

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

Die Ausbildung der Überfälle beim Abfluss von Wasser über Wehre nebst Beschreibung der Anlage zur Beobachtung von Überfällen im Flussbaulaboratorium zu Karlsruhe

Rehbock, Theodor

[Leipzig], [1909]

I. Teil. Die Versuchsanlage im Flussbaulaboratorium der Technischen
Hochschule zu Karlsruhe

[urn:nbn:de:bsz:31-289019](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-289019)

zu machen, wurden im Flußbaulaboratorium der Technischen Hochschule zu Karlsruhe Anordnungen getroffen, die es gestatten, die Form der Überfälle im Querschnitte in genauer Weise zu beobachten, sowie die Bewegung der einzelnen Wasserfäden durch eingebrachte Farbstoffe, feste Beimengungen oder eingeblasene Luftbläschen kenntlich zu machen und ihre Richtung und Geschwindigkeit zu bestimmen. Dabei ist die Versuchsanlage so ausgebildet worden, daß es möglich ist, die Untersuchungen auch auf die Umbildung des Strahles nach dem Absturz auf die Sohle der Unterwasserrinne bis zu derjenigen Stelle auszudehnen, an welcher der ruhige Abfluß des Unterwassers beginnt. Gerade dieser Untersuchung wurde ein besonderer Wert beigemessen, weil von der Umbildung des Strahles im Unterwasser die Beanspruchungen des Sturzbettes wesentlich abhängen.

I. Teil.

Die Versuchsanlage im Flußbaulaboratorium der Technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Zur Ausführung von Überfallversuchen wurde im Flußbaulaboratorium der Technischen Hochschule zu Karlsruhe in den Jahren 1905—1909 eine Anlage erbaut, die es ermöglicht, Wehrmodelle zwischen zwei parallelen Spiegelglaswänden anzubringen und von Wasser überströmen zu lassen. Wegen des beschränkten Raumes war es dabei nötig, die neuen Versuchsanlagen auf die große Versuchsrinne für Flußbauversuche aufzustellen, die schon seit dem Jahre 1902 in Betrieb ist, und deren Ausbildung in der Zeitschrift für Bauwesen 1903 beschrieben wurde. Da diese Versuchsrinne nicht dauernd außer Betrieb gesetzt werden darf, wurden die neuen Anlagen so ausgebildet, daß sie in möglichst einfacher Weise entfernt werden können. Die neuen Einrichtungen für die Ausführung von Überfallversuchen, wie sie nach verschiedenen Änderungen und Erweiterungen nunmehr in Benutzung stehen, sind auf den Tafeln I und II dargestellt.

Wie aus Taf. I, Abb. 1 ersichtlich ist, dient für die Wasserzuführung bei den Überfallversuchen die gleiche Pumpenanlage, die bei den Flußbauversuchen Verwendung findet. Die im Kellerraum des Laboratoriums aufgestellte, durch einen 13-pferdigen Gleichstrommotor betriebene Kreiselpumpe entnimmt das Wasser aus dem Hauptwasserbehälter, der unter dem Fußboden des Laboratoriums in den Keller eingebaut ist, und drückt es durch das Steigrohr in die unter der Decke des Laboratoriums angebrachte wagerechte Rohrleitung, aus der es der großen Rinne für die Flußbauversuche oder einer Rücklaufrohrleitung zugeführt wird, aus denen es wieder in den Hauptwasserbehälter gelangt.

Aus der wagerechten Rohrleitung an der Decke des Laboratoriums, durch welche die Pumpe in geschlossenem Kreislauf je nach der Füllhöhe des Hauptbehälters 60—70 l Wasser in der Sekunde hindurchpreßt, wird das Wasser für die Überfallversuche entnommen. Dazu wurde am Anfang des wagerechten Rohrstranges (Taf. II, Abb. 2) eine neue Rohrleitung abgezweigt, in die ebenso wie in die vorhandene alte Rohrleitung ein Abschlußschieber eingebaut wurde. Durch entsprechende Stellung der beiden Schieber kann ein beliebiger Teil des von der Pumpe zugeführten Wassers durch das abgezweigte Rohr zu der Rinne für die Überfallversuche abgeleitet werden.

