

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109/110 (1937)
Heft: 14

Artikel: Die Internationale Rheinregulierung vor der Illmündung bis zum Bodensee
Autor: Einstein, A.H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-49126>

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: 03.04.2026

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

INHALT: Die Internationale Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee. — Theoretische Betrachtungen zum Geschiebetrieb. — Kleinhaus in Holzbauweise. — Von den französisch-italienischen Alpenstrassen. — Zum Ausbau der Strasse Barges-Zollhaus. — Mitteilungen: Elektrischer Betrieb auf der Strecke Paris-Le Mans der französischen Staatsbahnen. Ingenieurtagungen in Düsseldorf. Grosse Wasserleitungen in Kalifornien. Pumpen-Spiralgehäuse mit Drallströmung. Das Unglück

beim Bau der Nord-Süd-«S»-Bahn in Berlin. Eine federnde Strassenabschränkung. Konservieren von Holzmasten mittels Schweissbrennern. Flugzeuge mit Bugrad. Kurs für gewerbl. Atemschutz und Rettungsgas-schutz. Thurgauisches Regierungsgebäude. Möbelwettbewerb. — Wettbewerbe: Reformiertes Kirchgemeindehaus mit Pfarrhausanbau in Bern. — Nekrologe: Paul de Chambrier. Gust. Thurnherr. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 110 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. 14

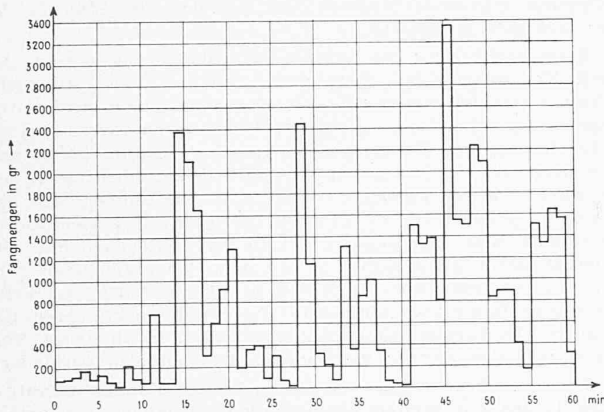


Abb. 48. Verlauf der Fangergebnisse während einer Stunde

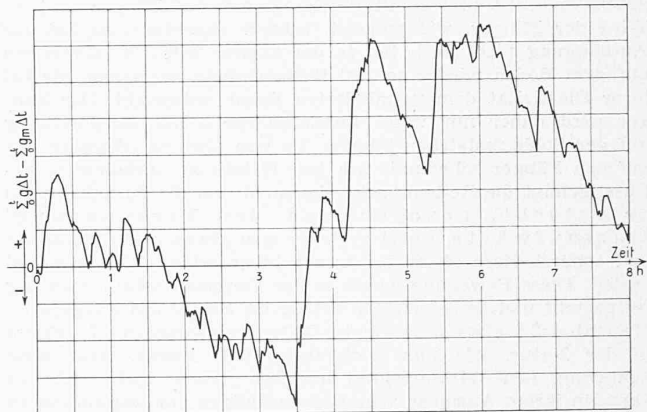


Abb. 49. Zeitlicher Verlauf der Geschiebefracht während 8 Stunden

Die Internationale Rheinregulierung von der Illmündung bis zum Bodensee

IV. Die Eichung des im Rhein verwendeten Geschiebefängers

Von Dr. A. H. EINSTEIN, Ingenieur der Versuchsanstalt für Wasserbau, E. T. H. Zürich

Da die Eichung eines Geschiebefängers, im Gegensatz zu fast allen andern Eichungen, auf prinzipielle Schwierigkeiten stösst, soll ihr ein besonderer Abschnitt gewidmet werden.

