



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Elemente des Wasserbaues**

**Sonne, Eduard**

**Leipzig, 1904**

Art. 50. Arten und Wirkung der Wehre

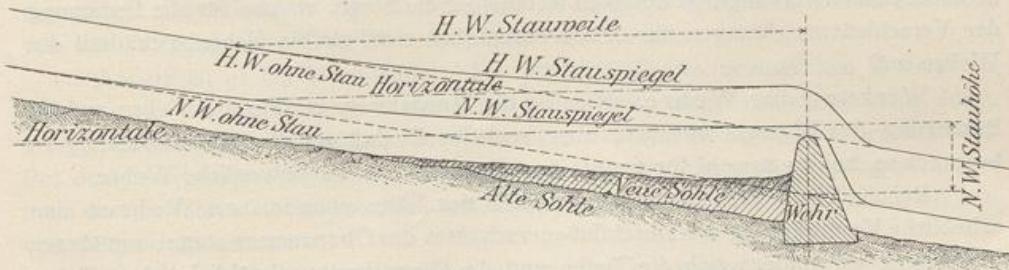
---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-82101](#)

Für den Zweck und die Verwendung der Wehre und Schleusen gilt im wesentlichen dasselbe, was auf S. 36 über die Verwendung der Sammelbecken gesagt ist, aber hier sind die Verwendungen in anderer Reihenfolge zu nennen. In früherer Zeit war die Gewinnung einer größeren Fallhöhe für Wasserräder, wobei nicht selten auch eine zeitweilige Aufspeicherung der Wassermenge erzielt wurde, der Zweck der meisten Wehre. Auch die behufs der Flößerei hergestellten Stauwerke sind uralt. Ferner sind für Bewässerungszwecke Wehre, in deren Oberwasser Kanäle abzweigen, schon seit langer Zeit angelegt. Wehre und Schleusen, welche zu Zwecken der Schiffahrt hergestellt werden, gehören der neueren Zeit an.

Die verschiedenen Verwendungen des Wassers stehen sich nicht selten feindlich gegenüber, insbesondere ist dies bei der Industrie und der Landwirtschaft, ferner bei der Industrie und der Flößerei der Fall. Die hieraus erwachsenden Schwierigkeiten sind um so schwerer zu beseitigen, je größer das fließende Gewässer ist, in welchem Stauwerke hergestellt werden. Dieselben pflegen in Bächen mit kräftigen Gefällen in großer Zahl unbeanstandet Platz zu finden, bei Anlagen in Flüssen von mäßiger Größe lassen sich die Schwierigkeiten in der Regel überwinden, in Strömen findet man Stauwerke bis jetzt noch nicht.

Abb. 92.



Die Bezeichnungen, welche bei den Stauwerken vorkommen, sind größtenteils aus früheren Besprechungen bekannt; so die Bezeichnungen Oberwasser und Unterwasser; der Übergang vom Oberwasser zum Unterwasser wird durch das Fallwasser bewerkstelligt. Dies ist eine von L. Franzius empfohlene zutreffende Bezeichnung. Auch von der Stauhöhe ist schon die Rede gewesen. Oberhalb des Stauwerks befindet sich der von der Staukurve begrenzte Stauspiegel, hier findet ein Rückstau statt und die Stauhöhen nehmen mehr und mehr ab, bis die Grenze des Staus erreicht ist. Man vergleiche hierzu Abb. 92 und Abb. 88 in Art. 47.

**50. Arten und Wirkung der Wehre.** Zunächst ist der Unterschied zwischen Überfallwehr und Grundwehr in Erinnerung zu bringen. Ein Überfallwehr ist vorhanden, wenn dessen Krone höher, ein Grundwehr aber, wenn die Krone tiefer als das Unterwasser liegt.

Eingehender ist die Teilung der Wehre in feste und bewegliche zu besprechen. Wehre, welche in ihrer ganzen Erstreckung fest wären, sind übrigens ziemlich selten, in der Regel werden schon der Abführung des Hochwassers wegen einzelne Teile der festen Wehre beweglich hergestellt, ohne daß die letzteren deshalb ihren Namen

verlieren. Anderseits haben die beweglichen Wehre in ihrer Sohle und an den Seiten stets feste Teile.

