

Mitteilungen über Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren: ausgeführt im Pumpwerk der Stadt Basel

Autor(en): **Gruner, H.E. / Locher, Ed.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **71/72 (1918)**

Heft 5

PDF erstellt am: **29.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-34707>

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.

INHALT: Mitteilungen über Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren. — Das Kurhaus in Baden und dessen Neubau. — Beleuchtung von Arbeitsräumen in eidgenössischen Gebäuden. — † Dr. Robert Moser. — Miscellanea: Schweizerische Portlandzement-Industrie. Kobaltchrom-Werkzeugstahl. Die Elektrizitätswerke der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Verband Deutscher Elektrotechniker. — Kon-

kurrenzen: Einzel- und Doppelwohnhäuser für Angestellte und Arbeiter in Aarau. — Korrespondenz. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Tafeln 9 und 10: Aus dem Neubau des Kurhauses Baden.
Tafel 11: Dr. h. c. Robert Moser.

Band 71.

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

Nr. 5.

Mitteilungen über Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren,

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

(Schluss von Seite 40.)

VIII. Reihe (Nr. 40 und 41, Abbildungen 11 und 12). *Untersuchungen der Geschwindigkeiten mittels der Pitot'schen Röhre.*

Die bis jetzt beschriebenen Versuche haben allerdings sehr interessante Resultate ergeben, besonders da sich die Vorgänge durch die seitlichen Fenster des Modellkastens gut verfolgen liessen, und auch an der Oberfläche des Wassers die sogenannten Strombilder genau aufgenommen wurden. Aber diese äusseren Beobachtungen sollten noch durch Messungen der Geschwindigkeiten im Innern der Wasserstrahlen ergänzt werden. Betrachten wir zuerst die äusseren Vorgänge, wie diese sich durch die Fenster beobachten lassen.

Bei einem *Ueberfall* kann man deutlich den gelüfteten Strahl beobachten. Dieser hebt sich scharf schon vom vordern Rand der Stautafel ab und gleitet dann auf der Wasserwalze, die sich unter dem Strahl bildet, hinunter. Die Bewegung der Wasser-Walze unter diesem Strahl lässt sich durch eingebrachte Körper, deren Gewicht dem spezifischen Gewicht des Wassers ähnlich sind, leicht beobachten. Solche Körper drehen oft längere Zeit in der Walze, ehe sie weiter treiben. Diese Walze ist ein Wasserkörper, der durch den fallenden Strahl seine Rotationsbewegung erhält. Bei Verwendung einer zylindrischen Stauvorrichtung an Stelle der vertikalen Schützentafel ist eine Lüftung des Strahles ausgeschlossen.

Beim *Unterströmen* der Schütze fallen diese Erscheinungen ganz weg, doch werden die folgenden Erscheinungen ähnlich bei *Ueberfall* und *Unterströmen*. Wenn der Strahl den Fallboden erreicht hat, gleitet er eine zeitlang auf dem Boden fort, dann hebt er sich über den Unterwasserspiegel, um hernach mit einigen Wellen sich auf die normale Höhe des Unterwassers einzustellen.

Die Länge des glatten Strahles über der Wehrschwelle ist eine direkte Funktion der Höhe des Unterwasserspiegels und der Austrittsgeschwindigkeit des Strahls. Liegt der Unterwasserspiegel sehr wenig hoch über der Wehrschwelle oder tritt das Wasser mit zu grosser Geschwindigkeit aus der Spalte, so schießt es auf eine grössere Länge hervor und schiebt das Unterwasser einfach vor sich her. Dieser Zustand ist natürlich ein sehr gefährlicher für das Flussbett. Ist jedoch das Verhältnis von Wasserstrahl-Geschwindigkeit und Höhe des Unterwasserspiegels über der Wehrschwelle kein zu ungünstiges, so steigt der Wasserspiegel bald wieder auf. In diesem stehenden Wellental bildet sich nun auch eine sogenannte Deckwalze, deren Entstehung sehr einfach zu erklären ist. Beim Aufsteigen des Wassers lösen sich einzelne Teile des Wasserstrahles ab und rollen auf dem geschlossenen Strahl in das Wellental zurück; am tiefsten Punkte des Tales werden sie wieder vom Strahl ergriffen in die Höhe gerissen und beginnen ihr Spiel von neuem, das als ganzes die drehende Walze ergibt. Schiesst das Wasser allerdings mit sehr grosser

Geschwindigkeit unter der Schütze hervor, so trennen sich keine Wasserteilchen ab und der Strahl bleibt nach oben ganz glatt.