Die abgezweigte neue Rohrleitung, die wie die alte Rohrleitung eine lichte Weite von 20 cm besitzt, liegt parallel zu der alten Leitung an der Decke des Laboratoriumsraumes und ist durch einen gekrümmten Rohrstrang, der drei Krümmen enthält, durch Vermittlung eines kleineren Einlaufkastens an ein großes aus Eisenblech hergestelltes Beruhigungsbecken angeschlossen.

Wie die Abbildungen 1 und 2 auf Taf. I und Abb. 1 und 2 auf Taf. II zeigen, führt die Rohrleitung das Wasser in den Einlaufkasten von oben her ein. In dem Einlaufkasten wird das Wasser in zwei Hälften geteilt, welche durch zwei rechteckige Öffnungen von je 400 mm Höhe und 400 mm Breite in die seitlichen Teile des Beruhigungsbeckens fließen.

Das Beruhigungsbecken ist ein Blechkasten von 1,90 m Länge, 1,0 m Breite und 1,3 m Höhe, der wagenartig auf vier walzenförmigen Rädern ruht und auf den Rändern der großen Rinne leicht verschoben werden kann. Dieser Kasten ist durch zwei lotrecht stehende Wände aus gelochten Blechen in drei Teile geteilt, von denen die beiden äußeren zur Beruhigung des Wassers dienen, während der mittlere, in den das Wasser durch die gelochten Blechwände gleichmäßig und ruhig einfließt, durch einen rechteckigen Ausschnitt von 500 mm Breite und 200 mm Tiefe mit der Rinne für die Überfallversuche in Verbindung steht. Der rechteckige Ausschnitt ist mit einem 6 mm starken, sauber bearbeiteten Messingblech mit abgeschrägten Kanten umkleidet und dient zur Messung der abfließenden Wassermenge, wozu eine genaue Bestimmung der Höhe des Wasserspiegels im speisenden Becken über der wagenrechten Überfallkante des rechteckigen Ausschnittes erforderlich ist. Die Einmessung des Wasserspiegels erfolgt durch einen Spitzenmaßstab, dessen Beobachtungsspitze von unten her bis zur Höhe des Wasserspiegels hinaufgeschraubt wird, wobei die Bestimmung der Spitzenhöhe durch Ablesung an einem Maßstab mit Nonius erfolgt. Die Höhe der Überfallkante des rechteckigen Ausschnittes wird durch eine Wasserwaage auf den Spitzenmaßstab übertragen. Zur bequemen Beobachtung der Wasserspiegelhöhe dient ferner ein besonders hergestellter Schwimmerpegel, dessen Schwimmer sich in einem Pegelschacht in einer der Ecken des Beruhigungsbeckens bewegt. Dieser Pegelschacht steht durch ein Rohr mit dem mittleren Teil des Beruhigungsbeckens in Verbindung, wie Taf. II, Abb. 2 zeigt. Der Schwimmerpegel (Taf. I, Abb. 3) ist als Uhrpegel so hergestell, daß der Zeiger einen Weg von 20 mm durchläuft, wenn der Wasserspiegel seine Höhenlage um 1 mm ändert, wobei auch kleine Schwankungen des Wasserspiegels deutlich beobachtet werden können¹⁾. Der zweite auf Abb. 2, Taf. II eingezeichnete Pegelschacht ist für die Aufstellung eines selbstzeichnenden Schwimmerpegels vorgesehen.

Über die Überfallkante fließt das Wasser in die Versuchsrinne ein, wobei der sich bildende Strahl frei herunterfällt und von den Seiten her vollständig gelüftet ist. Bei der großen Fallhöhe des Strahles übt die Höhenlage des Unterwasserspiegels in der angeschlossenen Rinnenanlage keinen Einfluß auf die Überfallhöhe aus, was von Wichtigkeit ist, da der Überfall zur genauen Messung der abfließenden Wassermenge benutzt werden soll.

¹⁾ Der Schwimmerpegel dient nur zur bequemen Bestimmung der kleinen 1 mm nicht erreichenden Wasserspiegelschwankungen, die infolge des ungleichmäßigen Arbeitens der Pumpe bei verschiedenen Belastungen der elektrischen Zentrale auftreten können. Die Ablesung der Überfallhöhen erfolgt sonst am Nonius eines Spitzenmaßstabes oder mit dem Nivellierfernrohr.