Die gewöhnlich vorkommenden Arten der festen Wehre ergeben sich aus dem vorzugsweise verwendeten Baustoff: Holz und Stein.

Von den zahlreichen Arten der bei beweglichen Wehren vorkommenden Verschlußvorrichtungen sind die Schützen (in senkrechter Richtung und in Führungen bewegte Tafeln) und die Nadeln hervorzuheben. Nadeln sind vierkantige Hölzer von mäßiger Stärke, welche, einzeln in nahezu senkrechter Richtung dicht nebeneinander in das Wasser gestellt und oben wie unten gestützt, den Stau erzeugen. Nur die Schützen- und die Nadelwehre sollen im Nachstehenden eingehend besprochen werden. Außerdem kommen noch vor: einzelne querliegende Bohlen und ebenso liegende Balken (Dammbalken), ferner um wagerechte, selten um lotrechte Achsen drehbare Klappen. Dammbalkenwehre sind nicht sehr gebräuchlich, als zeitweilige Verschlußvorrichtungen sind aber die Dammbalken bei Ausbesserungen, namentlich der Schleusen, unentbehrlich; sie finden dann ihre seitliche Stützung in Dammfalzen, d. h. in nischenartigen, im Mauerwerk angebrachten Vertiefungen. Von den Klappenwehren wird in Art. 57 kurz gesprochen werden. — Zwei Fälle der Verwendung von Dammbalken sind auf S. 40 erwähnt worden.

Es mag noch bemerkt werden, daß man die beweglichen Wehre mitunter mit Straßenbrücken vereinigt, gewöhnlich treten aber die Stege, welche für die Bedienung der Verschlußvorrichtungen nur selten entbehrlich sind, als ein Nebenbestandteil der Wehre auf.

**Wirkung der Wehre.** Hier ist die Einwirkung, welche die Wehre auf die Bewegung des Wassers ausüben, aber auch ihr Einfluß auf die Sinkstoffführung zu besprechen, beides sowohl für feste Überfallwehre, wie für bewegliche Wehre.

Bei niedrigen Wasserständen findet in der Nähe eines festen Wehres eine erhebliche Vergrößerung des Durchflußquerschnittes des Oberwassers statt; in größerer Entfernung vermindern sich die Tiefen und die Querschnitte allmählich; Art. 47 hat dies eingehend erörtert. Im Unterwasser bleiben die Durchflußquerschnitte, nachdem das Fallwasser sich beruhigt hat, unverändert, das Erstere hat deshalb im wesentlichen dieselbe Lage, welche es vor Erbauung des Wehres hatte.

Bei Hochwasser hebt sich der Wasserstand des Unterwassers in demselben Grade, wie es vor Herstellung des Wehres der Fall war, auch das Oberwasser schwollt an, aber nicht so stark wie das Unterwasser. Ein Nachweis durch Zahlen soll am Schlusse dieses Artikels geliefert werden. Die Folge ist, daß sich dann das Überfallwehr mitunter in ein Grundwehr verwandelt und unter Umständen ist als dann der Höhenunterschied zwischen Oberwasser und Unterwasser mit dem Auge kaum wahrnehmbar.

Mit den vorerwähnten Erscheinungen geht Hand in Hand, daß die Stauweite bei Hochwasser kleiner ist, als bei Niedrigwasser, überhaupt hat jeder Wasserstand eigene Staukurven und Stauweiten. Man vergl. hierzu Abb. 92, S. 155, woselbst die Staukurven für Niedrigwasser und für Hochwasser angedeutet sind.

Feste Überfallwehre beeinflussen auch die Sinkstoffbewegung in hohem Grade und in nachteiliger Weise. In angemessener Entfernung vom Wehre und so lange die Abnahme des Gefälles durch die Zunahme der Wassertiefe ausgeglichen wird, erleidet zwar die Schleppkraft des Wassers eine erhebliche Einbuße nicht. In der

Nähe des Wehres bringt aber das daselbst vorhandene sehr geringe Gefälle eine so starke Verminderung der Schleppkraft mit sich, daß wohl die feineren Sinkstoffe, nicht aber die schweren einen Weg über das Wehr finden. Feste Wehre haben deshalb im Oberwasser eine Erhöhung der Flußsohle stets zur Folge und je mehr diese Erhöhung fortschreitet, desto mehr werden die Hochwasserstände der betroffenen Strecke gesteigert.