Um einen Geschiebefänger zu eichen, der den an einer bestimmten Sohlenstelle zu einer bestimmten Zeit vorhandenen Geschiebetrieb messen soll, müssen wir mit dem Fänger einen uns bekannten Geschiebetrieb messen und das Messergebnis mit der tatsächlichen Grösse des Triebes vergleichen. Das Ergebnis dieses Vergleiches, der «Wirkungsgrad» (η), gibt an, wieviel Prozent des vorhandenen Triebes laufend in diesem Kapitel zur Bestimmung eines Wirkungsgrades nur Fangmenge und tatsächlicher Trieb des selben Korngrössenbereiches verglichen werden.

Im Fluss ist die Durchführung der Geschiebefängereichung ausgeschlossen, weil wir dort den tatsächlichen Geschiebetrieb nicht kennen⁶⁾. In der Versuchsanstalt hingegen können wir den tatsächlichen Geschiebetrieb willkürlich erzeugen. Die genaue Messung des vorhandenen Triebes erfolgte bei diesen Versuchen durch Ablagerung des Geschiebes am untern Ende des Kanals in einem Sammel-silo, der periodisch entleert wurde.

Die erwähnte prinzipielle Schwierigkeit liegt in der Messung des tatsächlich vorhandenen Geschiebetriebes. Wollen wir nämlich den Wirkungsgrad bei einer einzelnen Entnahme bestimmen, so müssen wir, streng genommen, das Fangergebnis mit jenem Geschiebetrieb vergleichen, der sich eingestellt hätte, wenn der Fänger nicht dagewesen wäre, also dem ungestörten Trieb. Dessen Bestimmung ist nun deshalb so schwierig, weil er sowohl örtlich wie zeitlich ungeheuren Schwankungen unterworfen ist. Diese lassen sich am deutlichsten gerade mit dem Geschiebefänger selbst zeigen, der, wie die Anschauung lehrt, diesen Verlauf gut wiedergibt. So zeigt z. B. Abb. 48 den Verlauf des Fangergebnisses und damit des lokalen Geschiebetriebes während einer Stunde. Dabei waren die hydraulischen Verhältnisse, die ja das Mass des mittleren Geschiebetriebes bestimmen, während dieser Zeit völlig konstant. Mit diesem Eindruck stimmen die entsprechenden Messungen im Rhein, die Oberbaurat F. Nesper in Abb. 41 gibt, überein. Um zu untersuchen, ob wenigstens der Mittelwert des Geschiebetriebes, den wir in dieser Stunde erhalten, durch die Wasserabflussverhältnisse genügend genau gegeben wird, haben wir in Abb. 49 als Ordinaten in jedem Zeitpunkt den Ausdruck

$$\frac{\sum g \Delta t}{0} - \frac{\sum g_m \Delta t}{0}$$

aufgetragen, worin g der tatsächliche Geschiebetrieb an der betreffenden Stelle und g_m sein zeitlicher Mittelwert ist. Wir sehen, dass ausser den in Abb. 48 geahnten Schwingungen von 10 ÷ 20 min Dauer der Geschiebetrieb noch allen möglichen andern Schwingungen unterworfen ist; er ist eben eine statistische Grösse. Abb. 50 zeigt unten den Verlauf der zweistündigen Mittel des tatsächlichen Geschiebetriebes, der erkennen lässt, dass in diesem speziellen Fall eine grosse Schwingung von rd. 20 h Periode vorherrscht, der, wie wir oben sehen, die Zusammensetzung des transportierten Materials scharf folgt.⁷⁾

Eine erste Folge der unter diesen Umständen sehr langwierigen Versuche fällt in den Winter 1934/35 und führte im März 1935 zu dem vorläufigen Ergebnis eines Wirkungsgrades, der, im Mittel für das Rheingeschiebe in der Nähe von 40 % liegend, vom Geschiebetrieb etwas, von der Korngrösse aber stark und von der Fangdauer nicht abhängig ist. Diese Resultate müssen heute noch als im Prinzip massgebend angesehen werden, nachdem sie durch neuere, genauere Versuchsreihen erhärtet sind. Sie passen jedoch nicht zusammen mit den im Januar 1936 bekanntgegebenen, im Jahre 1935 ausgeführten Messungen der Rheinbauleitung Bregenz. Insbesondere ergaben die Naturmessungen eine sehr deutliche Abhängigkeit der sekundlichen Fangmenge von der Fangdauer, die sich auf Grund der Eichung nicht deuten liess.