Das Wasser gelangt durch eine eiserne Übergangsrinne zunächst in eine 3,70 m lange, mit Winkeleisen armierte Holzrinne von 500 mm Breite und 720 mm Höhe, die zur Beruhigung des Wassers und zur Eichung des Meßüberfalles dient. Zur Beruhigung des über den Meßüberfall fließenden Wassers sind drei unter einem Winkel von 45° aufgestellte Messingsiebe in Holzrahmen, sowie ein aus Holzleisten hergestelltes Schwimmbrett angebracht (Taf. I, Abb. 1 und Taf. II, Abb. 2). Zur Eichung des Meßüberfalles sind an die Holzrinne beiderseits Blechrohre von 12 cm Lichtweite angeschlossen, die je 16 verschließbare Messingdüsen tragen. Zur Eichung des Meßüberfalles wird die Holzrinne an ihrem unteren Ende durch eine Blechwand wasserdicht abgeschlossen.

Die gesamte vom Meßüberfall her zuströmende Wassermenge muß dann durch die an die Holzrinne angesetzten Blechrohre bzw. durch deren Düsen abfließen, wozu eine entsprechende Anzahl der Düsen durch Beseitigung der angeschraubten Deckel geöffnet wird. Sind bei starkem Wasserzufluß alle 32 Düsen geöffnet, so wird die zuströmende Wassermenge in 32 einzelne Strahlen zerlegt, deren Abflußmengen gesondert bestimmt werden können. Durch Addition der durch alle geöffneten Düsen abfließenden sekundlichen Wassermengen wird der Wasserabfluß über das Meßwehr festgestellt. Der Vorteil, der durch die Teilung des Wassers erreicht wird, besteht darin, daß die Messung der Wassermengen der einzelnen Strahlen mit Eichgefäßen von mäßiger Größe mit genügender Genauigkeit möglich ist, während bei Einleitung der ungeteilten Wassermenge in das Eichgefäß bei der Kürze der Füllzeit eine genügende Schärfe der Messung nicht zu erzielen sein würde. Bei der Eichung des Meßüberfalles muß natürlich streng darauf geachtet werden, daß die Wasserspiegelhöhe oberhalb des Meßüberfalles während der ganzen Dauer einer Eichung unverändert bleibt, was sich durch die beiden seitlich vom Überfallauschnitt angebrachten Schützen oder durch eine mit einem Krahn regulierbare Entlastungsleitung erreichen läßt. Bei der Eichung des Meßüberfalles für eine bestimmte Überfallhöhe wird in der Weise verfahren, daß unter strenger Innehaltung der Überfallhöhe der Wasserabfluß aller geöffneten Düsen der Reihe nach mehrmals bestimmt wird.

Zur Bestimmung der Ergiebigkeit der einzelnen Düsen wird der den Düsen entströmende, frei herabfallende Wasserstrahl unter Benutzung eines kleinen Blechrohres in ein zylindrisches Eichgefäß eingeleitet. Aus der Füllzeit und dem bekannten Inhalt des Eichgefäßes kann die Ergiebigkeit der untersuchten Düse in Litern in der Sekunde bestimmt werden. Die Füllzeit wird durch eine Sekundenuhr mit $\frac{1}{5}$ Sekundenteilung bestimmt, indem man die Uhr in dem Augenblick, in dem der Strahl mit dem Blechrohr aufgefangen wird, in Gang setzt und sie wieder zum Stehen bringt, wenn das Blechrohr nach Füllung des Eichgefäßes fortgezogen wird. Dabei wird das Eichgefäß nicht ganz bis zum obersten Rande gefüllt, weil der Augenblick der vollständigen Füllung nicht genau genug bestimmt werden könnte. Vielmehr wird mit der Füllung aufgehört, wenn der Wasserspiegel bis in den Hals des Meßgefäßes gestiegen ist. Nach Beruhigung des Wasserspiegels wird die Höhe der Füllung an dem im Halse des Gefäßes angebrachten Maßstab (Taf. II, Abb. 5) abgelesen und der Inhalt des Gefäßes aus der Inhaltskurve des Eichungsgefäßes entnommen. Das verwendete Eichungsgefäß faßt 130 l. Bei der stärksten Wasserführung der Düsen von etwa 2 l/Sek. dauert die Füllung daher reichlich 60 Sekunden, wobei sich noch eine Genauigkeit der Eichung der einzelnen Düsen auf $\frac{1}{2}$ bis 1% erreichen läßt. Da die Fehler bei den einzelnen Düseneichungen sich zum Teil ausgleichen,