Unter dem Strahl wird das Wasser durch die erhöhte Reibung auf der ungedeckten Sohle plötzlich gebremst und fängt nun an, seine überschüssige Energie zur Aufwirbelung der losen Teilchen zu verwenden; dadurch entsteht der erste Kolk. In der Aushöhlung dieses Kolkes fängt das Wasser an zu drehen, und dieses drehende Wasser erweitert den Angriff. Das Wasser dreht jedoch nicht in einer einzelnen Walze, sondern es zeigen sich in der Kolkhöhle merkwürdige Erscheinungen, deren nähere Untersuchung auf jeden Fall noch manches Interessante über die Wasserbewegung ergeben könnte. Es bilden sich darin einzelne Walzen oder Wirbel in der dem normalen Wasserlauf entgegengesetzten Richtung, die plötzlich entstehen, hierbei das am Boden des Kolkes liegende Material erfassen und in wirbelnder Bewegung nach aufwärts in den grossen Wasserstrom hinaufschleudern. Dieser Vorgang bleibt bestehen; dagegen greifen die Walzen oder Wirbel schliesslich nicht mehr tief genug hinunter und besitzen nicht mehr genügende Kraft, um einzelne Teilchen bis in den eigentlichen Schussstrahl hinauf zu heben. Der Kolk hat dann für die vorliegenden Verhältnisse sein Maximum erreicht und bleibt stabil. Der Durchmesser dieser Wirbel oder Walzen und deren Drehgeschwindigkeit scheint also eine Funktion der Geschwindigkeit des Wassers zu sein. Die nähere Untersuchung dieser Vorgänge könnte vielleicht

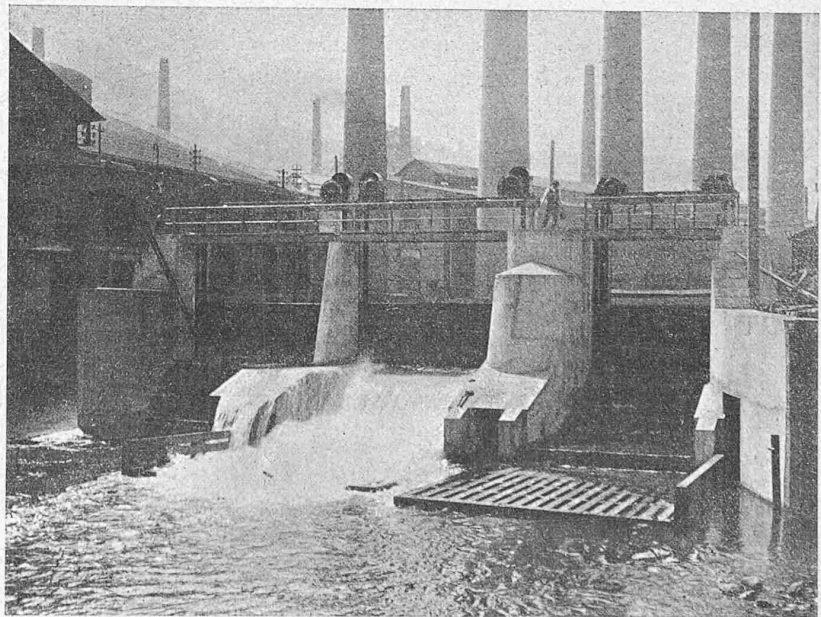


Abb. 13. Zwei Flossfedern im Betrieb an einem Stauwehr der Müz.

auch einmal einen Aufschluss über die Frage: „Wie bewegt sich fließendes Wasser?“ ergeben.

Diese Walzen und Wirbel verlieren nun ihre Wirkung durch die Flossfeder, und ausserdem wird die maximale Geschwindigkeit durch die Flossfeder gegen die Oberfläche zu geleitet, wie auch noch durch die weiteren Versuche in Reihe VII (Abbildung 8 auf Seite 39 letzter Nummer) näher ermittelt werden konnte.

Zur Vervollständigung seien noch zwei Erscheinungen erwähnt. Am Ende der Drehwalze kann immer das typische Quellen beobachtet werden, wie es sich dort zeigt, wo der

Versuche zur Verhütung von Kolken an Wehren, durchgeführt von Ing. H. E. Gruner und Ing. Ed. Locher.

Abb. 11 und 12: Untersuchung der Wassergeschwindigkeiten mittels Pitot'scher Röhre.