Bei einer gemeinsamen Besprechung aller Beteiligten im Januar 1936 wies Oberbaurat Nesper auf die Aufhängung des Korbes als mögliche Ursache des Widerspruchs hin. Die nach dieser Besprechung wieder aufgenommenen und vom Verfasser zusammen mit Dipl. Ing. E. Bucher durchgeführten Eichmessungen in der Versuchsanstalt für Wasserbau ergaben, dass

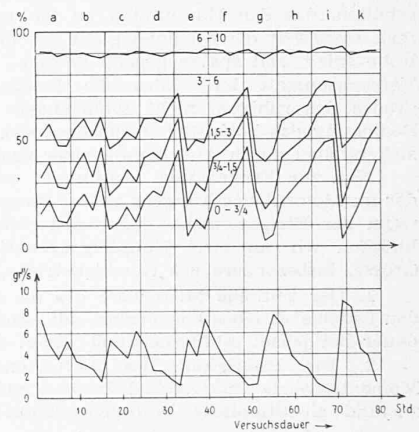


Abb. 50. Geschiebetrieb und Analysen in zweistünd. Mitteln, während 80 Stunden

⁶⁾ Die sog. Eichungen oder Eichmessungen Mühlhofers sind, genau genommen, gar keine Eichungen, sondern Vergleichsversuche und gestatten nur, von einem bekannten auf einen andern Wirkungsgrad zu schliessen.

⁷⁾ Diese letzte Auftragung bezieht sich auf die Siloablagerung und ist den Geschiebetriebversuchen der Versuchsanstalt entnommen, weil bei den Eichversuchen nie so lange hintereinander der selbe Abflusszustand herrschte, als dass man diese langen Schwingungen gut hätte zeigen können.

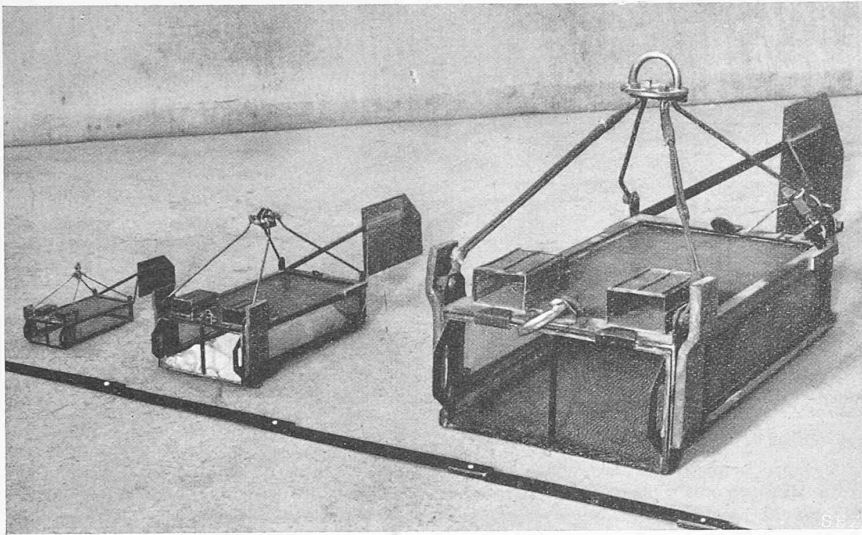


Abb. 51. Geschiebefänger-Modelle im Masstab 1 : 10 (links), 1 : 5 und 1 : 2,5 (rechts)