ist die Genauigkeit der Eichung des Überfalles eine ausreichende. Bei abnehmendem Abfluß nimmt infolge der längeren Füllzeit des Eichgefäßes die Genauigkeit der Eichung noch zu. Bei der Eichung des Eichgefäßes muß auch auf die Temperatur des Wassers und auf eine gleichmäßige Befuchtung der Wandungen des Eichgefäßes beim Beginn der einzelnen Füllungen Rücksicht genommen werden. Ist die Füllhöhe des Eichgefäßes bestimmt, so wird der Inhalt durch Drehung des Eichgefäßes mittels der in der Achse angebrachten Kurbel in die große Versuchsrinne für Flußbauversuche entleert, worauf das Eichgefäß sofort wieder zu einer neuen Füllung in die richtige Lage gebracht werden kann (Taf. II, Abb. 3). Zur Messung kleinerer Wassermengen kann die Öffnung der Düsen durch Anschrauben eines Mundstückes aus Messing von 32 mm auf 16 mm verengt werden, damit auch bei geringem Abfluß ein geschlossener Strahl entsteht.

Nach Eichung des Meßüberfalles, die wiederholt und mit möglicher Genauigkeit durchgeführt wurde, konnte die Ausführung der Modellversuche erfolgen. Für diese Versuche sind 2 Glasrinnen vorhanden, die eine von 250 mm, die andere von 500 mm lichter Breite. Die schmale Glasrinne (Taf. I, Abb. 1 und 4) wird an die Holzrinne unter Zwischenschaltung einer Blechplatte mit rechteckiger Öffnung, die breite Glasrinne aber unmittelbar an den Abschlußwinkel der Holzrinne angeschlossen.

Die schmale Glasrinne ist aus 4 Kästen von je 1,0 m Länge und 0,5 m Höhe zusammengesetzt und besitzt einen hölzernen Boden. Die Wehrmodelle werden aus Beton, aus Holz oder aus Blechen hergestellt und mit Kitt gegen die Glaswände und den Boden gedichtet. Zur Aufstauung des Unterwassers werden zwei in dem gleichen Falz laufende Bleche mit ausgeschnittenen wagerechten Schlitzten verwendet, durch deren gegenseitige Versetzung die Stauhöhe geändert werden kann.

Die breite Glasrinne (Taf. II, Abb. 1, 2 und 4) ist, abgesehen von den seitlichen Spiegelglaswänden, ganz in Eisen hergestellt. Die Glaswände greifen unten in vertiefte Rinnen ein, in denen sie durch Holzleisten und durch Kitt wasserdicht befestigt sind. Um die Abflußerscheinung bis zur Sohle durch die Glaswände deutlich verfolgen zu können, hat die Rinne einen zweiten beweglichen Boden aus 5 mm starken Eisenblechtafeln erhalten, der beiderseitig dicht an die Glaswände anstößt. (Taf. II, Abb. 4 und 8.) Die Höhe der einzelnen Teile der Rinne beträgt 720 bzw. 500 mm. Die einzelnen Kästen der Rinne können in beliebiger Folge zusammengefügt werden.

