

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 4

Artikel: Mitteilungen über Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren:
ausgeführt im Pumpwerk der Stadt Basel
Autor: Gruner, H.E. / Locher, Ed.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34704>

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: 04.04.2026

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

INHALT: Mitteilungen über Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren. — Das Kurhaus in Baden und dessen Neubau. — Die Fertigstellung der St. Lawrence-Brücke bei Quebec. — Miscellanea: Schweizerische elektrochemische und elektrometallurgische Industrie im Jahr 1916. Koks-Ersparnis bei Zentralheizungen durch Verminderung des Kessel-Füllraumes. Trinkwasser-Sterilisierung durch elektrolytisches Chlor. Eine Tauchtiefe von 110 m. Deutscher Verband Technisch-wissenschaftlicher

Vereine. Institution of Civil Engineers. Das schweizerische Telephonnetz. Verbrauch an Staubkohle in den Vereinigten Staaten. Ein Nordisches Technisches Museum. — Konkurrenzen: Aargauisches Museum für Natur- und Heimatkunde. Zierbrunnen in Zofingen. — Nekrologie: Dr. Robert Moser. Gustav Brennwald. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ing.- u. Arch.-Verein. G. e. P.: Stellenvermittlung. Tafeln 7 und 8: Der neue Wirtschaftsbau des Kurhauses Baden.

Band 71. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 4.

Mitteilungen über Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren,

ausgeführt im Pumpwerk der Stadt Basel durch die Ingenieure H. E. Gruner und Ed. Locher.

(Fortsetzung von Seite 28.)

II. Reihe (Nr. 8 bis 14, Abbildung 4). Vergleich für Ueberfall von 100 l/sek bei verschiedenen Sicherungs-Vorkehrungen.

Bei 100 l/sek hat auch bei der verlängerten Schwelle, die also das Verhältnis $L:H=2,5$ bis 3 ergibt, ein beträchtlicher Kolk am Ende der Schwelle eingesetzt. Das Wasser ist auch bis zum Ende der verlängerten Schwelle so wenig beruhigt, dass es nicht noch Gegenwirbel, sowohl gegen die Oberfläche als auch gegen den Untergrund bilden, und infolgedessen den Untergrund aufwühlen und wegweisen könnte.

Wesentlich besser werden die Verhältnisse, sobald am Ende der Schwelle noch eine kleine Vorsperre eingebaut ist (Nr. 10). Die hauptsächlichsten Wirbel werden hierdurch auf die Strecke zwischen Vorsperre und Stauwehr konzentriert. Unterhalb der Vorsperre bildet sich allerdings noch einmal ein kleiner Wirbel, der einzelne Sandkörner auf die Vorsperre aufwirft, sie dort tanzen lässt bis sie dann vom Strom erfasst weiter geschleudert werden, aber der Kolk ist doch um 50% verkleinert gegenüber der einfachen, glatten Schwelle.

Der Modellversuch hat jedoch gezeigt, dass sowohl die verlängerte Schwelle als auch die Schwelle mit Vorsperre ganz beträchtlichen Kräften ausgesetzt sind. Das ziemlich kräftige Brett, aus dem diese Schwelle erstellt war, hat sich unter der Wirkung des Wassers hin und her gebogen und schien zerreißen zu wollen. Auf jeden Fall entstehen durch diese Wirbel und Gegenströmungen zum Teil starke Wasserdrücke von oben nach unten, zum Teil ein Auftrieb von unten nach oben, die gleichzeitig, aber nicht an den gleichen Stellen an der Schwellentafel Arbeit zu leisten suchen. Ausserdem kann die Schwellentafel auch noch durch einen gleichmässigen Auftrieb beansprucht werden, wenn das Wehr auf durchlässigem Boden fundiert ist.