Die besprochene Wirkung eines quer durch ein Tal geführten Bauwerks zeigt sich besonders auffallend bei den sogen. Talsperren der Wildbäche. Dies sind Mauern von ansehnlicher Höhe, welche den Zweck haben, durch Auffangen der Geschiebe einer zu starken Ausnagung unmittelbar entgegenzuwirken. Die gewöhnlich ausgeführten kleineren Bauwerke ähnlicher Art, welche man Sperren nennt, haben denselben Zweck. In neuerer Zeit ist es gebräuchlich geworden, den Namen Talsperre auf die Staumauern der Sammelteiche zu übertragen<sup>129)</sup>.

Bei Besprechung der Wirkung der beweglichen Wehre soll zunächst vorausgesetzt werden, daß die beweglichen Teile eine Freilegung des Durchflußquerschnitts in der vollen Breite des Wehrs gestatten und daß die Sohle des Bauwerks nur wenig höher liegt, als die Sohle des fließenden Gewässers. Bei Niedrigwasser findet ein weitgehender Verschluß der Öffnungen statt und ein ansehnlicher Teil des Wassers wird von den oberhalb des Wehrs abzweigenden Werkkanälen, Speisekanälen und dergl. aufgenommen. Die Wirkung des Wehres ist deshalb in diesem Zustande von der Wirkung eines Überfallwehres nicht verschieden.

Anders ist es bei Hochwasser. Die festen Teile des beweglichen Wehres erzeugen zwar bei Hochwasser in der Regel einen Stau, man kann diesen aber durch zweckmäßige Wahl der Weiten der Öffnungen auf ein geringes Maß beschränken. Bei den beweglichen Wehren der kanalisierten Maas ist man weiter gegangen, indem man daselbst einen Hochwasserstau von 22 em, in einigen Fällen sogar einen solchen von 30 em zugelassen hat.

Der Sinkstofbewegung bei Hochwasser wird ein solches Wehr große Hindernisse nicht entgegenstellen und es ist wahrscheinlich, daß Ansammlungen von Sinkstoffen, welche, solange das Wehr noch nicht ganz geöffnet ist, nicht zu vermeiden sind, von einem nachfolgenden Hochwasser größtenteils wieder beseitigt werden. Bewegliche Wehre der bezeichneten Art sind somit von den Übelständen, welche festen Überfallwehren anhaften, ziemlich frei.

Hinsichtlich der Wirkung stehen zwischen den festen Überfallwehren und den in der ganzen Weite ihrer Öffnungen beweglichen Wehren die Wehre in der Mitte, welche außer einem festen, das Unterwasser überragenden Wehrkörper verschließbare Öffnungen haben; bei zeitgemäßen Ausführungen werden mindestens zwei solche Öffnungen angeordnet: eine Freischleuse (Freiarche), deren Öffnung das Hochwasser mildert und ein tief hinabreichender Grundablaß, welcher bei Hochwasser die größeren Sinkstoffe wenigstens zum Teil ableitet. Wenn dann außerdem die Breite des Wehres sorgfältig bemessen wird, werden die Nachteile, welche ein durchweg festes Überfallwehr hat, zwar nicht beseitigt, aber erheblich verminderd. —

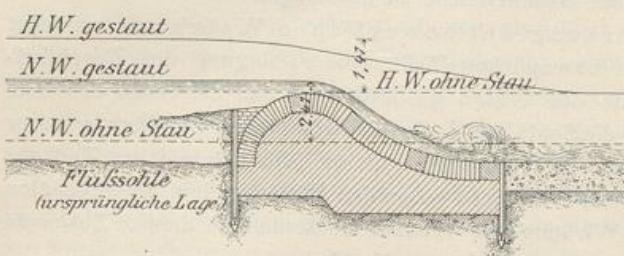
Das Öffnen und Schließen der beweglichen Teile der Wehre hat so zu erfolgen, daß eine bestimmte Stauhöhe so weit möglich eingehalten wird, jedoch wird dieselbe für den Winter nicht selten höher bemessen, als für den Sommer (Winterstau und

<sup>129)</sup> Näheres über Talsperren und Sperren s. Handb. (3. Aufl.) Kap. XI, § 54—56.