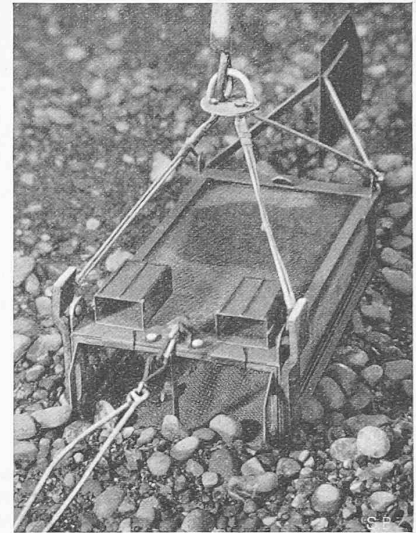


Abb. 52. Geschiebefänger-Modell 1 : 2,5

Beachten wir nun noch, dass die Versuche 4 und 8, bzw. 5, 6 und 7, bzw. 9, 10, 11 und 12 jeweils in Korn und Wassertiefe übereinstimmen, so konstatieren wir mit steigendem Trieb ein Ansteigen in der Gruppenordnung in der Art, dass bei kleinem Geschiebetrieb die Tendenz vorliegt, mehr grobe Geschiebe zu fangen und bei grossem Geschiebetrieb mehr feine. Wir können aber nicht angeben, bei welchem Geschiebetrieb z. B. eine Kurve der Gruppe 2 entsteht, da dieser wieder je nach Wassertiefe wechselt. Merkwürdig ist auch, dass alle Kurven mit Material $0 \div 40$ mm auffallend gleichartig verlaufen.

Solange nicht mehr Versuche in dieser Richtung vorliegen, werden wir also darauf verzichten müssen, den Wirkungsgrad der angibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes Korn gefangen wird, für die einzelnen Korngrößen individuell anzugeben. Aus den stark wechselnden Formen dieser Kurven schliessen wir, dass die Analyse des gefangenen Materials gar nicht derjenigen des laufenden zu entsprechen braucht. Fängt man also z. B. am Rhein bei kleinen Mengen stets nur grobes Korn, während bei grösseren Mengen derselben Reihe auch die feinen Körner vertreten sind, so braucht das noch gar nicht zu heissen, dass im ersten Falle nur grobes Korn läuft. Vielmehr kann gerade bei kleinem Trieb entsprechend unseren Feststellungen eine Wirkungsgradkurve der Gruppe 1 vorliegen, die die groben Körner extrem bevorzugt, während wir dann bei grösserem Trieb in das Gebiet der Gruppe 2 oder sogar 3 geraten, wodurch die starke Häufung an feinem Material erklärlich würde.

Ein Vergleich der Versuche 9 und 10, die sich nur durch die Fangdauer unterscheiden, zeigt, dass diese auf den Wirkungsgrad keinen Einfluss hat. Wir müssen bei diesem Vergleich nur die grossen Fänger miteinander vergleichen, da die kleinen fehlerhaft sind, wie weiter unten noch nachgewiesen wird. Der

kleine Unterschied zwischen 46,8 und 49,3 % ist normale Schwankung und läuft zudem umgekehrt, als es einem Schürfen oder einer ähnlichen Anfangsfüllung entsprechen würde. — Interessant ist ferner, dass der Abflusszustand dieser beiden Versuche 9 und 10 (grosser Fänger), abgesehen von der gleichbleibenden Kanalbreite, dem des Versuches 7 (kleiner Fänger) ähnlich ist:

- Grosser Fänger : kleiner Fänger = 2 : 1
- Wassertiefe 9 und 10 : Wassertiefe 7 = 2 : 1
- Geschiebetrieb 9 und 10 : Geschiebetrieb 7 = 2,65 : 1, bzw. etwa $2^{3/2} : 1$. Somit gehören auch alle Kurven zu Gruppe 3.