Diese starke Beanspruchung der verlängerten Wehrschwelle wird vermieden, wenn die Wehrschwelle durchlässig gemacht wird, sodass sich rasch der Druck oberhalb und unterhalb der Schwelle ausgleichen kann. Ein Versuch mit durchlässiger Schwelle (Nr. 11), ohne Vorsperre hat gezeigt, dass der Kolk für diese durchlässige Schwelle nahezu derselbe ist, wie für die Schwelle mit Vorsperre, während er für die durchlässige Schwelle wesentlich kleiner wird, wie für die glatte Schwelle. Eine genaue Wasserbeobachtung im Modell erklärt dies auch sehr einleuchtend. Die Wasserwirbel oder Walzen, die nach abwärts auch hier sich bilden wollen, verfangen sich in der untern Schwelle. Zum Teil kommen sie auch in einer etwas ungünstigern Richtung aus den Zwischenräumen wieder hervor und das Ganze wirkt hemmend auf den Ablauf in etwas schwächerem Masse, aber doch nach ähnlicher Art, wie z. B. bei den Denil'schen Fischtreppen.

Hat sich nun ein Kolk unterhalb des Wehres gebildet, so kann man versuchen, diesen Kolk mit Steinen auszufüllen. Diese Art der Kolksicherung wurde als nächster Versuch (Nr. 12) ausprobiert. Es wurden für den Versuch sehr grosse Betonblöcke gewählt, die $6 \times 6 \times 12$ cm massen und die, im Masstab vergrössert (siehe Tabelle I), in Wirklichkeit einem Gewicht von 14 t entsprechen würden.

Die Steine wurden dicht eingelegt und so, dass sie eine möglichst glatte, durchgängige Oberfläche bildeten. Es zeigte sich, dass der Kolk gesichert ist und dass unterhalb des Steinwurfes auch keine Vertiefung mehr entsteht. Aber alle Beobachtungen, die mit Blöcken gemacht wurden, selbst mit den grössten, wie sie in der Praxis keine Verwendung finden können, haben doch ergeben, dass, sobald das Wasser an einer Ecke eines Blockes angreifen, oder dass ein nach abwärts gerichteter Wirbel zwischen den Blöcken hindurch gehen kann, die Blöcke nur mehr im labilen Gleichgewicht sind. Ein einziger Block, der aus der Reihe herausgenommen wird, bewirkt, dass die ganze Reihe sich bewegt, dass Wirbel unter den andern Blöcken entstehen, dass sich die Blöcke in den Untergrund eingraben, aufstellen oder weggerissen werden.

Geht man nun zu einer Sicherung über, wie sie die schon eingangs erwähnte Flossfeder bildet, und versucht man zuerst diese Flossfeder als volle Tafel auszubilden, so zeigt es sich in erster Linie, dass diese Tafel, die scharnierartig am Ende der Wehrschwelle angebracht ist, sich in eine bestimmte Stellung aufrichtet (Nr. 13). Sie gewinnt eine Niveauläche, die der Wassergeschwindigkeit entspricht. Unterhalb der Flossfeder, ob sie nun voll oder durchbrochen ist, beruhigt sich das Wasser vollständig, aber am Ende der Flossfeder flussabwärts bildet sich ein Wirbel, der möglichst viel Material unter die Flossfeder gegen das Wehr zu schafft. Darum entsteht bei der vollen Flossfeder die merkwürdige Figur der Auflandung und des verhältnismässig tiefen Kolkes flussabwärts der Feder.