Sommerstau). Die Festsetzung einer Stauhöhe ist erforderlich, weil eine Vergrößerung derselben wohl Vorteile für den Besitzer des Wehres, dagegen Nachteile für die am Oberwasser liegenden Ländereien oder Wasserkraft-Triebwerke mit sich zu bringen pflegt. Die zulässige Stauhöhe (das Stauziel) wird durch die Oberkante eines im Oberwasser eingerammten, mit einer Haube versehenen Markpfahls (auch Merkpahl oder Aichpfahl genannt) angegeben, außerdem wird ermittelt, wie tief die Kronen der einzelnen Teile des Wehres unter dem Stauziel liegen. Der Markpfahl darf nicht unmittelbar vor dem Wehre stehen, weil hier ein wechselndes, von der Durchflußmenge abhängiges Gefälle vorhanden ist.

Nunmehr sind noch einige Bemerkungen über die Berechnung der Wirkung der Wehre zu machen. Die hierbei in Betracht kommenden wichtigsten

Abb. 93.



Formeln, namentlich die Formel für die vollkommenen Überfälle, sind in Art. 22 (Ausfluß des Wassers aus Behältern) abgeleitet, sodann ist in Art. 25 (Wassermesser) nachgewiesen, daß geringe Geschwindigkeiten des ankommenden Wassers unberücksichtigt bleiben dürfen.

In letzterer Weise wird man in der Regel rechnen, so lange der Wasserstand des Oberwassers das vorhin erwähnte Stauziel nicht erheblich überschreitet. Hinsichtlich der bei festen Wehren einzuführenden Ausfluß-Koeffizienten wird der folgende Artikel eine Ergänzung bringen. Die Berechnung der Grundwehre und eine kurze Besprechung der Staukurven enthalten die Artikel 46 und 47.

Bei den Berechnungen kommen verschiedene Wassermengen und Wasserstände in Betracht. Wenn für Zwecke der Kanalisierung eines Flusses (vergl. Art 56) in einer bestimmten Entfernung vom Wehr ein bestimmter Aufstau verlangt wird, so ist dieser für den kleinsten Zufluß nach vorläufiger Annahme der Breite und Höhe des Wehres zu berechnen, falls nicht, wie es z. B. bei Bewässerungen vorkommt, bei einem gewissen höheren Wasserstande ein bestimmter Aufstau gefordert wird. Die höchste zulässige Lage des Hochwasserspiegels wird in der Regel durch die örtlichen festgelegt sein. Durch die somit gegebene Stauhöhe ist für das Hochwasser nach einer vorläufig für Niedrigwasser anzunehmenden Höhe des Wehres die nötige Breite zu berechnen. Sind bei Hochwasser mehrere nebeneinander liegende Teile des Wehres (z. B. ein Überfallwehr, eine Freischleuse und ein Grundablaß) wirksam, so ist die Rechnung nach vorläufiger Annahme der Wirkung der übrigen Teile für jeden Teil besonders anzustellen und meistens mehrmals zu wiederholen<sup>130)</sup>.

Es soll nun als eine Probe der bei Wehren vorkommenden Berechnungen der Stau eines Überfallwehres bei Niedrigwasser und bei Hochwasser für gegebene örtliche Verhältnisse untersucht werden.

Ein Fluß hat bei Niedrigwasser 75 m Breite und 0,75 m mittlere Tiefe. Das Gefälle ist = 0,00025. Mit c = 40 erhält man die Geschwindigkeit bei ungestautem

<sup>130)</sup> L. Franzius. Der Wasserbau im Handbuch der Baukunde. (Berlin 1890.) S. 81.

