



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elemente des Wasserbaues

Sonne, Eduard

Leipzig, 1904

Art. 56. Verwendung der Wehre und der Kammerschleusen bei der
Kanalisation der Flüsse

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

120 kg/qem und mehr) zugelassen und erachtet einen während des Betriebes eingetretenden Bruch einzelner Nadeln für den geringeren Übelstand.

Der ausgeführte Vorderständer, welcher einen Querschnitt von $30 \times 50 \text{ mm}$ besitzt, wird durch eine Kraft Z auf Zug in Anspruch genommen, die sich nach der Formel berechnet:

$$Z = \frac{Q \cdot c}{e},$$

oder da für den in Rede stehenden Wehrbock $c = 2,9 \text{ m}$ und $e = 1,9 \text{ m}$,

$$Z = \frac{1290 \cdot 2,9}{1,9} = 1970 \text{ kg}$$

oder mit etwa 5% Zuschlag wegen Vernachlässigung der Neigung der Nadeln (rund) 2050 kg. Die Strebe, deren Querschnitt $60 \times 60 \text{ mm}$ ist, wird durch eine Kraft Y auf Druck beansprucht, die sich aus der Gleichung ergibt:

$$Y = \frac{Q \cdot f}{g},$$

oder da hier $f = 3,3 \text{ m}$ und $g = 1,7 \text{ m}$ ist,

$$Y = \frac{1290 \cdot 3,3}{1,7} = 2500 \text{ kg}$$

oder mit Zuschlag 2620 kg.

Die Inanspruchnahme für das qmm berechnet sich hiernach bei dem Vorderständer zu etwa 1,4, bei der Strebe zu etwa 0,8 kg, also geringer, als üblich. Es ergibt sich, daß man bei letzterer das Zerknicken nicht unberücksichtigt gelassen hat. Ferner ist zu beachten, daß hier eine Eisenkonstruktion vorliegt, welche sich bald in der Luft, bald im Wasser befindet und deshalb dem Rosten sehr ausgesetzt ist. Auch können beim Aufrichten und Niederlegen der Böcke leicht außergewöhnliche Beanspruchungen der Stäbe eintreten. Die bei der Ausführung gewählten Abmessungen erscheinen somit durch praktische Anforderungen begründet.

56. Verwendung der Wehre und der Kammer-schleusen bei der Kanalisierung der Flüsse¹⁴⁸⁾. Die Anfänge der Flußkanalisierung fanden bereits in Artikel 54 Erwähnung; eine weitere Ausbildung und Verbreitung derselben wurde durch die beweglichen Wehre ermöglicht. Die Kanalisierung eines Flusses bezweckt die Erhöhung der Schiffbarkeit durch Herstellung größerer Wassertiefen (Fahrtiefen) bei niederen Wasserständen des im gewöhnlichen Zustande befindlichen Flusses. Bei der Kanalisierung wird durch Erbauung von Stauwerken, welche in der Regel Nadelwehre sind, eine Anstauung des Wasserspiegels herbeigeführt, mithin das natürliche Gefälle an einzelnen Punkten, den Staustufen, konzentriert. Die Flußstrecken zwischen

¹⁴⁸⁾ Handb. (3. Aufl.) Kap. XI, S. 535, 544, 550, 564.

Abb. 123. M. 1:5000.

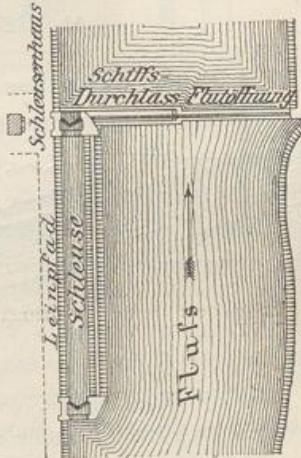
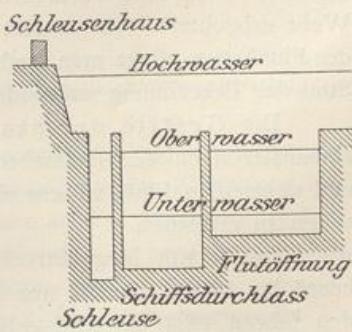


Abb. 124.