Bei der durchbrochenen Flossfeder (Nr. 14) entsteht keine eigentliche Auflandung, wenn kein Geschiebe mit

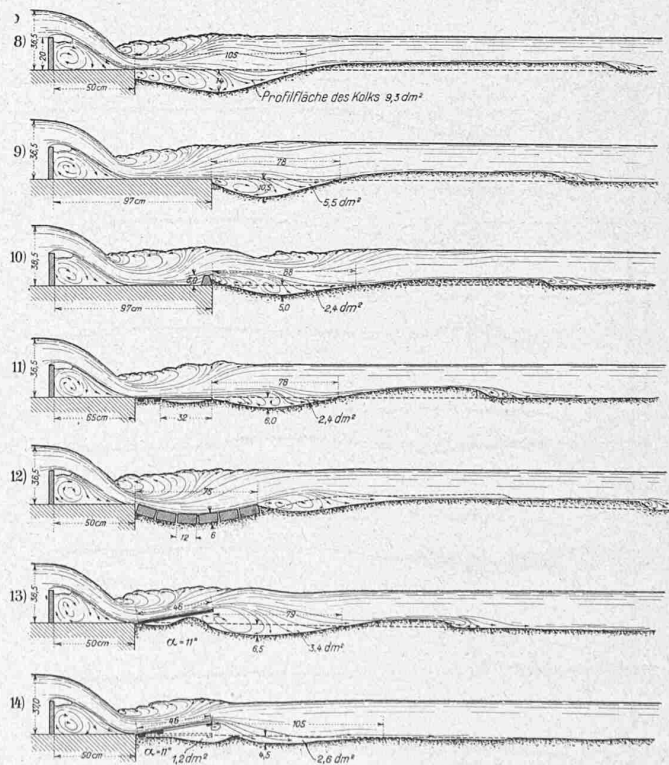


Abb. 4. II. Versuchsreihe. Kolkbildung bei Ueberfall von 100 l/sek auf: Nr. 8 kurze Schwelle; Nr. 9 lange Schwelle; Nr. 10 desgl. mit Vorsperre; Nr. 11 kurze Schwelle mit anschliessendem, durchbrochenem Schwellenboden; Nr. 12 Desgl. mit Verlängerung durch Block-Vorlage; Nr. 13 u. 14 Desgl. mit beweglicher Flossfeder, geschlossen (Nr. 13) und teilweise durchbrochen (Nr. 14).

dem Wasser kommt, und nur ein ganz geringer Kolk, der ungefähr jenem entspricht, wie er bei der Schwelle mit Vorsperre zu beobachten war.

III. Reihe (Nr. 15 bis 21, Abbildung 5). Vergleich für Durchfluss von 100 l/sek zwischen zwei Schützen bei verschiedenen Sicherungsvorkehrungen.

Für die sieben verschiedenen Fälle der Sicherung, die in der ersten Reihe beschrieben sind, wurde der gleiche Versuch für Durchfluss von 100 l/sek zwischen den Schützen durchgeführt und ungefähr dieselben Resultate wie für das Ueberströmen gefunden. Auch hier wurde der Untergrund flussabwärts der Schwelle am wenigsten beansprucht für die Wehrschwelle mit Vorsperre, die durchbrochene Wehrschwelle und die durchbrochene Flossfeder.

IV. Reihe (22 bis 28, Abbildung 6). Vergleich für Unterströmen von 100 l/sek bei verschiedenen Sicherungsvorkehrungen.

Auch in dieser Reihe wurden die sieben schon vorher beschriebenen Sicherungsfälle untersucht, und es zeigte sich auch hier wieder für die grössere Wassermenge, dass das Unterströmen unter der Schütze hindurch keine ungünstigeren Resultate ergibt, als der Ueberfall über die Schütze. Im Gegenteil wird bei einfacher, glatter Schwelle für die kurze und für die lange Schwelle der Kolk weniger tief und die Kolkfläche kleiner als für die in Reihe II und III untersuchten Fälle. Besonders günstig wirken beim Unterströmen der Schütze die Sicherungsvorkehrungen für Schwelle mit Vorsperre, durchbrochener Wehrschwelle und besonders mit der durchbrochenen Flossfeder (Nr. 28).

Als Ergebnis dieser Versuche können die nachfolgenden Beobachtungen zusammengefasst werden.

