

G. 44-45
45.

*Geheim Oberbaurat Dr. Ing. Sympher
Sympher überm. d. Hof*

Die Fischwege.

Sympher
Geheimer O. erbaurat

Bearbeitet von

P. Gerhardt

Geh. Oberbaurat und Vortragendem Rat im Ministerium
der öffentlichen Arbeiten in Berlin

Sonderabdruck aus

Handbuch der Ingenieurwissenschaften

Dritter Teil: **Der Wasserbau**

Zweiter Band, 1. Abteilung

Bearbeitet von

Th. Rehbock, K. E. Hilgard und P. Gerhardt

Herausgegeben von

Th. Rehbock

2. Aufl.

VIERTE AUFLAGE

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1912

G. 1. 35

G. 41
35

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305720

Die Fischwege.

Bearbeitet von

P. Gerhardt

Geh. Oberbaurat und Vortragendem Rat im Ministerium
der öffentlichen Arbeiten in Berlin

Sonderabdruck aus

Handbuch der Ingenieurwissenschaften

Dritter Teil: **Der Wasserbau**

Zweiter Band, 1. Abteilung

Bearbeitet von

Th. Rehbock, K. E. Hilgard und P. Gerhardt

Herausgegeben von

Th. Rehbock

VIERTE AUFLAGE

Leipzig

Wilhelm Engelmann

1912



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

III 33114

Akc. Nr. 2218/49

Zweiter Abschnitt.

IV. Kapitel.

Die Fischwege

bearbeitet von

P. Gerhardt,

Geheimem Oberbaurat und Vortragendem Rat im Ministerium
der öffentlichen Arbeiten in Berlin.

§ 26. Fischgebiete, Wanderfische und Standfische. Wenn man die baulichen Anlagen, die Fischereizwecken dienen sollen, richtig entwerfen und ausführen will, so muß man mit den Gewohnheiten der Fische vertraut sein. Zahlreich sind die Klagen über schlecht erbaute Fischwege oder andere fischereiliche Anlagen, die ihren Zweck entweder ganz verfehlt hätten oder zu teuer geworden wären. Die Klagen sind leider vielfach berechtigt. Ihre Ursachen sind fast ausnahmslos darauf zurückzuführen, daß der Ingenieur ohne genaue Kenntnis der Naturgeschichte der Fische seine Arbeit unternahm. Er hat übersehen, daß man niemals bei der Herstellung von Anlagen für die Fischerei von dem Bauwerke selbst ausgehen muß, eine gewisse Bauweise wählen, diese der Örtlichkeit anpassen, den Fisch und seine Gewohnheiten aber ganz außer Acht lassen darf, sondern daß man umgekehrt verfahren muß: man muß von dem Fisch ausgehen, den man führen will, seine Gewohnheiten studieren, dann die Örtlichkeit ins Auge fassen und endlich nach beiden erst das Bauwerk einrichten. Die Beobachtung dieser Vorschrift kann Verfasser auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen als Oberfischmeister nicht dringend genug empfehlen.

Die Fische leben hauptsächlich von der Kleintierwelt, die sich in unsern Gewässern befindet, von den Krustentieren, den Daphniden, Hüpferlingen, Rädertierchen, den Larven von Fliegen, Mücken und zahlreichen Tierchen anderer Art. Diese Tiere sind verschieden, je nachdem sie die Uferzone, die Seemitte oder die Tiefenzone bevorzugen. Die Anlagen zur Förderung der Fischerei müssen daher auch auf die Vermehrung der Kleintierwelt gerichtet sein¹⁾.

Nach den Eigentümlichkeiten des Grundes, der Wassertiefe und der Strömung pflegt man die fließenden Gewässer in Fischgebiete zu zerlegen. In jedem Gebiet kommen gewisse Fischarten ständig vor, denen die besonderen Verhältnisse des Wassers und des Grundes zusagen. Nach dem hauptsächlich auftretenden, dem leitenden oder wichtigsten Fisch werden die Gebiete benannt. Natürlich können scharfe Grenzen nicht gezogen werden, sie gehen vielfach ineinander über. In den mitteleuropäischen Flüssen

¹⁾ Weiteres über die Kleintierwelt sowie über die Ernährung der Fische und ihre Laichzeit s. Gerhardt, Fischwege und Fischteiche. 1904. S. 2. Leipzig, Wilhelm Engelmann.

und Bächen kann man drei Fischgebiete unterscheiden: nämlich das Gebiet der Forelle oder der Äsche, das Gebiet der Barbe oder des Karpfens und das Gebiet der Brassen¹⁾.

