Lyon, 1935. — Siehe auch: Annales des Ponts et Chaussées, No. VIII, 1935 und No. VII, 1936.