Ein Vergleich zwischen dem Ueberfallen des Wassers über einer Schwelle, dem Zwischendurchströmen und dem Unterströmen der Schützen zeigt, dass das Ueberfallen und das Zwischendurchströmen nur dann für den Untergrund unterhalb des Wehres vorteilhafter ist, wenn bei glatter Wehrschwelle diese unterhalb des Wehres so lang

ist, dass das Wasser verhältnismässig beruhigt den Schwellenboden verlässt. Sobald die Wassermenge und infolgedessen die lebendige Kraft des Wassers so gross wird, dass es noch überschüssige lebendige Kraft beim Verlassen des Schwellenbodens besitzt, entsteht durch den Ueberfall und durch das Zwischendurchströmen ein grösserer Kolk unterhalb des Wehres, als beim Unterströmen der Schütze.

Vergleicht man die Ergebnisse unserer Beobachtungen mit den Kolktaufnahmen, die Ingenieur H. Roth in diesem Blatt veröffentlicht hat, so zeigt es sich, dass die Modellversuche das darstellen, was auch jene sorgfältigen Aufnahmen in der Natur ergeben haben.

Eine Sicherung gegen Kolk bietet diejenige Schwelle, die dem Wasser in irgend einer Form ein Hindernis entgegenstellt, sodass das Wasser bei der Ueberwindung dieses neuen Hindernisses wiederum von seiner lebendigen Kraft aufzehren muss. Eine gute Wirkung in dieser Hinsicht hat schon eine Vorsperre, ähnlich wie sie auch in dem eingangs erwähnten Aufsatz „Einiges über Bau und Berechnung von Stauwehren“ für die Erstellung von Wehren auf durchlässigem Boden empfohlen worden ist. Mit billigen Mitteln kann das Hindernis für das durchströmende Wasser geschaffen werden, wenn der Schwellenboden durch Längsöffnungen unterbrochen wird, da diese Längsöffnungen einerseits die Rauigkeit des Schwellenbodens erhöhen und andererseits Gegenwirbel erzeugen, die ebenfalls dem fliessenden Wasser einen Widerstand bereiten. Dieser durchbrochene Schwellenboden kann entweder in fester Lage angebracht werden, oder wenn sich dies nicht machen lässt, eben als „Flossfeder“ mit Gelenken. Eine bewegliche Flossfeder hat den Vorteil, dass sie sich für jede Wassergeschwindigkeit in die richtige Niveauläche einstellt. Als volle Tafel ausgebildet, hat sie dagegen nahezu keine bessere Wirkung auf die Kolkverhütung als ein verlängertes Schwellenboden.

Der Einbau von Blöcken bringt nie eine wirkliche, beständige Befestigung des Untergrundes unterhalb eines Wehres.

Alle diese Befunde wurden noch durch einige Spezialversuche näher untersucht.

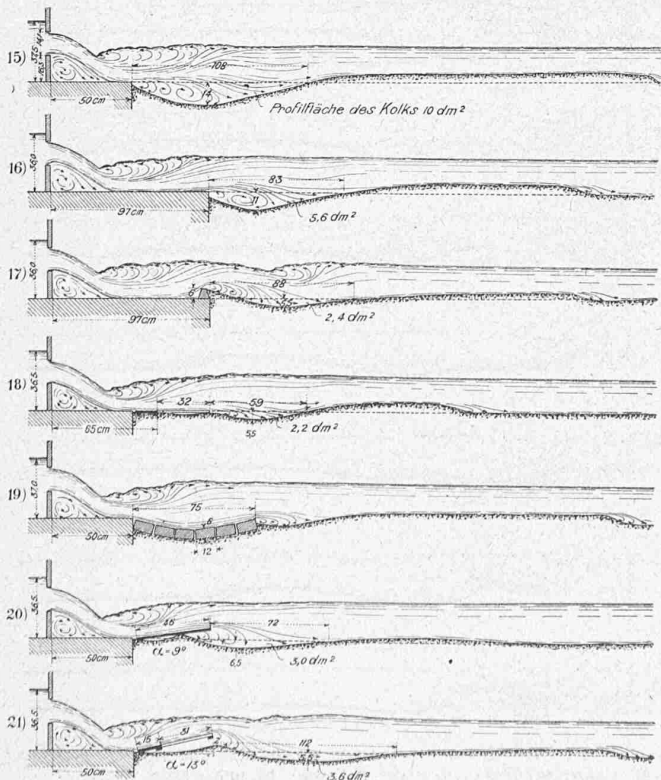


Abb. 5. III. Versuchsreihe: Zwischendurchströmen von 100 l/sek.