Zu dem Gebiet der Forelle (*Trutta fario*) gehören Bäche und kleine Flüsse mit steinigem oder kiesigem Grunde, vorherrschend flachem Wasser und mit starker Strömung. Neben der Forelle findet sich gewöhnlich die Schmerle (*Cobitis barbatula*), der Kaulkopf oder die Groppe (*Cottus gobio*), häufig auch die Äsche (*Thymallus vulgaris*) und die Ellritze (*Phoxinus laevis*). Ein gebirgiger Charakter ist für die Bäche und Flüsse dieses Gebiets keineswegs erforderlich, die Fische gedeihen auch in zahlreichen Gewässern des Flachlandes. Eine mäßige Beschattung ist von Nutzen.

Das Gebiet der Barbe (*Barbus fluviatilis*) findet sich in größeren Flüssen mit vorherrschend steinigem oder kiesigem, doch stellenweise auch sandigem oder schlammigem Grunde bei tiefem Wasser und starker Strömung. In solchen Gewässern findet man neben Barbe und Karpfen (*Cyprinus carpio*) den Hecht (*Esox lucius*) und den Zander (*Lucioperca sandra*), den Barsch (*Perca fluviatilis*), Kaulbarsch, die Plötze (*Leuciscus rutilus*), Rotfeder (*Scardinius erythrophthalmus*), den Rapfen, Döbel, die Zärthe, Quappe, den Gründling, Uckelei, das Neunauge, den Aal und den Lachs.

Das Gebiet des Brassen (*Abramis brama*) umfaßt die größeren Flüsse mit weichem Grunde, schwacher Strömung und großer Tiefe. Neben dem Brassen finden sich hier der Wels und die meisten dem Barbengebiet angehörigen Fische. In besonders ruhigen Teilen der Gewässer, in abgeschnittenen Flußarmen, Altwässern u. dgl. pflegt sich die Schleie (*Tinca vulgaris*) aufzuhalten.

In den größeren Flüssen Deutschlands sind in der Regel alle drei Flußgebiete vorhanden, und zwar hintereinander so, daß das Forellengebiet den oberen, das Barbengebiet den mittleren und das Brassengebiet den unteren Lauf der Flüsse umfaßt. Doch kommen auch Abweichungen vor. Wenn z. B. das Quellgebiet in hoch gelegener, aber flacher und sumpfiger Gegend liegt, und erst weiter unterhalb harter Grund und stärkeres Gefälle sich findet, so liegt das Gebiet der Barbe höher als das Gebiet der Forelle.

In diesen von den Fischen vorzugsweise bewohnten Flußgebieten findet ein ewiges Kommen und Gehen der Fische statt. Je nach der Jahreszeit, je nach dem Eintritt von Hoch- oder Niedrigwasser und nach dem Auftreten manch anderer Umstände ziehen die Fische stromauf und stromab. Sie ziehen nicht allein in dem von ihnen bevorzugten Gebiet hin und her, sondern wandern auch aus einem Gebiet in das andere. Es sind hauptsächlich zwei Triebe, welche die Fische zum Wandern veranlassen: die Nahrungssuche und die Fortpflanzung. Zahlreiche Fische unternehmen diesen Naturtrieben folgend weite Reisen, sie ziehen von den Quellgebieten der Flüsse in die See und umgekehrt. Diese Fische nennt man Wanderfische. Alle übrigen Fische wandern zwar auch, sie wechseln ihren Aufenthaltsort, verlassen ihre Geburtstätte auf größere oder kürzere Entfernung, um später nach dem Ausgangspunkt zurückzukehren; aber diese Fische, deren Reisen sich nicht bis in das Meer hinaus ausdehnen, pflegt man im Gegensatz zu den Wanderfischen Standfische zu nennen.

So zahlreich die Wanderfische selbst sind, die Zahl ihrer Arten ist gering. Die wichtigsten Wanderfische sind Lachs (*Trutta salar*), Meerforelle (*Trutta trutta*), Stör (*Accipenser sturio*), Maifisch (*Alosa vulgaris*), Flußneunauge (*Petromyzon fluviatilis*), Meerneunauge oder Lamprete (*Petromyzon marius*) und Aal (*Anguilla vulgaris*). Lachs und Meerforelle ziehen aufwärts aus der See bis in das Flußgebiet der Forelle, Maifisch und

1) S. v. d. Borne, Handbuch der Fischzucht und Fischerei, 1886, S. 52.