Niedrigwasser = 0,55 m und die sekundliche Wassermenge Q zu 31 cbm. Die Krone eines in diesem Flüsse erbauten Überfallwehres liegt 2,25 m über Niedrigwasser (Abb. 93). Von der genannten Wassermenge gelangen 6 cbm in einem Werkkanal, so daß 25 cbm über das Wehr fließen.

Das Hochwasser zerfällt in zwei Teile (vergl. S. 140), der Teil I hat 110 m Breite und bei Hochwasser 3 m mittlere Wassertiefe, der Teil II hat 30 m Breite und 0,5 m mittlere Wassertiefe. Das Gefälle des Hochwassers weicht von dem des Niedrigwassers nicht wesentlich ab. Mit  $c = 50$  erhält man für I eine Geschwindigkeit = 1,37 m und  $Q_I = 452 \text{ cbm}$ , während sich für II eine Geschwindigkeit = 0,39 m und  $Q_{II} = 6 \text{ cbm}$  ergibt. Bei Hochwasser wird der Werkkanal abgesperrt, so daß die sekundliche Wassermenge vorläufig mit 458 cbm einzuführen ist. Die Stauhöhen bei Hochwasser und bei Niedrigwasser sind zu berechnen.

Die Formel für Überfallwehre (vergl. S. 60) ist

$$Q = \frac{2}{3} \mu b \sqrt{2g} \cdot h_1^{3/2}$$

Der Ausflußkoeffizient  $\mu$  sei = 0,75, also  $\frac{2}{3} \mu = 0,50$ , die Breite des Wehres = 110 m,  $h_1$  ist der zu ermittelnde Höhenunterschied zwischen Wehrkrone und dem maßgebenden Punkte des Stauspiegels.

Da  $\sqrt{2g} = 4,43$ , ergibt sich

$$Q = 0,50 \cdot 4,43 \cdot 110 h_1^{3/2} = 243 h_1^{3/2}$$

$$\text{und hieraus } h_1 = \sqrt[3]{\frac{1}{243^2}} \cdot \sqrt[3]{Q^2} = 0,0255 \sqrt[3]{Q^2}.$$

$$\text{Für das Niedrigwasser ist } h_1 = 0,0255 \sqrt[3]{25^2} = 0,22 \text{ m}$$

$$\text{und für das Hochwasser } h_1 = 0,0255 \sqrt[3]{458^2} = 1,52 \text{ m.}$$

Beim Hochwasser sollte die Geschwindigkeit des ankommenden Wassers nicht unberücksichtigt bleiben, es genügt aber eine Einschätzung derselben. Wenn man für dieselbe 1 m annimmt, so ist die entsprechende Geschwindigkeitshöhe mit rund 0,05 m von jenem  $h_1$  in Abzug zu bringen und es verbleiben 1,47 m.

Dies ist auch die Stauhöhe bei Hochwasser, weil das Unterwasser bei den angenommenen Abmessungen dann die Höhe der Krone des Wehres erreicht. Dagegen ist die Stauhöhe bei Niedrigwasser =  $2,25 + 0,22 = 2,47 \text{ m}$ <sup>131)</sup>.

Es muß noch bemerkt werden, daß im Vorstehenden die Verminderung des Hochwasserstaus durch eine Freiarche, welche jedenfalls anzulegen wäre, nicht berücksichtigt ist. Die Rechnung wäre somit in der auf S. 158 angegebenen Weise fortzusetzen.

**51. Feste Wehre (Überfallwehre)**<sup>132)</sup>. Die festen Wehre zeigen eine große Mannigfaltigkeit sowohl hinsichtlich der Baustoffe, welche, wie schon in Art. 50 erwähnt, vorzugsweise Holz und Stein sind, als auch in bezug auf die Form des Querschnitts. Es sind im wesentlichen folgende Teile zu unterscheiden: der Wehrkörper, dessen oberste Begrenzung der Rücken oder die Krone des Wehres genannt wird.

<sup>131)</sup> Für ein anderes Beispiel der Berechnung eines Wehres vergl. Handb. (3. Aufl.) Kap. III, S. 224.

<sup>132)</sup> Handb. Kap. III, S. 249—254. — Franzius. Der Wasserbau im Handb. der Bauk. S. 80—85.