In der Mitte des größten Kastens werden die Wehrmodelle aufgestellt. Dazu ist eine 100 mm hohe Messingwand vorhanden, die durch aufgesetzte Messingplatten bis zu 500 mm erhöht werden kann. Diese Messingwand kann aus der lotrechten Lage bis zu 45° stromaufwärts oder stromabwärts gedreht werden, so daß die Neigung der untersuchten dünnwandigen Wehre auch während der Versuche geändert werden kann. Die Messingplatte greift dazu in eine unter dem Rinnenboden gelagerte Messingachse ein, die beiderseitig durch Stopfbüchsen wasserdicht aus dem Kasten herausgeführt ist. (Taf. II, Abb. 1 und 8.) Die Umlegung der Wehrwand erfolgt von den beiden Seiten der Rinne aus durch unter der Rinne hindurch verbundene Kurbeln. Die Feststellung des Wehres kann in jeder gewünschten Lage durch Feststellstifte erfolgen, die in mit 2 Lochreihen versehene Gradbögen eingreifen. Die Wehrtafel schließt durch Lederdichtungen beiderseitig wasserdicht an die Spiegelglastafeln an und kann oben mit Überfallkanten von verschiedener Querschnittsform versehen werden. Für Modellversuche mit Wehren größerer Stärke oder mit verschiedenen geneigten Begrenzungen können Wehrmodelle aus Holz oder Beton an die bewegliche

Messingwand angeschlossen werden. Auch ist ein Wehr aus Messing vorhanden, dessen Gestalt geändert werden kann. Dieses Wehr ist auf Taf. II in Abb. 7 dargestellt. Es besteht aus einer Mittelwand von veränderlicher Höhe, die an die bewegliche Messingwand angeschraubt und mit Gummistreifen, die durch Schrauben seitlich verschoben werden können, wasserdicht an die Glaswände angeschlossen wird. Auf diese Mittelwand können wagerechte, auswechselbare Messingplatten von verschiedener Breite aufgeschraubt werden, an deren Enden gelenkartig befestigte Messingwände anschließen, die durch Auszugsvorrichtungen verlängert werden können, so daß sie bei jeder gewünschten Neigung bis zum Rinnenboden reichen. Dieses Wehr wird mit einem Segeltuchstreifen von der Breite der Wehrlänge (500 mm) überspannt, der an der unteren Innenseite des Wehres mit einer Spannvorrichtung befestigt wird. Durch die Anbringung beliebig geformter Holzleisten auf der wagerechten Wehrkronenplatte, über die das Segeltuch hinübergelegt wird, kann dem Wehre auch eine gewölbte Krone gegeben werden.

Zur Lüftung des Raumes unter dem Strahl können Lüftungsrohre verschiedener Weite und Gestalt durch den Boden der Rinne hindurch von unten her eingeführt werden. Durch diese Lüftungsrohre, die durch einen Schraubenschluß teilweise oder ganz verschließbar sind, kann auch Luft unter den Strahl eingeblasen oder aus dem Raum unter dem Strahl ausgesaugt werden, sodaß die Spannungsverhältnisse unter dem Strahl beliebig geändert werden können. Durch die durchbohrte Wehrschneide wurden außerdem 2 dünne Messingrohre in den Raum unter dem Strahl eingeleitet, die zu Manometern führen und so die Messung der Luftspannung unter dem Strahl gestatten. Die Manometer bestehen aus Glasröhren, die mit einem größeren mit gefärbtem Wasser gefüllten Becken in Verbindung stehen, und durch Änderung ihrer Neigung die Ablesung der Spannungsverhältnisse unter dem Strahl mit jedem gewünschten Genauigkeitsgrad gestatten. In den Tafeln sind die genannten Vorrichtungen nicht zur Darstellung gelangt.

Um die Tiefe des Unterwassers der Wehre beliebig ändern zu können, ist das Ende der Rinne durch ein Schütz mit verstellbarer Schlitzbreite abgeschlossen (Taf. II, Abb. 2 und 6). Das Schütz, das mit einer scharfen wagerechten Überfallkante versehen ist, wird mit einem doppelten Zahnstangentrieb lotrecht verschoben. Bei der höchsten Stellung schließt es die Rinne vollständig ab, bei der tiefsten Stellung aber gibt es den ganzen Rinnenquerschnitt frei. Dabei besteht das Schütz aus zwei aufeinander liegenden Messingplatten, die 450 mm breite und 15 mm hohe Schlitz enthalten. Durch eine Stellschraube am unteren Ende des Schützes können diese beiden Platten bei jeder Stellung des Schützes lotrecht gegeneinander verschoben werden, wobei die Schlitz sich öffnen bzw. schließen. Durch entsprechendes Öffnen der Schlitz kann der Abfluß des Unterwassers in der ganzen Querschnittshöhe bewirkt werden, wodurch die Entstehung unregelmäßiger Strömungen im Unterwasser vermieden wird, wie sie auftreten müßten, wenn der Abfluß des Wassers allein über eine geschlossene Schützwand erfolgen würde. Zur Verlängerung der Unterwasserinne, die bei manchen Untersuchungen erwünscht ist, kann eine Vertauschung der beiden hohen Glaskästen (Taf. II, Abb. 1) erfolgen. Es ist aber auch noch ein weiterer niedriger Kasten von 1,25 m Länge und 400 mm Höhe für diesen Zweck vorhanden, bei dessen Zufügung die Glasrinne allerdings über die große Eisenrinne für die Flußbauversuche vorsteht, so daß die Rückleitung des Wassers nicht unmittelbar in den Hauptwasserbehälter erfolgen kann. Das Wasser muß vielmehr dabei durch einen