Flußneunauge bis in das Barbengebiet, Stör und Meerneunauge nur bis in das Gebiet der Brassen, der Aal dringt aber aufwärts bis in die engsten Wasserläufe. Über die Entwicklung und die Lebensgewohnheiten der Wanderfische darf auf die »Fischwege und Fischteiche« des Verfassers verwiesen werden (s. Anm. S. 454).

Die Wanderung der Standfische dehnt sich zwar über weite Strecken aus, führt aber immer wieder nach dem Standort zurück. Sie wird hauptsächlich durch die Nahrungssuche, in zweiter Linie durch die Fortpflanzung veranlaßt. Die Fische des Barbengebiets z. B. suchen im Frühjahr bei Hochwasser die Bäche des Forellengebiets auf, um zu laichen; die Bachforelle zieht nach dem Laichen in die tieferen Gebiete, weil ihre Freßlust zunimmt und die Nahrung in den oberen klaren Gewässern fehlt.

Es folgt hieraus, daß es nötig ist, auch für die Standfische Anlagen zu treffen, die ihnen den Ortswechsel ermöglichen, sobald der Weg durch Wehre oder andere Hindernisse gesperrt ist. Fehlen Wanderfische in einem Fluß, so sind trotzdem zur Befriedigung des Bedürfnisses der Standfische Fischwege und ähnliche Anlagen erforderlich. Im allgemeinen werden die Bauwerke, die man für die Wanderfische zu diesem Zweck anlegt, auch für die Standfische genügen. Der Nutzen dieser Anlagen ist in die Augen

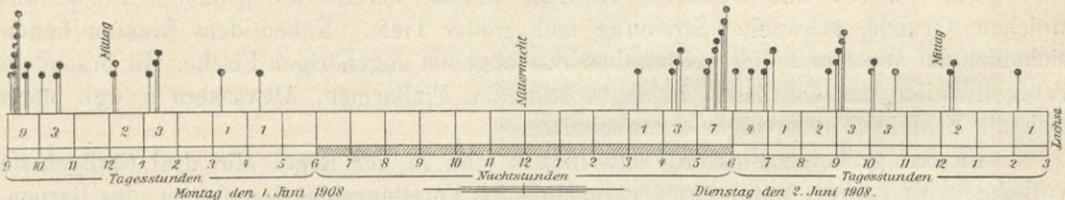


Abb. 441. Aufsteigen der Lachse durch den Fischweg von Angleur in der Ourthe (Belgien).

fallend, sobald man die große Zahl der Standfische erwägt, denn sie übertreffen die Wanderfische sowohl der Zahl wie der Art nach. Tatsächlich hat sich auch der Nutzen der Fischwege für die Standfische an allen Orten herausgestellt. Im Main z. B. pflegen schon Ende März die Schneider durch die Fischwege zu gehen, dann folgen Rotaugen, Gründlinge, Brassen, Mulben, Barsche, Barben, Döbel, Hechte, Weißfische, Makrelen, Kaulbarsche und andere Standfische.

Die Wanderung dieser Standfische dauert vom März bis Oktober; sie ist am lebhaftesten von Anfang Mai bis Ende August. Dann ziehen die Fische gewöhnlich von vormittags 10 bis nachmittags 4 Uhr, so lange es warm ist und die Sonne scheint, stromauf. Hört der Sonnenschein auf oder wird das Wetter kalt und trübe, so wandern die Fische nicht mehr. In den Monaten März, April, September und Oktober wandern sie nur an besonders warmen Tagen. Während der Nacht hat man ein Aufsteigen noch nicht beobachtet.

Die gleiche Beobachtung hat man auch bei Wanderfischen gemacht. Versuche, welche Denil in dem Fischweg von Angleur über die Wanderung der Lachse anstellen ließ, haben die in Abb. 441 dargestellten Ergebnisse gehabt. Die Fische gingen durch den Paß von morgens 3 oder 4 Uhr bis nachmittags 4 oder 5 Uhr. In den späteren Nachmittag-, den Abend- und Nachtstunden stiegen die Fische nicht. Sie zogen auch stets in Gruppen von 2 oder 3. Sobald ein Lachs den Fischweg erstiegen hatte, durfte man sicher sein, daß 1 oder 2 Minuten später ein zweiter Lachs folgte¹⁾.

¹⁾ G. Denil, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées. Les échelles à poissons, 1909. S. 103. (Annales des travaux publics de Belgique. Avril 1909.)