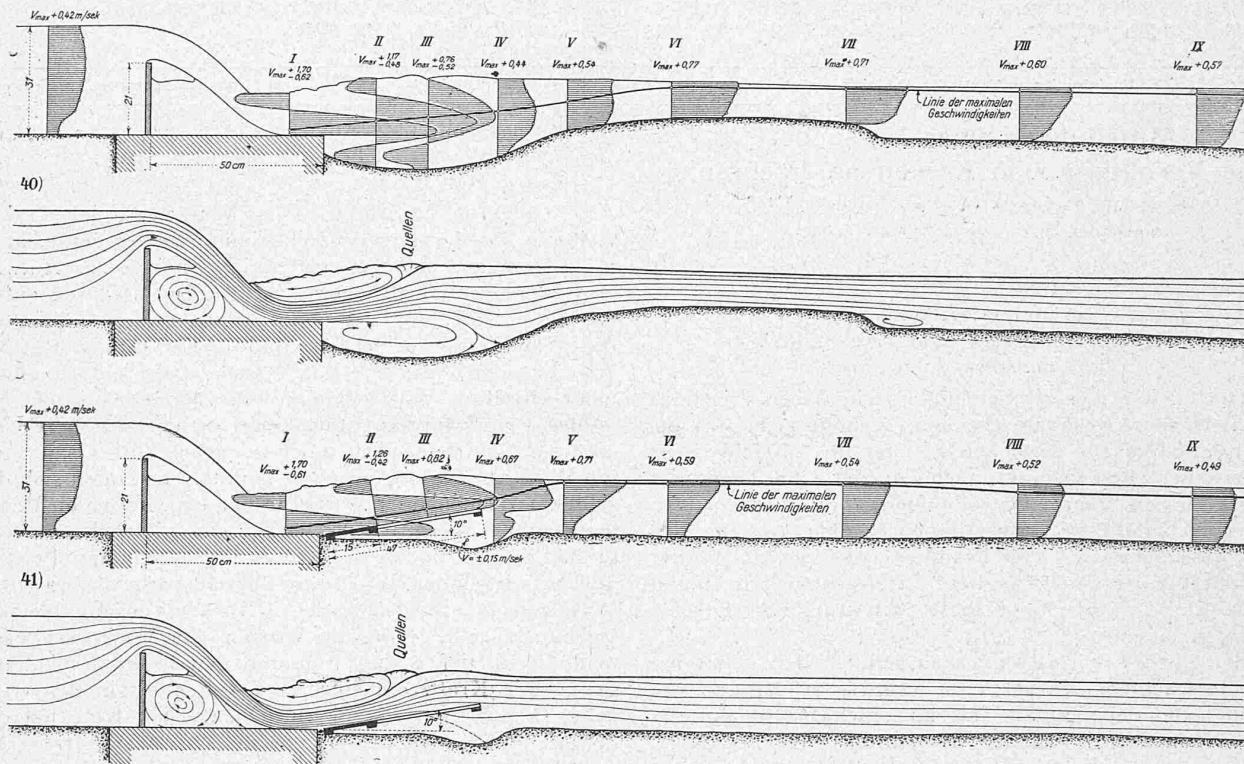


Abb. 11. VIII. Versuchsreihe. Ueberfall von 50 l/sek auf kurze Schwelle, Nr. 40 ohne, Nr. 41 mit 40 cm langer Flossfeder.

Wasserstrahl gegen ein unter Wasser liegendes Hindernis stösst. Die Oberfläche des Wassers hat abwärts der Flossfeder eine ganz eigenartige Gestalt, sie erscheint wie zerhackt, während sie sonst die normalen Wellenbilder zeigt.

Alle diese äussern Beobachtungen sollten nun noch durch Untersuchungen mit der Pitot'schen Röhre näher aufgeklärt werden; diese ist ein sehr altes Instrument, z. B. geben schon Weissbach und Dupuit genaue Beschreibungen ihrer Ausgestaltung und Verwendung. Für die eigentliche Wassermessung ist sie durch den Flügel und die verschiedenen andern Messarten verdrängt worden. Für wissenschaftliche Untersuchungen, bei denen es mehr auf die Ermittlung der relativen Vorgänge im Wasser ankommt, kann sie jedoch empfohlen werden.

Es sei zuerst auf eine sehr wertvolle Abhandlung in den „Proceedings of the Engineers' Society of Western Pennsylvania“ (May 1914) von Lewis F. Moody: Measurement of the Velocity of Flowing Water, und von Benjamin F. Groat: Pitot-Tube Formulas, Facts and Fallacies, hingewiesen. Moody ist durch sehr eingehende Versuche mit Röhren, die verschiedene Mundstücke hatten, und die mit den Mundstücken in verschiedenen genau ermittelten Winkeln zum Wasserstrom standen, zu den nachfolgenden Schlussfolgerungen gelangt:

1. Die Pitot-Röhre hat sich als ein sehr nützlich Instrument für verschiedenerlei Anwendungen ergeben; sie kann Verwendung finden ebensowohl für irgend ein Gas als auch für Flüssigkeiten. Sie kann gebraucht werden in offenen Kanälen oder geschlossenen Röhren, für grosse und kleine Wassermengen.

2. Bei turbulenter Bewegung des Stromes ergibt die Pitot'sche Röhre eine zu hohe Geschwindigkeit, wenn nicht der richtige Koeffizient eingeführt wird. Diese zu hohe Ableseung rührt her von der Ablenkung der Stromrichtung aus der Messebene und von den Schwankungen in der Grösse der Geschwindigkeit. Der Koeffizient muss also kleiner sein als 1 und er ändert sich nach den Versuchen von Moody von 0,99 bis zu 0,31, je nachdem die Röhre

ihr Mundstück genau in der Stromrichtung hat oder in einem Winkel bis zu 70°.

Die Pitot'sche Röhre ist auch schon zu wissenschaftlichen Untersuchungen verwendet worden, siehe Dr. Ing. E. Straube: „Radialströmungen zwischen zwei Platten“, in der „Zeitschrift f. d. ges. Turbinenwesen“ (Jahrgang 1917, Heft 15), und „Untersuchungen mit einem neuen aerodynamischen Instrumentarium“ von Prof. H. Zickendraht („Annalen der Physik“, Band 35, 1911).

Man war daher berechtigt, auch die vorliegenden Versuche noch durch Beobachtungen mit der Pitot'schen Röhre zu ergänzen. Nachdem die Versuche mit selbst angefertigten Röhren kein befriedigendes Resultat ergeben hatten, stellte die Abteilung für Wasserwirtschaft in Bern eine Röhre zur Verfügung. Diese hat zwei Mundstücke, die 180° gegen einander versetzt sind, ferner eine Einrichtung, um die Röhren nach unten plötzlich abschliessen zu können. Ausserdem wurde am Modell noch eine Einrichtung getroffen, um die Pitot'sche Röhre an dem zu untersuchenden Punkt genau zu befestigen. Die Differenz an den Röhren ergab das Geschwindigkeits-Gefälle, und ein Wechseln der Stromrichtung konnte rasch durch das Umkehren der Geschwindigkeits-Höhen in den beiden Röhren festgestellt werden.