Den früher angegebenen Wirkungsgraden der Versuche 9 und 10 steht bei Versuch 7 ein solcher von 39 % gegenüber. Besser stimmen die Versuche 5 und 11 überein, bei denen sich die Zahlen 45,6 und 45,3 % gegenüberstehen. Dafür stimmt aber in diesem Falle die Form der Kurven nicht, sodass wir also auch in der Uebertragung der Resultate von einem Masstab in den andern, insbesondere also in die Natur, gewisse Schwierigkeiten antreffen.

Um nun aber doch einen gewissen Begriff davon zu bekommen, welche der Eichversuche, insbesondere welche Gruppe in der Natur besonders wichtig ist, sind in dem Diagramm Abb. 54 die bei den verschiedenen Wassertiefen und Geschiebetrieben gefundenen Mittelwerte von n aufgetragen. Hierbei wurde der Geschiebetrieb und die Wassertiefe im Modellmasstab des jeweiligen Kornes aufgetragen. In diesem Diagramm sehen wir noch besser, wie bei gegebener Wassertiefe der Wirkungsgrad je nach Geschiebetrieb schwankt, sodass also bei Auswertung der Naturmessung innerhalb derselben Messung von Punkt zu Punkt ein anderer Wirkungsgrad wirksam wäre. Um diese Variation des Wirkungsgrades aber über den ganzen in Frage kommenden Bereich genügend genau zu erfassen, wäre eine Unzahl von Versuchen nötig. Doch sind an den verschiedenen Stellen des Diagramms immer wieder ähnliche Zahlen zu treffen, sodass wir ohne prinzipiellen Fehler in dem ganzen Bereich mit einem mittleren Wirkungsgrad rechnen dürfen. Auf diese Weise erhalten wir wohl den Gesamtgeschiebetrieb genau (bei genügend langer Messdauer), die örtliche oder zeitliche Verteilung des Geschiebetriebes jedoch nur mit einer gewissen Annäherung. Um diesen mittleren Wirkungsgrad, der sich dann in Natur auf die Summe der Korngrößen von $3,7 \div 100$ mm bezieht, also angibt, wieviel Prozent des laufenden Materials dieses Korngrößenbereiches gefangen werden,

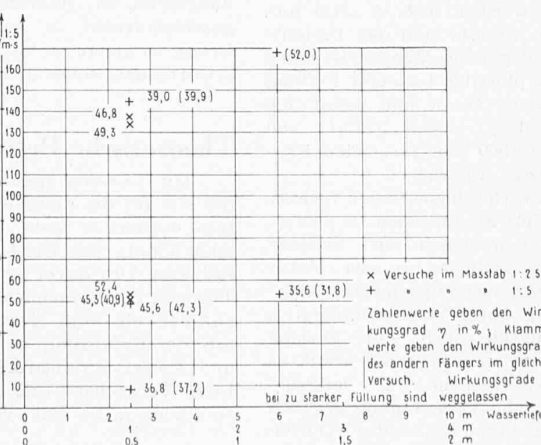
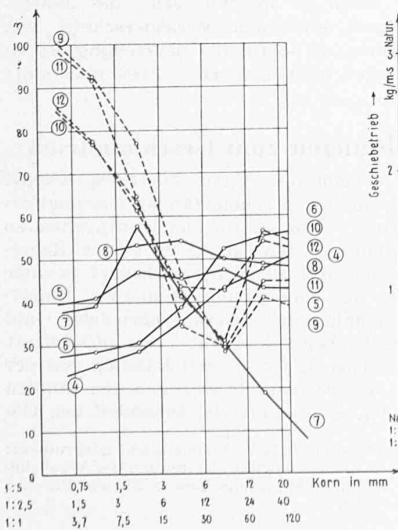


Abb. 54. Mittlere Wirkungsgrade des Fängers in Funktion der Wassertiefe und des Geschiebetriebes

Abb. 53 (links). Wirkungsgrade in Funktion der Korngrösse