§ 27. Lage der Fischwege, insbesondere der unteren Ausmündung. Bei dem Entwerfen der Fischwege hat man zunächst auf die Größe der Fische Rücksicht zu nehmen, die voraussichtlich die Fischwege benutzen werden. Man hat zu unterscheiden: Lachswege, Pässe für Standfische und Forellen, ferner Aalpässe und Aalleitern. Die Lachse sind die größten Wanderfische, für welche Fischwege nötig sind. Die Anlagen zur Erleichterung ihres Aufstieges sind daher am kostspieligsten, denn sie müssen breit, lang und tief angelegt sein. Die Wege, die voraussichtlich nur von Forellen benutzt werden, können erheblich kleiner, viel schmäler und kürzer, auch flacher sein. Sie sind daher unverhältnismäßig billiger. Es würde wirtschaftlich nicht gerechtfertigt sein, eine kostspielige Lachstreppe da zu erbauen, wo man nur mit Forellen zu rechnen hat. Zwischen beiden Anlagen liegen die Wege für Standfische. Denn da viele Standfische größer sind als Forellen, so müssen ihre Wege größere Abmessungen haben als die Forellenspässe, sie brauchen aber nicht die großen Querschnitte der teuren Lachswege zu erhalten, sobald erwiesen ist, daß aus anderen Ursachen in dem Flußgebiet auf die Aufzucht von Lachsen nicht zu rechnen ist. Für die Aale, deren Wanderung nach Richtung, Ort, Lage im Fluß und Tageszeit von der Wanderung der übrigen Fische erheblich abweicht, sind unter Umständen besondere Anlagen geboten, nämlich Aalpässe für die großen, ausgewachsenen Aale, die stromab nach der See wandern, und Aalleitern für die junge Aalbrut, die aus der See stromauf in die Flüsse zieht¹⁾.

Von der größten Wichtigkeit bei der Anlage eines Fischweges ist die Lage und Beschaffenheit der unteren Ausmündung. Es sind nämlich bei jedem Fischwege zwei Aufgaben zu lösen: die erste ist die, den Fisch in den Weg hineinzubringen, die zweite, ihn darin aufwärts zu führen. Die erste Aufgabe ist wichtiger als die zweite, denn von ihrem Gelingen hängt der Erfolg der zweiten ab. Sie ist außerdem auch viel schwieriger, weil bei ihrer Lösung auf die Gewohnheiten der Fische sorgfältig Rücksicht genommen werden muß.

Es ist sehr schwer, in vielen Fällen sogar unmöglich, die Stelle für die untere Ausmündung nach einer Zeichnung allein ohne Kenntnis der Örtlichkeit richtig zu bestimmen. Die Beschaffenheit des Grundes, der Ufer, die Wasserbewegung und viele Nebenumstände, die zeichnerisch gar nicht dargestellt werden können, sind von entscheidender Bedeutung. Man sollte daher grundsätzlich, wo es irgend möglich ist, Fischwege und insbesondere die Lage der unteren Ausmündung nur nach der Örtlichkeit, nicht nach einer Zeichnung entwerfen. Nur dann, wenn durchgreifende Arbeiten an einem Fluß vorgenommen werden, welche die bisher bestehenden örtlichen Zustände gänzlich verändern, wird man hiervon abweichen und die Lage der unteren Ausmündung nach dem aufgestellten Regulierungsplan entwerfen müssen, dann ist aber um so mehr Vorsicht geboten, um sich vor Mißerfolgen zu bewahren.

Man muß sich zunächst vergegenwärtigen, für welche Arten von Wander- und Standfischen der Fluß oder die Flußstrecke nach der Beschaffenheit des Wassers, des Grundes, der Ufer u. dgl. geeignet ist, welche Fische sonach künftig den Weg benutzen werden. Danach muß man zu ermitteln suchen, in welchen Monaten diese Fische voraussichtlich den Fischweg gebrauchen werden, drittens, welche Wasserstände zu dieser Zeit herrschen, und endlich, wie das Flußbett bei diesen Wasserständen beschaffen ist, welchen Lauf der Stromstrich oder Talweg nimmt, welche Sandbänke oder Inseln alsdann im Flusse sich befinden u. dgl. m. Man muß diese Ermittlungen auf eine Fluß-

1) S. die Ausführungen des Verf. im Zentralbl. d. Bauverw. 1893, S. 428.

strecke unterhalb des Wehres fortsetzen, die lang genug ist, um jede Unsicherheit darüber auszuschließen, welchen Weg der stromaufwärts schwimmende Fisch nehmen wird. Es kommt alles darauf an, diese Untersuchungen so vorsichtig wie möglich anzustellen. Erkundigungen bei Fischern über die Fangstellen und die Orte, wo die Fische beobachtet worden sind, geben hierbei guten Anhalt.