Abfallschacht aus Blech in das gußeiserne, unter dem Laboratoriumsboden liegende Meßgefäß eingeleitet werden, aus dem es durch den vorhandenen Überlauf in den Hauptbehälter zurückfließt.

Die Aufnahme der bei den Versuchen entstehenden Wasserstrahlen kann entweder durch unmittelbares Durchzeichnen auf dünne mattierte Glasplatten, die an die Spiegelglasscheiben angelegt werden, oder in genauerer Weise durch Festlegung einzelner Punkte des Strahlbildes durch Messung erfolgen. Letztere geschieht mit Spitzenmaßstäben. Es sind dies lotrecht in Führungen bewegliche und mit Maßstäben versehene Lineale, die am unteren Ende genau in der Achse der Lineale befindliche Spitzen tragen. Wie aus den Abb. 1 auf Taf. I und II hervorgeht, werden die Spitzen entweder von oben auf den Wasserspiegel aufgesetzt, oder von unten aus dem Wasser heraus bis zur Oberfläche gehoben, wobei die Spitze bügelförmig mit dem Lineal verbunden ist. Die Bestimmung der Höhenlage einzelner Punkte der Wasseroberfläche erfolgt dabei durch Ablesung an einem Nonius, der an der Fassung des Lineals befestigt ist, während das Lineal einen durchlaufenden Maßstab trägt, oder aber mit einem Nivellierinstrument unmittelbar am Maßstab des Lineales. Zur bequemen Verstellung der Spitzenmaßstäbe sind bei der großen Glasrinne justierbare Schienen auf den Kastenrändern angebracht, auf denen Längsschlitten laufen, deren Stellung an einem wagerechten Maßstab abgelesen wird. Die Längsschlitten tragen wiederum Querschlitten, die wie die Längsschlitten auf gehobelten Schienen gleiten. Mit Hilfe dieser doppelten Schlitten können die mit Zahnstangentrieb in ihrer Längsrichtung verschiebbaren Spitzenmaßstäbe bequem über jeden Punkt der Rinne gebracht werden. Zur Bestimmung der unteren Begrenzung eines Wasserstrahles ist es zuweilen nötig, die Spitzenmaßstäbe mit besonders geformten Spitzen zu versehen, weil streng darauf zu achten ist, daß durch die Meßinstrumente die Form des Strahlbildes nicht beeinflußt wird.

Bei Aufzeichnung der in der beschriebenen Anlage beobachteten Überfallbilder wurde stets darauf geachtet, den Abflußvorgang dadurch möglichst klar zu veranschaulichen, daß im aufgenommenen Längsschnitt eine Zerlegung der geschnittenen Wasserflächen in den eigentlichen Strahl, der den Wasserabfluß im wesentlichen bewirkt und in Wasserwalzen erfolgte, die unter oder über dem Strahle liegen, und in denen sich das Wasser im wesentlichen in geschlossenen Bahnen bewegt, so daß sie für den Abflußvorgang von keiner erheblichen Bedeutung sind. Bei den Abbildungen der Taf. III ist diese Zerlegung durch die Farbengebung deutlich hervorgehoben, indem die Schnitte durch den Strahl in dunkelblauer Farbe, diejenigen durch die Wasserwalzen aber in hellblauer Farbe angelegt worden sind. Dabei wurde allerdings von der Kenntlichmachung der Wasserwalzen, die sich auch im Oberwasser der Wehre entwickeln, abgesehen, weil diese den unteren Winkel am Fuß des Wehres ausfüllenden Walzen keine Bedeutung besitzen und sehr veränderlich sind.