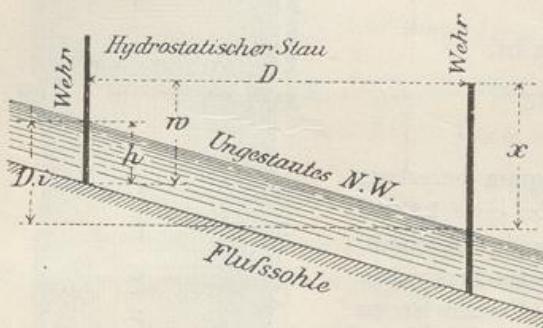


den Wehren haben gewöhnlich ein sehr geringes Gefälle und nehmen den Charakter eines Kanals an, weshalb sie gleich den zwischen den einzelnen Schleusen liegenden Strecken eines Schiffahrtskanals Haltungen genannt werden.

Neben jeder Wehranlage oder in mäßiger Entfernung von derselben ist eine Kammer schleuse zu erbauen, mittels deren die Schiffe die Staustufe überschreiten können. Wo lebhafte Flößerei besteht, wird ein Flößdurchlaß hinzugefügt. Ferner wird in den größeren Wehren eine Öffnung mit tiefliegender Sohle hergestellt, um sie als Schiffsdurchlaß bei höheren Wasserständen zu benutzen. Die übrigen Öffnungen dienen als Flutöffnungen. Man vergleiche Abb. 123 und 124.

Der Abstand zwischen zwei Wehren pflegt durch die örtlichen Gegebenheiten zu sein, desgleichen die erreichbare Wassertiefe unterhalb des oberen Wehres und zwar letztere durch die Anforderungen der Schiffahrt; dann müssen die Staustufen so bestimmt werden, daß die gewünschte Fahrtiefe auch bei Kleinwasser noch am

Abb. 125.



obersten Punkten der Haltungen erreicht wird.

Bedeutet (Abb. 125):

- D die Entfernung der beiden Wehre voneinander,
- i das Gefällsverhältnis bei niedrigem ungestauten Wasserstand,
- x die Höhe der Oberkante des unteren Wehres über dem ungestauten niedrigen Wasserstand,
- h die natürliche Wassertiefe am oberen Wehr und

w die Minimaltiefe, welche die Schiffahrt erfordert,
so ergibt sich die Stauhöhe x an dem unteren Wehr:

$$x = w - h + D \cdot i.$$

Zweckmäßig ist es jedoch, wenn man x etwas größer annimmt, als diese Formel ergibt, da eine Vermehrung der Fahrtiefe die Wahl des Ortes für das obere Wehr erleichtert. Aus diesem Grunde und mit Rücksicht auf etwaige Versandungen des Flussbettes pflegt man auch nur den hydrostatischen und nicht den hydraulischen Stau der Berechnung zugrunde zu legen.

Die Gefälle der Stauwerke bei niedrigem Wasserstande liegen bei den Kanalisierungen der deutschen Flüsse meistens zwischen 1,75 und 2,80 m. In ein und demselben Fluss ist ein einigermaßen gleichmäßiges Gefälle zu erstreben, aber selten zu erreichen.

Die 36 km lange Strecke des Mains¹⁴⁹⁾ zwischen Frankfurt und dem Rhein besaß bei 10,4 m Gefälle nur 0,9 m mittlere Fahrtiefe. Diese wurde durch fünf, in den Jahren 1883 bis 1886 erbaute Wehre zunächst auf 2,0 m und nach weiterer Vertiefung der Flusssohle vor einigen Jahren auf 2,5 m gebracht.