Eine Kontrolle der Beobachtungen war möglich, da die Wassermenge im gesamten Querschnitt genau bekannt ist, und die mittels der Pitot'schen Röhre beobachtete und kontrollierte Wassermenge die gleichen Werte ergeben musste. Diese Kontrolle stimmte nach den Beobachtungen soweit nicht, als noch Turbulenz im Wasser vorhanden war; so lange ergaben die aufgezeichneten Geschwindigkeitsflächen zu grosse Gesamtwerte und erst wo das Wasser seinen ruhigen Lauf wieder hat, nähert sich der Koeffizient der Grösse 1.

Aber die Resultate sind für die Untersuchung dennoch sehr wertvolle. Es wurden untersucht die Geschwindigkeit bei Ueberfall und Unterströmen, und zwar jeweils für ungeschützte und für mit Flossfeder geschützte Sohle

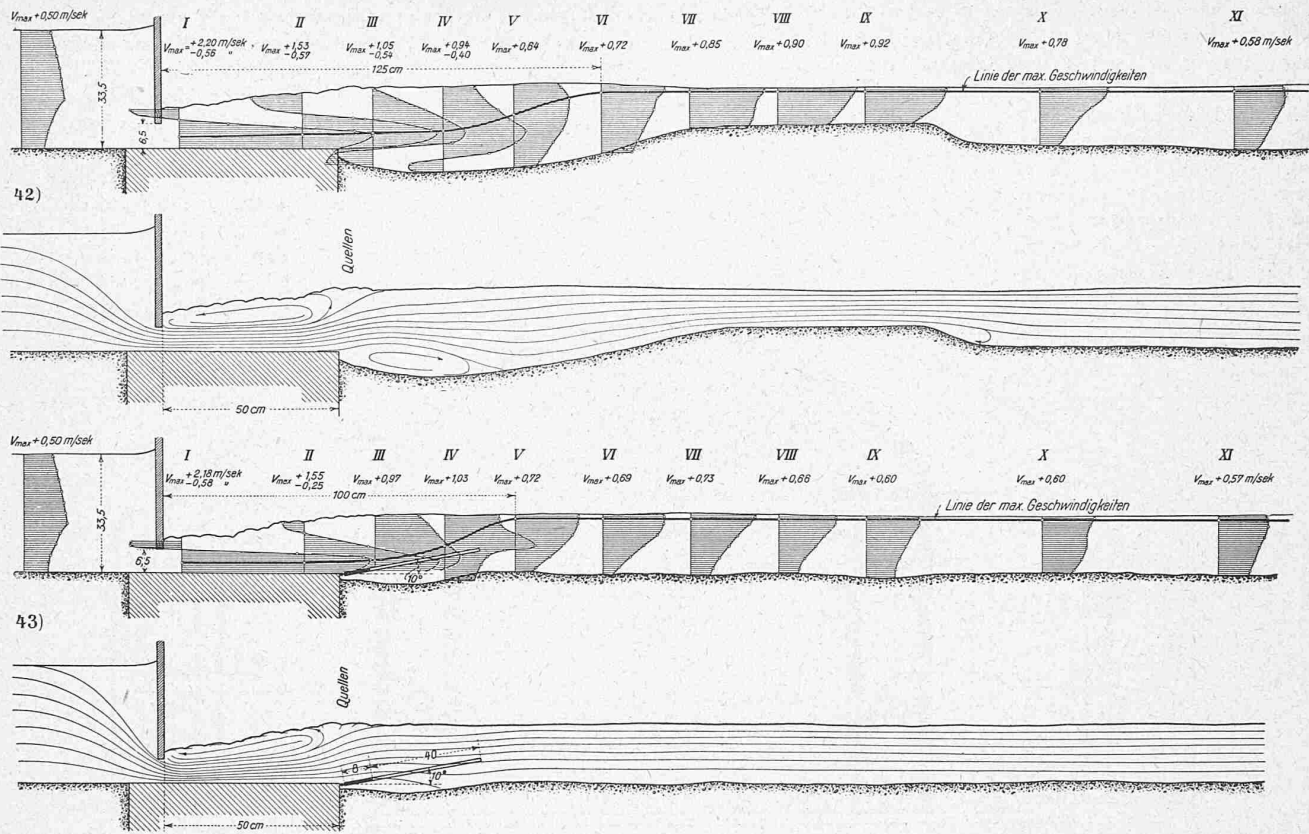


Abb. 12. VIII. Versuchsreihe. Unterströmen von 50 l/sek auf kurzer Schwelle, Nr. 42 ohne, Nr. 43 mit 40 cm langer Flossfeder.