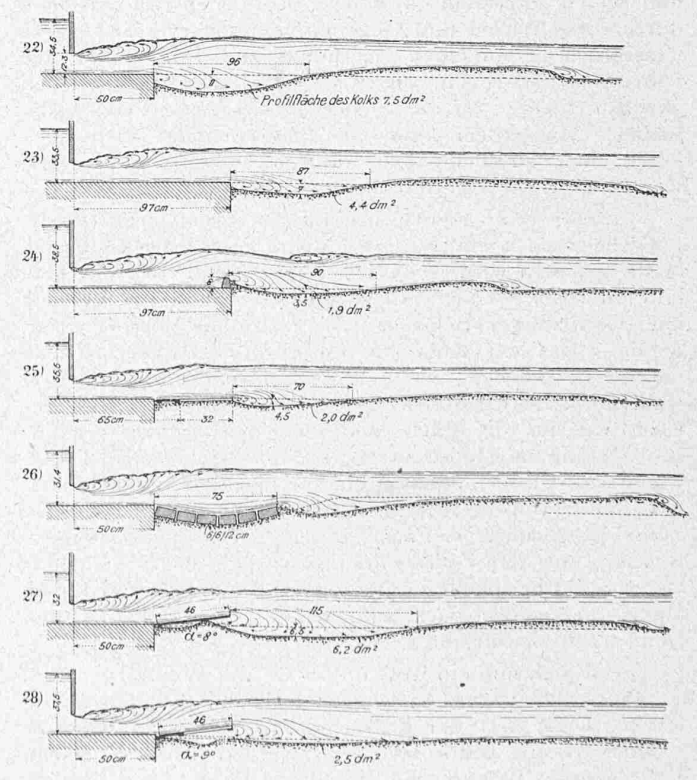


Abb. 6. IV. Versuchsreihe: Unterströmen von 100 l/sek.

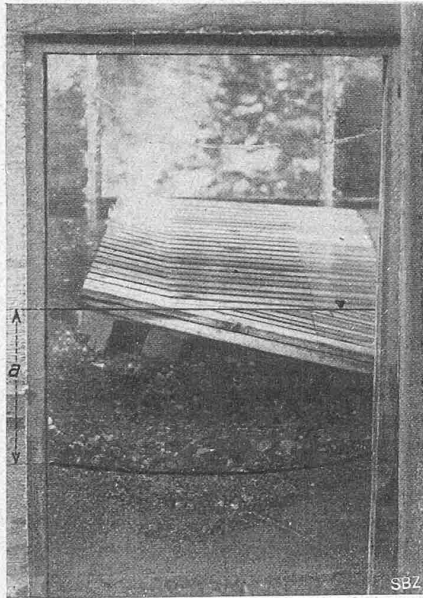
Legende zu Abb. 5 und 6 siehe bei Abb. 4 zur II. Versuchsreihe, bezw. im Text dazu, Seite 37.

V. Reihe (Nr. 29 und 30, Abbildung 7). Vergleich zwischen Ueberfall über eine scharfe Kante (Schütze) und über eine abgerundete Wehrkrone (Walze).

Dieser Versuch zeigt, wie durch das weitere Vorleiten des Strahles gegen die flussabwärtige Kante der Schwelle und durch Verringerung der Widerstände beim Ueberströmen der Kolk sich vergrössert und vertieft. Diese Beobachtung konnte dadurch dargestellt werden, dass die Schütze durch einen Zylinder ersetzt wurde.