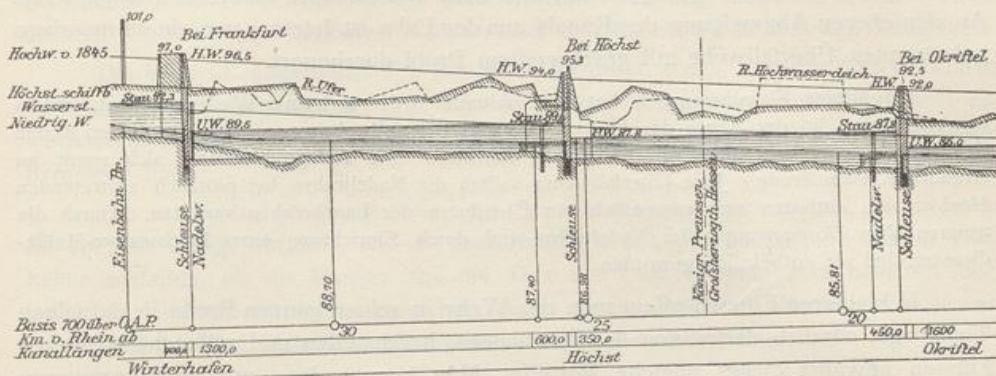
Die Wehre, deren Gefälle die oben angegebenen Größen haben, liegen in den Flutöffnungen 2,5 m und in den Schiffsdurchlässen 3,1 m unter dem normalen Staustiegel. Ihre Weite beträgt je nach der Breite des Flusses 108,4 bis 163,8 m und

¹⁴⁹⁾ Handb. (3. Aufl.) Kap. XI, S. 572.

ist auf 2 bis 4 Öffnungen verteilt; eine Öffnung von 47 bis 59 m Weite dient als Schiffs durchlaß. Am rechten Ufer befindet sich ein 12 m weiter, durch ein Trommelfeuer (vergl. Art. 57) geschlossener Flöß durchlaß.

Die Schleusen dieser, in Abb. 126 im Längenprofil teilweise dargestellten

Abb. 126.



kanalisierten Flußstrecke, welche 2,5 m Drempeltiefe, 10,5 m Weite und 80 m nutzbare Länge haben, sind durch eine längere Erdzunge von dem Wehr getrennt.

Bei Bestimmung der lichten Weite der Wehre pflegt man, um Beschwerden der Anlieger zu umgehen, eine erhebliche Einschränkung des Hochwasserquerschnitts zu vermeiden, selbst wenn sie vom hydrotechnischen Standpunkte wohl zulässig erschien.

Wenn der bei Hochwasser eintretende Stau unter Zugrundelegung einer angenommenen Weite des Wehres berechnet werden soll, können nach Tolkmitt für die Ausfluß-Koeffizienten folgende Werte angenommen werden:

a) Für die Flutöffnungen bei vollständiger Beseitigung der Nadeln und Niederlegung der Wehrböcke

$$\mu_1 = 0,83 \text{ und } \mu_2 = 0,62.$$

b) Für den Schiffs durchlaß mit freier Durchflußöffnung bis zur Sohle des Wasserlaufs

$$\mu_1 = \mu_2 = 0,75 \text{ bis } 0,85.$$

μ_1 und μ_2 haben hier dieselbe Bedeutung wie in Art. 46, (Ungleichförmige Bewegung des fließenden Wassers *).

Feste Wehre kommen wegen der Hochwasseranstauung und der allmählich eintretenden Erhöhung der Flußsohle nur bei tief eingeschnittenen Flußbetten und bei unvollständigen Kanalisierungen in Frage. Die Krone solcher festen Wehre liegt in geringer Höhe über dem Stauspiegel und ihre Länge muß so bestimmt werden, daß der zulässige Stau bei Hochwasser nicht überschritten wird.

Als Beispiel einer Staustufe, bei welcher ein festes Wehr verwendet ist, diene die Stauanlage, welche in der Lahn oberhalb Kalkofen hergestellt ist, vergl.

*) Der Ausfluß-Koeffizient ist übrigens noch von anderen Umständen, als oben genannt sind, abhängig, unter anderem von der Weite der Öffnungen und bei steinernen Bauwerken mit verschiedenen Öffnungen von der Form der Vorköpfe der Zwischenpfeiler. Man vergleiche Handb. (3. Aufl.) Anhang zu Kap. III, S. 328.