(Abbildungen 11 und 12). Die ermittelten Wassergeschwindigkeiten wurden in der bekannten Weise dargestellt und als Geschwindigkeitsflächen zusammengefasst. Besonders sei auch darauf hingewiesen, dass nur eine bestimmte Anzahl (sieben) Wasserfäden, von je $\frac{1}{7}$ der Gesamt-Wassermenge, durch die ganze Darstellung hindurch gehen; wo also diese Fäden näher zusammengedrängt erscheinen, wurde eine um soviel grössere Wassergeschwindigkeit beobachtet und umgekehrt. Ferner sind auf diesen Abbildungen die verschiedenen Wirbel, Walzen und das Quellen möglichst genau wiedergegeben.

Endlich sind die maximalen Geschwindigkeiten in den verschiedenen Kanalquerschnitten durch eine stärker ausgezogene, stetige Kurve miteinander verbunden, welche die „Kurve der maximalen Geschwindigkeiten“ genannt werde.

Diese hydraulischen Untersuchungen haben nun gezeigt, dass bei der festen, einfachen Schwelle unterhalb des Wehres die Kurve der max. Geschwindigkeiten nahe der ungeschützten Flusssohle verläuft, und dass die grösste Geschwindigkeit eben an demjenigen Punkt konzentriert dicht über dem Bett verläuft, wo dieses nicht mehr durch einen festen Einbau geschützt ist. Wenn also auch das betreffende Flussbett bei normalem Verlauf der Wasserfäden, der Geschwindigkeit und der daraus resultierenden Kraft im Wasser den Angriffen standhalten würde, so kann dies an einer Stelle, wo die Geschwindigkeit wesentlich grösser ist, eben nicht mehr der Fall sein.

Diese Stelle der konzentrierten Wassergeschwindigkeit muss daher geschützt werden, wenn ein Kolk am Fusse des Wehres vermieden werden soll. Dieser Aufprallpunkt des Wasserstrahles sollte zum voraus berechnet werden können, um die Länge der Schwelle zu bestimmen.

Für ein in Projektierung befindliches Wehr ist die Wassermenge, die über das Wehr geleitet werden soll, bekannt. Daraus lässt sich der Wasserstrahl berechnen, denn er hat die Form einer Parabel.

Bezeichnet man mit H die gestaute Wasserhöhe über der Weherschwelle, y die Höhe der Mitte des Wasserstrahles über der Wehrsohle, h die Höhe des Wasserstrahles über

den Schützen, x die Entfernung des Schnittpunktes der Fallparabel mit der Weherschwelle von der Schütze und L die Länge der Weherschwelle von der Schütze aus flussabwärts gemessen, so ist

$$H = v_0 \sqrt{\frac{2}{g}} \sqrt{y}$$

v_0 ist die Anfangsgeschwindigkeit im Schützenquerschnitt. Ersetzt man y durch den etwas grösseren Wert $H = y + \frac{h}{2}$

so wird

$$H = 0,45 v_0 \sqrt{H}$$

und, da

$$v_0 = \frac{Q}{\mu h} = 3,33 \frac{(h+k)^{3/2}}{h}$$

$$H = 1,5 \sqrt{H} \frac{(h+k)^{3/2}}{h}$$

Für unsere Ueberschlagsrechnung kann diese Formel auch geschrieben werden

$$H = 1,7 \sqrt{H(h+k)}$$

Nun haben die beschriebenen Versuche gezeigt, dass $L = 3x$ sein sollte, also

$$L = \text{rd. } 5 \sqrt{H(h+k)}$$

Diese Formel gibt natürlich keinen absoluten Wert, aber doch Ueberschlagswerte, die manches Interessante zeigen, so z. B. dass man den Strom nicht zu stark drosseln darf, da sonst ein sehr langer Sohlenschutz erforderlich ist. Wenn nun aber ein so langer Schutz nicht in Beton ausgeführt werden kann, dann wird eine Flossfeder gute Dienste leisten; darüber geben nun die Versuche Nr. 41 und 43 noch wertvolle Aufschlüsse. Die Flossfeder ist in ihrem flussaufwärts liegenden Drittel vollständig geschlossen. Sie lässt also den Wasserstrom nicht durchdringen. Die flussabwärts liegenden zwei Drittel sind durchbrochen; durch diese kann, wie schon früher gesagt wurde, das Material unter der Flossfeder hinunter fallen.

Die Wassermessungen haben ergeben, dass die Kurve der max. Geschwindigkeiten durch die Flossfeder vom ungeschützten Bett rasch abgelenkt und möglichst gegen die Oberfläche des Wasserstromes geführt wird. Dadurch wird

der Kolk flussabwärts der Flossfeder in einer Weise vermieden, wie es sonst bei keiner andern Sicherung der Fall ist. Ferner zeigen die Geschwindigkeits-Diagramme, dass ein ganz schwacher Gegenstrom vom Ende der Feder unter diese hinunter sich bildet. Eingestreute Sägespähne haben noch gestattet, die Vorgänge unter der Feder genau zu verfolgen. Am obern Ende [der Flossfeder, unter dem abgedeckten Teil, ist das Wasser vollständig ruhig. Es ist ein eigen-

aber die Fabrik das von dem Hochwasserkanal in Anspruch genommene Gelände anderweitig und sie entschloss sich, das Wehr in der Form umzubauen, wie das beigegebene Bild es zeigt (siehe Abbildung 13 auf Seite 49).