Es wurde auch als Vergleich der Koeffizient bestimmt, der in der Formel $v = \mu \sqrt{2gh}$ einzusetzen ist, um die Geschwindigkeit aus der Ueberfallhöhe des Wasserstrahles über der Schütze zu bestimmen. Es wurde für die Schütze $\mu = 0,62$ und für die Walze $\mu = 0,79$ gefunden.

Da Prof. Weyrauch in seinem Buche „Hydraulisches Rechnen“ für den Ueberfall mit scharfer Kante ebenfalls $\mu = 0,62$ angibt, dürfte also auch der von uns gefundene Koeffizient $\mu = 0,79$ für die Walze richtig sein. Der Widerstand beim Walzenwehr-Ueberfall ist darnach um 27,5% geringer, als unter entsprechenden Verhältnissen bei dem Schützenwehr, bzw. die überschüssige, auf den Schwellenboden wirkende und dort zu vernichtende Energie um dieses Mass grösser.



VI. Reihe (Nr. 31 bis 33, Abbildung 7). Sicherung mit nicht dicht aneinander gelegten Betonblöcken verschiedener Grösse.

Um das Verhalten von Blöcken am Fusse eines Wehres zu untersuchen, wurden im Versuch Nr. 31 Blöcke schachbrettartig am Fusse des Wehres aufgestellt und eine Wassermenge von 100 l/sek über das Wehr fallen gelassen. Die Blöcke hatten die Abmessungen von $6 \times 6 \times 6$ cm. Die Blöcke, dicht am Fusse der Wehrschwelle, wurden in den ersten paar Minuten weggerissen. Die übrigen Blöcke wurden zum Teil zusammengeschoben in den tiefsten Punkt des Kolkes, zum Teil wurden sie durch Wirbel, die sich unterhalb der Blöcke bildeten, in den Untergrund eingegraben. Die Beobachtung dieser Wirbel an den Blöcken

ist ausserordentlich interessant und für die Praxis wichtig. Sie erklärt sich leicht aus der Arbeitsgleichung für die lebendige Kraft. Ist der Block genügend schwer, um dem Anprall zu widerstehen und nicht weggerissen zu werden, so setzt sich die Wasserbewegung in eine drehende Wirbelbewegung um, und diese Wirbelbewegung beginnt nun an den Seiten des Blockes hinunter zu graben, bis sie eine so grosse Vertiefung ausgearbeitet hat, dass der Block in diese hineinkollern kann.

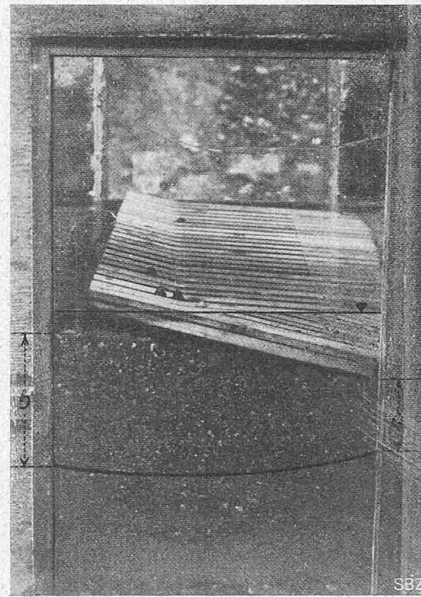


Abb. 9 und 10. Flossfeder im ruhenden Wasser, durch das Beobachtungsfenster gesehen. a (links) vorhandener Kolk; b (rechts) Auffüllung dieses Kolkes durch die Wirkung der Flossfeder.

Modellversuche zur Verhütung von Kolken an Wehren.