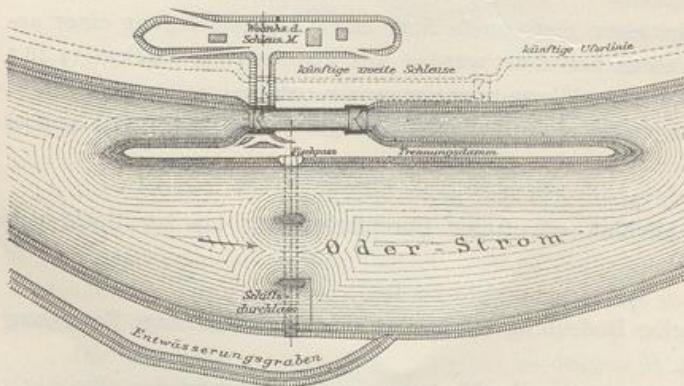
Abb. 96, S. 161. Die Stromschnelle hatte hier ein Gefälle von 1:275 mit nur 0,5 m Fahrtiefe bei Kleinwasser, während eine solche von 1,5 m erstrebt wurde. Die Schleuse liegt in einem in der Sohle 12,0 m breiten Seitenkanal und ist mit hochwasserfreiem Oberhaupt nebst anschließendem, längs des Kanals sich hinziehenden hochwasserfreien Deiche hergestellt. Zwischen der Schleuse, deren Sohle 1,5 m unter dem angestauten Wasserspiegel liegt, und dem Wärterhause zieht der Leinpfad hin. An der oberen Abzweigung des Kanals aus der Lahn ist letztere von einem massiven gekrümmten Überfallwehr mit geschweiftem Profil durchquert.

Bei älteren Kanalisierungen hat man mitunter gebrochene Wehre erbaut, indem man ein festes, in der Achse des Flusses liegendes Überfallwehr verwendete, an dessen Enden sich sowohl oben wie unten ein Nadelwehr anschloß. Die Anlage gestaltete sich somit im Grundrisse hakenförmig. Jene Überfallwehre sollten die Nadelwehre bei plötzlich eintretenden Hochwassern entlasten und namentlich ein Überfluten der Laufbrücken verhüten. Durch die neuern Vervollkommenungen der Nadelwehre und durch Einrichtung eines Hochwasser-Meldedienstes sind sie entbehrlich geworden.

In kleineren Flüssen pflegt man das Wehr in seiner ganzen Breite in derselben Tiefenlage, nämlich derjenigen des Durchlasses, herzustellen und selbst bei größeren Flüssen gewährt dieses manche Vorteile. Man kommt dann mit einer geringeren Weite aus und die beweglichen Teile sind in denselben Abmessungen zu beschaffen, außerdem brauchen weniger Ergänzungsteile vorrätig gehalten zu werden.

Vollständig ausgestattete Staustufen findet man unter anderm bei der in den Jahren 1891 bis 1896 ausgeführten Kanalisierung der Oder¹⁵⁰⁾ von Kosel bis zur

Abb. 127. M. 1:5000.



Neiße-Mündung. Es wurden 12 Nadelwehre erbaut, deren Wehrböcke in Art. 55 besprochen und berechnet wurden. Abb. 127 gibt den Lageplan einer Staustufe. Die Wehre haben 1,75 bis 2,6 m Gefälle, 78 bis 126 m Weite, eine oder zwei Flutöffnungen, der Schiffsdurchlaß ist 25 m weit.

Im allgemeinen muß die Weite des Schiffsdurchlasses, um Gefahren beim Begegnen zweier Schiffe zu vermeiden, mindestens gleich drei Schiffsbreiten sein. Gewöhnlich wird sie aber zur bequemerem Ausübung der Schifffahrt und um den Flutöffnungen eine geringere Weite geben zu können, erheblich größer gewählt.

Der Rücken der Flutöffnungen liegt 0,4 bis 0,8 m, durchschnittlich etwa 0,7 m unter dem hydrostatischen Rückstau, etwa 0,2 m unter dem bisherigen Niederwasser und 1,2 m unter dem früheren Mittelwasser. Die Schiffsdurchlässe liegen 0,5 m tiefer als die Flutwehre. Der Rückstau erhebt sich nur etwa 0,5 m über das Niedrig-

¹⁵⁰⁾ Handb. (3. Aufl.) Kap. XI, S. 576. — Zeitschr. f. Bauw. 1896, S. 50.

wasser und 1,0 m über der Flußsohle, so daß in der Oder zur Herstellung von mindestens 1,5 m Tiefe Baggerungen vorgenommen werden mußten.