Für den Hochwasserablass dienen die zwei Schützen am linken Ufer, der sogenannte Grundablass von 4 m Breite und die Wehrschütze von 5 m Breite. Die Schützen am rechten Ufer können bei Hochwasser nicht geöffnet werden,

Der Neubau des Kurhauses in Baden.

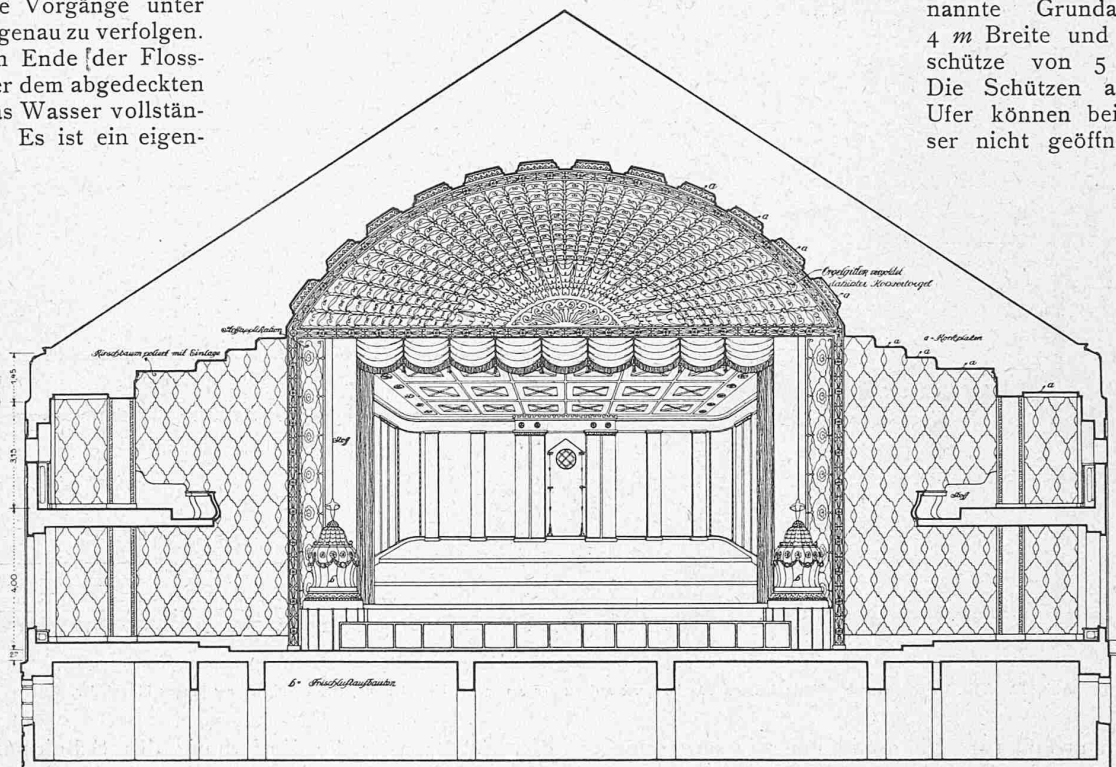


Abb. 14. Schnitt durch den Theatersaal. — Masstab 1 : 200.

artiges Bild, durch die Glasscheibe zu beobachten, wie über der Feder durch die Gewalt des Wassers Steine und Betonblöcke weggerissen werden, unter ihr aber die leichten Flocken ruhig liegen oder beim Uebergang des Gegenstromes in den ganz ruhigen Teil in schwebender, zitternder Lage gehalten werden.

Schlussbemerkungen.

Auf die Analogien der Beobachtungen von Kolk-Erscheinungen an ausgeführten Wehren mit den Modell-Versuchen wurde im Vorstehenden verschiedentlich hingewiesen; es verbleibt nur noch die Untersuchung des Verhaltens der Flossfeder in der praktischen Ausführung. In dem eingangs erwähnten Aufsatz von Rich. Hofbauer wird eine Sicherung mittels einer solchen Flosstafel an einem Wehre in Bruck an der Mur (Steiermark) beschrieben. Seitdem sind verschiedene andere ähnliche Ausführungen in Steiermark und in Niederösterreich zur Ausführung gelangt. Ueberall haben sich diese Sicherungs-Vorkehrungen gut bewährt. Nachstehend sei ein besonders interessantes Beispiel näher beschrieben.

Die Mürz, ein Seitenfluss der Mur in Steiermark, ist einer jener Gebirgsflüsse, der, ähnlich unserer Sihl, eine sehr veränderliche Wassermenge, mit Geschiebeführung und Eisgang hat; von wenigen m^3/sek Niederwasser kann der Fluss rasch bis auf 300 m^3/sek Hochwasser anschwellen.

In der Stahlfabrik Böhler in Kapfenberg wird ein Gefälle von 4 m dieses Flusses ausgenutzt. Das Stauwehr liegt mitten im Fabrikareal und es drängen sich an die Ufer nicht nur alle möglichen Fabrikhallen, sondern es steht auch 40 m unterhalb der Wehrstelle dicht am Ufer ein hoher Kamin, der durch einen allfälligen Kolk stark gefährdet würde.