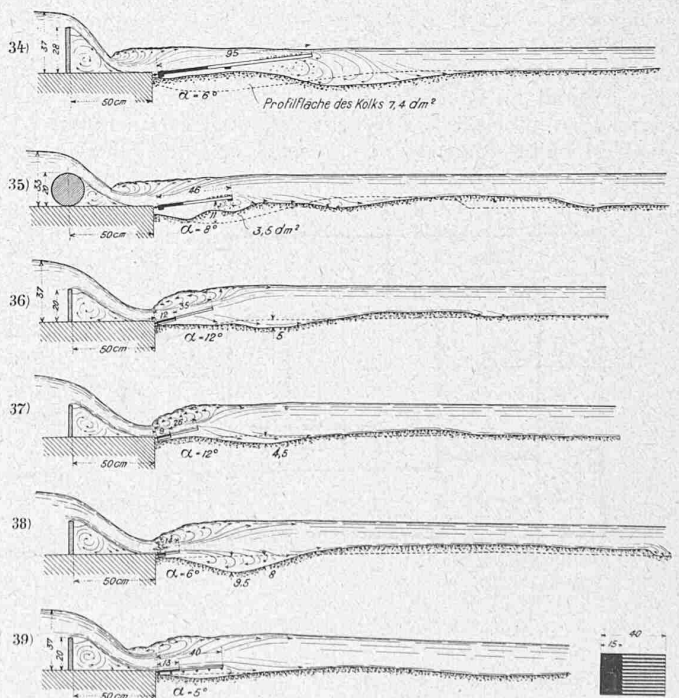
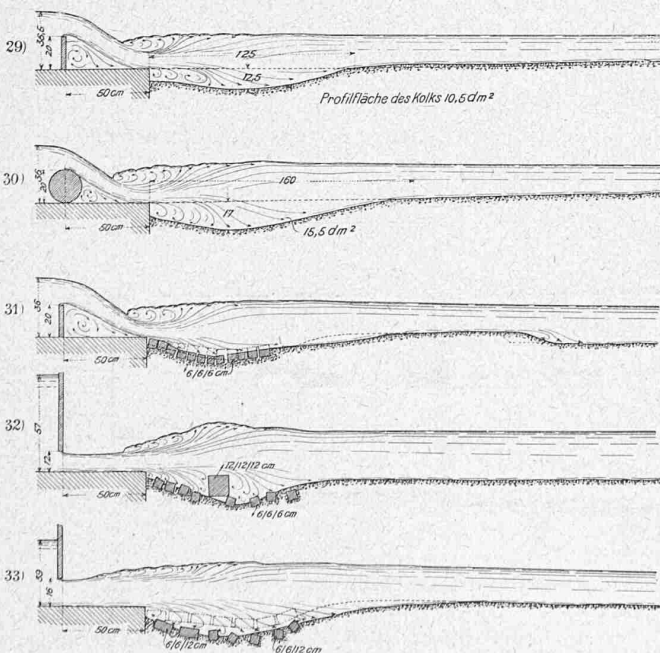


Abb. 7. V. Versuchsreihe (Nr. 29 und 30) Ueberfall über scharfe Kante und über Walzenwehr auf eine kurze Schwelle. VI. Versuchsreihe (Nr. 31 bis 33) Kurze Schwelle mit unregelmässigen Block-Vorlagen: Nr. 31 Ueberfallen von 100 l/sek; Nr. 32 Unterströmen von 200 l/sek und Nr. 33 Unterströmen von 230 l/sek.

Abb. 8. VII. Versuchsreihe. Einfluss der Flossfeder-Längen (laut den jeweils eingeschriebenen Massangaben) auf das Kolken bei Ueberfall von: Nr. 34 100 l/sek und „Geschiebe“-Zusatz 40 l; Nr. 35 70 l/sek + 65 l Zusatz; Nr. 36 bis 38 100 l/sek ohne Geschiebe-Zusatz; Nr. 39 Flossfeder aus Rundholz-Stäben (rechts Draufsicht).