Die Schleusen haben 55 m Nutzlänge und 9,6 m Weite, der Unterdrempel liegt 2,0 m unter dem hydrostatischen Rückstaui. Sie liegen mit den Kammerwänden den Wehrpfählen gleich hoch, nämlich 0,6 m über dem Staupiegel; jedoch sind sie im Oberhaupt hochwasserfrei. Nur die den Schiffsdurchlaß begrenzenden Pfeiler reichen bis über den höchsten schiffbaren Wasserstand, d. h. bis etwa 1 m über den Staupiegel.

Die Wehröffnungen sind von der Schleuse durch einen, daselbst 23,6 m breiten Trenndamm geschieden. Von dem Wohnhaus des Schleusenmeisters führt ein Verbindungsdammbach nach der Schleuse, welcher an letzterer 3,1 m über dem Oberwasser derselben liegt.

Die erwähnte hochwasserfreie Lage des Oberhauptes kommt bei Flusschleusen oft vor; sie bringt mit sich, daß die Seitenmauern des Oberhauptes und dessen Tore höher ausfallen, als die Mauern und die Tore des Unterhauptes. Man beseitigt hierdurch die Übelstände, welche entstehen, wenn die Schleuse und die Seitenkanäle von den mit Sinkstoffen beladenen Hochwassern durchströmt werden.

In bezug auf die Lage der Schleusen lassen sich drei Anordnungen unterscheiden, von denen die nachstehend unter 1 und 2 angeführten am häufigsten vorkommen.

1. Die Schleuse liegt im Flußbett unmittelbar neben dem Wehr, von dem sie durch einen etwa 4 m breiten Pfeiler getrennt ist (Abb. 123, S. 187) und wird bei Hochwasser ebenso wie das bewegliche Wehr überflutet. Diese Anordnung wird gewählt, falls der Fluß genügende Breite für die Aufnahme beider Bauwerke besitzt, hat aber mancherlei Übelstände.

2. Die Schleuse wird in einem Kanale von mäßiger Länge erbaut, der unmittelbar neben dem Flusse angelegt und von ihm durch Erdzungen getrennt ist, (vergl. Abb. 96, S. 161). Längere Schleusenkanäle vermindern die Versandungen unterhalb der Wehre, geben gute Schiffsliegeplätze und erleichtern die spätere Verlängerung der Schleusen. Für einen sicheren Betrieb mit Schleppzügen ist es erwünscht, ober- und unterhalb der Schleuse je eine 150 bis 200 m lange gerade Strecke anzulegen und der Ein- und Ausfahrt schlanke Krümmungen zugeben. Die Schleusen werden, wenn tunlich, an einem ausbiegenden (konvexen) Ufer erbaut, so daß die Schleusenkanäle eine Geradelegung der Fahrstraße herbeiführen.

3. Falls die Flußstrecke unterhalb des Wehres Stromschnellen oder ein großes Gefälle oder stärkere Krümmungen besitzt, so daß sie den Fahrzeugen erhebliche Schwierigkeiten bereitet, wird ein Schleusenkanal von ansehnlicher Länge ausgeführt, der dann nicht in nächster Nähe des Flusses zur Ausführung gebracht wird.

Nebenanlagen. Das Beamtengebäude für den Schleusenmeister und dessen Gehilfen, die auch das Wehr bedienen, und der Schuppen zur Aufbewahrung der Geräte, Dammbalken usw. werden auf einer hochwasserfreien Fläche seitlich der Schleuse errichtet, wobei die Verbindung mit derselben durch einen hochwasserfreien Damm herzustellen ist. Bei den Staustufen der Oder ist das Schleusenwärtergebäude so weit zurückgerückt, daß später die Errichtung einer Schleppzugsschleuse — wie in Abb. 127 angedeutet — zwischen ihm und der zunächst erbauten, nur 55 m langen Schleuse möglich ist. Wird das Wehr nicht in unmittelbarem

Anschluß an die Schleuse erbaut, so ist auch ein besonderes Gebäude für den Wehrwärter herzustellen.