Zur Ableitung der grossen Hochwasser war ein Hochwasserkanal vorgesehen. In den letzten Jahren brauchte

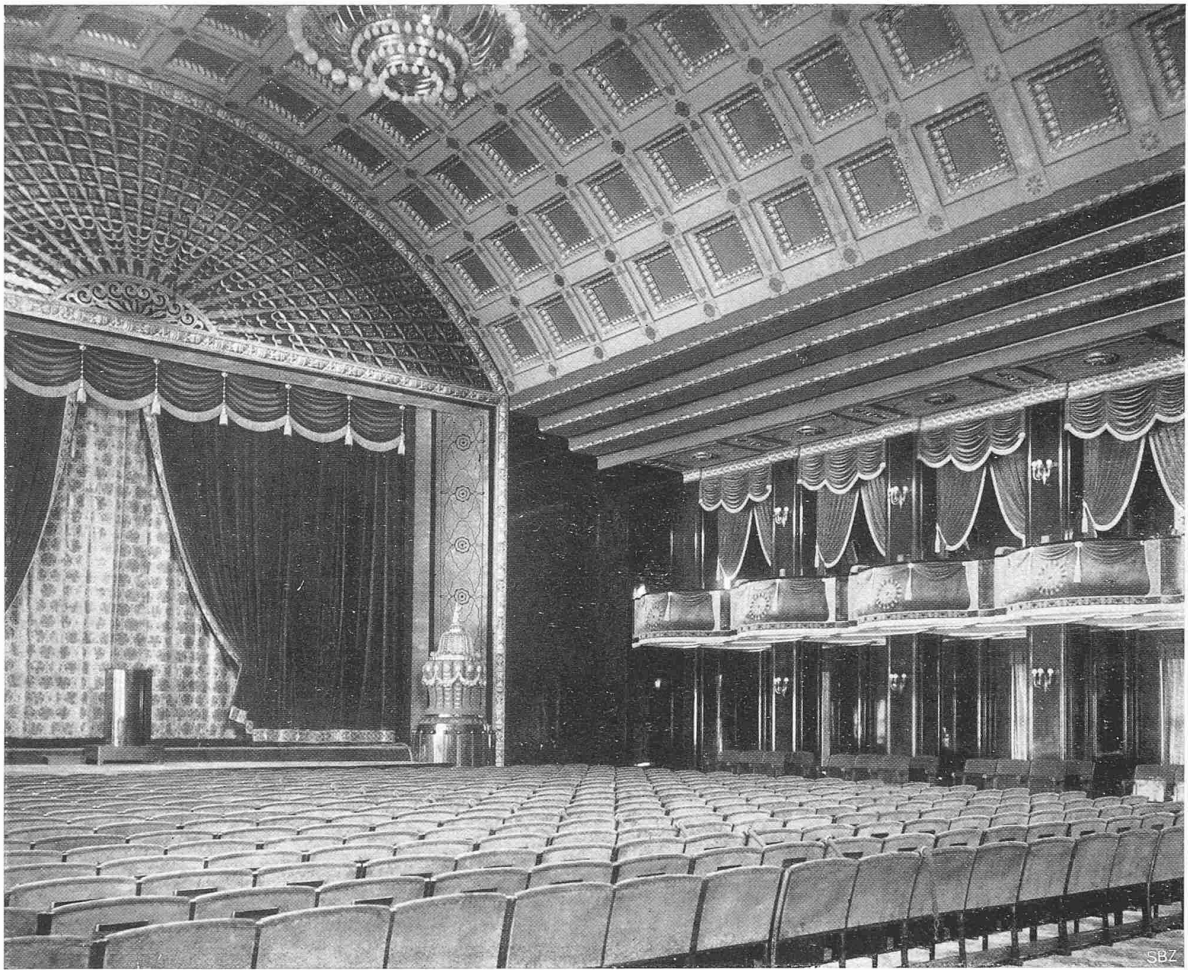
da flussabwärts Einbauten bis auf die Breite der zwei ersterwähnten Oeffnungen in die Mürz vorspringen. Grundablass und Wehrschütze haben eine Höhe von 2 m. An die Schützenöffnung schliesst sich noch ein Sturzboden mit drei Stufen, in einer Länge von 7 m; am Fusse dieses Sturzbodens hängen die gelenkartig an den Wehrpfeilern befestigten Flossfedern. Die Tafeln haben eine Länge von 7 m und eine Breite von 6 m. Sie sind aus Kantholz gezimmert und zwar sind die vorderen $\frac{2}{3}$ der Tafel durchlässig, mit Schlitzern von 10 cm Weite. Die Flossfeder am Fusse der Grundschleuse trägt auf der linken Seite und die Flossfeder am Fusse der Wehrschütze auf der rechten Seite je eine durchlässige Bordwand; im übrigen wird auf das beigegebene Bild hingewiesen, das die Tafeln unter Wasserüberfall und daneben in der Ruhe zeigt.

Das Wehr steht in lossem Material, zum Teil in Schlackenschüttung des Eisenwerkes. Ein Hochwasser von etwa 200 m^3/sek wurde schon durch dieses neue Wehr abgelassen. Ein solches Hochwasser bringt eine Wassermenge von $q = 22,2 m^3/sek$ auf den laufenden Meter Wehrbreite, also eine sehr starke Belastung und Beanspruchung des Wehrfusses. Die Form des Flussbettes dicht unterhalb des Wehres entspricht genau unsern Beobachtungen am Modell. Am Ende der Flossfeder zeigt sich eine unbedeutende Vertiefung und hierauf folgt flussabwärts ein gleichmässiges, regelmässiges Bett ohne Kolk und ein grösseres Stück auch ohne Serpentinbildung.