Die beiderseitigen Begrenzungen des nicht von Wasserwalzen verdeckten Strahles bilden sich streng gesetzmäßig aus und sind bei gleichen Abflußmengen völlig unveränderlich. Sie verlangen eine scharfe Aufnahme, die mit den Spitzenmaßstäben mit jedem gewünschten Genauigkeitsgrad erzielt werden kann. Die Wasserwalzen, die sich unter oder auf den Strahlen bilden, haben dagegen eine weniger scharfe und ständigen Änderungen unterworfenen Begrenzung, so daß bei ihrer Aufnahme kein sehr großer Genauigkeitsgrad gefordert zu werden braucht. Besonders schwierig gestaltete sich die Bestimmung der Grenzen zwischen den Wasserwalzen

und dem Strahl selbst, da die Bewegungsrichtung der benachbarten Wasserfäden des Strahles und der Walzen die gleiche ist. Auch durch Färbung des Strahles lassen sich diese Grenzen, die auch nicht ganz unveränderlich bleiben, nur schwer bestimmen. Durch Beimengung sehr feiner Schwimmkörper konnten aber auch diese Grenzen wenigstens mit einer guten Annäherung bestimmt werden.

Zur ständigen Aufzeichnung der Höhenlage des Oberwasserspiegels wurde ein selbstzeichnender Schwimmerpegel mit veränderlicher Umdrehungsgeschwindigkeit der Aufnahmewalze (Taf. II, Abb. 4) angeschlossen. Die erforderlichen Geschwindigkeitsmessungen erfolgen am besten mit Woltmanschen Flügeln oder Pitotschen Röhren.

Die seither in Karlsruhe zur Ausführung gelangten Überfallversuche bezweckten in erster Linie die Klarlegung des Abflußvorganges bei verschiedenen Wehrformen. Sie wurden größtenteils in einer älteren Rinne von 250 mm Breite durch den Assistenten des Flußbaulaboratoriums Dr.-Ing. Aichel¹⁾ ausgeführt, wobei die Strahlformen mit großer Sorgfalt bestimmt wurden. Anschließend an diese Aufnahme wurde, nachdem inzwischen die beschriebenen vervollkommenen Anlagen fertiggestellt worden sind, mit der Bestimmung des Überfallkoeffizienten bei verschiedenen Wehrformen begonnen. Dabei wird in der Weise verfahren, daß die Abflußmenge mit Hilfe des genau geeichten Meßwehres, die Überfallhöhe aber durch Messung mit Spitzenmaßstäben festgelegt wird, und daß alsdann für die gegebenen Strahlformen die Überfallkoeffizienten berechnet werden.

Diese sehr zeitraubenden Arbeiten sind indessen noch nicht zum Abschluß gelangt.

II. Teil.

Die Ausbildung der Überfälle bei festen Wehren.

Da die Form der Überfälle bei festen Wehren am wesentlichsten durch die Gestalt der Abfallwand bedingt wird, soll die weitere Besprechung des Wasserabflusses über feste Wehre sich an die Gliederung der Wehre nach der Gestalt ihrer Abfallwand anschließen.

Nach der Form ihrer Abfallwand können die festen Wehre in:

1. Schußwehre,
2. Sturzwehre,
3. Stufenwehre

eingeteilt werden.

Schußwehre sind feste Wehre, deren Abfallwand eine so flache Neigung besitzt, daß das über das Wehr strömende Wasser sich nicht vom Wehrkörper trennt, sondern mit demselben dauernd in Berührung bleibt.

Sturzwehre sind feste Wehre, bei denen die Abfallwand lotrecht oder doch so steil angeordnet ist, daß der über die Wehrkrone hinfließende Wasserstrahl sich vom Wehrkörper trennt und frei auf die unterhalb des Wehres gelegene Flußsohle

¹⁾ Siehe auch dessen Dr.-Ing. Dissertation: »Experimentelle Untersuchungen über den Abfluß des Wassers bei vollkommenen Überfallwehren verschiedener Grundrißanordnung.« München und Leipzig 1907, G. Franzscher Verlag.