Die Erhaltung des Fischreichtums in den Wasserläufen bedingt bei den Wehren bauliche Anlagen, welche bestimmten Fischarten das Aufsteigen von den unteren Wasserlaufstrecken nach den oberen zu ihren dort befindlichen Laichplätzen ermöglichen. Solche künstlichen Fischwege nennt man **Fischpässe**, **Fischleitern** oder **Fischtreppen**¹⁵¹⁾. Im wesentlichen bestehen sie aus einer in einem verlängerten Landpfeiler des Wehres hergestellten offenen Rinne, in der das Gefälle des Wehres durch Quermauern mit dazwischen liegenden Becken in kleinere Stufen eingeteilt wird. In den Quermauern können Schlupflöcher angebracht werden.

57. Neuere Anordnungen beweglicher Wehre, insbesondere Trommelwehre¹⁵²⁾. Die Anforderungen, welche an Stauhöhe und ungestörten Betrieb der beweglichen Wehre gestellt werden, sind in neuerer Zeit erheblich gestiegen; es hat sich auch herausgestellt, daß die Nadelwehre bei großen Stauhöhen und auch sonst mancherlei Übelstände haben, von denen die nachstehenden namhaft gemacht werden sollen:

1. Bei Frost frieren die Nadeln zusammen, weshalb ein frühzeitiges Herausnehmen derselben und selbst ein Niederlegen der Böcke erforderlich wird.
2. Das Herausnehmen und Wiedereinstellen der Nadeln beansprucht mehr Zeit, als das Öffnen und Schließen von Schützen.
3. Die bei größerem Gefälle verwendeten Nadeln erfordern eine so erhebliche Kraft und Geschicklichkeit, daß die Bedienung mit großen Schwierigkeiten und selbst mit Gefahren verknüpft ist.
4. Endlich wird die Undichtigkeit der Nadeln als ein Mangel für Flüsse mit geringen Wassermengen angesehen.

Schützenwehre der auf S. 172 besprochenen Art haben diese Übelstände nicht oder nur in geringem Grade, bei ihnen fällt auch der Wehrkörper einfacher und billiger aus, als bei Nadelwehren, andererseits bedingen sie für den Zweck der Bewegung der Schützen und der Griesständen die Herstellung einer festen Brücke. Wo nun eine solche für Verkehrszwecke ohnehin erforderlich ist, werden sie den Nadelwehren mit Recht vorgezogen.

Boulé hat die Mängel der gewöhnlichen Nadelwehre dadurch vermieden, daß er Schütztafeln vor die Wehrböcke stellte. Diese Vereinigung der Schütz- und Nadelwehr-Konstruktion besitzt die meisten Vorteile beider Wehrarten und eignet sich namentlich für größere Gefälle, sowie für Flüsse mit rasch wechselnden Zuflüssen. Sie wurde 1874 bei der 28,7 m weiten linksseitigen Öffnung eines Wehres¹⁵²⁾ oberhalb Paris erprobt, dessen Böcke 4,75 m hoch sind und ein größtes Gefälle von 3,1 m aufnehmen. Zwischen je zwei 1,10 m voneinander entfernten Wehrböcken bilden je drei übereinander stehende hölzerne und durch Eisenbeschläge verstärkte Schütze den Abschluß der Öffnungen. Das Aufziehen der Schützen erfolgt durch eine auf Schienengeleisen der Laufbrücke fahrbare Winde, indem eine mit Haken versehene, an der Windekette befestigte Stange in einen Bügel eingreift. Zur vollständigen Hebung der Schützen dient ein Flaschenzug, zum Einsetzen dagegen

¹⁵¹⁾ Handb. (3. Aufl.) Kap. III, § 14.

¹⁵²⁾ Handb. Kap. III, S. 282, 301, 312, 316. — Kap. XI. S. 553 bis 557.