Vergleicht man alle gewonnenen Resultate mit den Kolktaufnahmen und den Erfahrungen beim Wehrbau überhaupt, so kommt man zum Schluss, dass für den Schutz gegen Kolk noch manches zu klären ist, und dass es sich wohl lohnt, auch neuere Erfahrungen anderer Länder in der Schweiz nachzuprüfen.

H. E. Gruner.

Anmerkung der Red. Vergl. die Korrespondenzen auf S. 60 dieser Nr.



UNTEN: DIE HAUPTTREPPE

OBEN: DER THEATERSAAL



DER NEUBAU DES KURHAUSES BADEN — ARCH. PROF. A. STÜRZENACKER, KARLSRUHE



AUS DEM DAMENZIMMER



AUS DEM SPEISESAAL

AUS DEM NEUBAU DES KURHAUSES BADEN — ARCHITEKT PROF. A. STÜRZENACKER IN KARLSRUHE

Der neue Wirtschaft- und Saalbau am Kurhaus in Baden.
 Architekt Professor A. Stürzenacker in Karlsruhe.

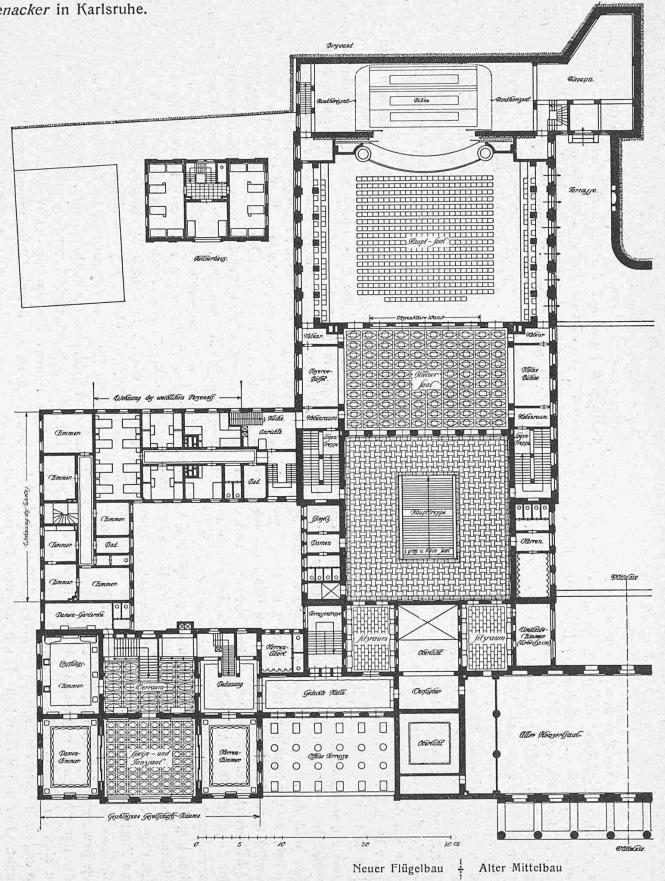
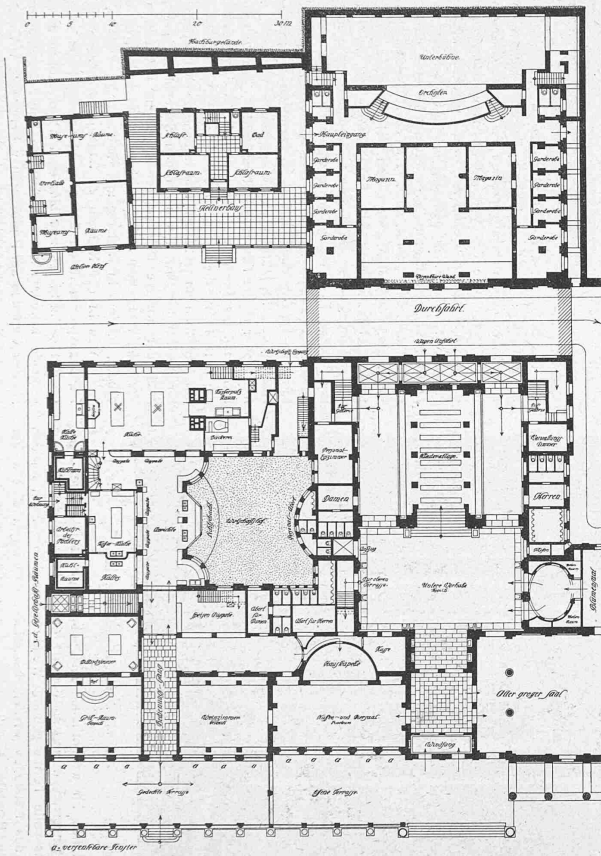


Abb. 9. Erdgeschoss des Wirtschaftbaues und Untergeschoss des Saalbaues. — Grundrisse 1:600. — Abb. 10. I. Stock vom Wirtschaftbau und Hauptgeschoss vom Saalbau.