Handelt es sich um die Erbauung eines neuen Wehres im Flusse, in dem zu gleicher Zeit ein Fischweg angelegt werden soll,* so ist die Bestimmung der richtigen Stelle für den Fischweg schwieriger, als wenn in einem längst bestehenden Wehr ein Fischweg eingebaut werden soll. Man muß dann die künftigen Wirkungen des neuen Wehres auf den Flußlauf zu ermitteln suchen, man muß untersuchen, welche Änderungen der Stromstrich, die Sandbänke und die Ufer erleiden werden, und wie der Weg des Fisches durch diese Änderungen etwa beeinflußt werden könnte. Hat man alle diese Vorarbeiten, die oft nur an Ort und Stelle vorgenommen werden können, mit großer Sorgfalt betrieben, so wird man mit einiger Sicherheit die Stelle bestimmen können, an der die Wander- oder Standfische vor dem Hindernis eintreffen werden. In den meisten Fällen wird dies eine Auskolkung im Sturzbett des Wehres oder des Mühlengerinnes sein.

Es ist nun nicht immer richtig, an dieser Stelle die untere Ausmündung des Fischweges anzuordnen. Denn bei der oft großen Ausdehnung des Kolkes, den zahlreichen Wirbeln und dem Getöse des Wassers ist es schwer, den Fisch auf den verhältnismäßig schwachen Ausstrom des Fischweges aufmerksam zu machen. Der Fisch folgt dem lebhaftesten Getöse, der stärksten Strömung. Er beachtet die schwache Strömung des Fischweges gar nicht, sondern sucht das Wehr an dem stärksten Wasserfall, die Freischleuse an der stärksten Strömung, den Mühlenstau in dem Mahlgerinne selbst zu nehmen. Gelingt ihm dies nach einigen Versuchen nicht, so stellt er sein Bemühen erschöpft ein und ruht in dem stillen Wasser des Kolkes oder einer Seitenbucht aus. Niemals entfernt er sich weit von dem Hindernis. Später sucht der Fisch seine Wanderung fortzusetzen und das Hindernis von neuem zu nehmen. Ist dies ergebnislos, so sucht er eine besser geeignete Übergangsstelle. Diese andere Stelle wird er in den meisten Fällen in derjenigen Richtung suchen, von welcher ihn die stärkste Seitenströmung getroffen hat. Er folgt der Seitenströmung längs des Hindernisses, versucht wiederholt den Sprung und kommt, wenn er nicht gelingt, auf diese Weise bis an die am meisten stromauf belegene Stelle des Wehres.

Die Aufgabe des Ingenieurs ist nun, die untere Ausmündung des Fischweges so zu legen, daß der Fisch während seiner Bemühungen, das Wehr zu nehmen, aufmerksam auf den Fischweg werde. Diese Aufgabe wird dadurch erschwert, daß aus wirtschaftlichen Rücksichten nur wenig Wasser über den Fischweg geleitet wird, daß aber im allgemeinen viel mehr Wasser über das Wehr fließt. Da nun der Fisch der größten Wassermenge nachgeht, die mit Getöse in das Unterwasser fällt, diese Wassermenge zudem mit Sauerstoff der Luft gesättigt, also gesund für den Fisch ist, so dürfen wir niemals erwarten, daß der Wanderfisch die schwache Strömung unseres Passes beachten wird, solange eine starke Strömung im Fluß vorhanden ist, die er noch nicht abgesucht hat. Wir müssen bei Bestimmung der unteren Ausmündung uns vor Augen halten, daß der beste Fischweg, den wir bauen, für den Fisch immer nur ein untergeordneter Weg, gleichsam ein Weg zweiter Klasse ist, den er anfänglich nicht beachtet, den er erst dann nimmt, wenn der von ihm bevorzugte Weg nicht gangbar ist. Dieser bevorzugte Weg, den der Fisch zuerst aufsucht, ist der Weg über das Wehr.

Werden alle Wassermassen, die über das Wehr fallen, in dem Fischweg zusammengefaßt, so daß die Wassermengen des Wehres gleichzeitig die Wassermengen des Fischweges sind, so nimmt der aufwärts schwimmende Fisch den neuen Weg gleich beim ersten Anlauf. Dies kann z. B. bei Schrägpässen eintreten, wie es bei dem Schrägpaß in der Drage bei Steinbusch (s. § 29) tatsächlich der Fall war. Derartige Anlagen sind aber nicht überall möglich. Im allgemeinen münden die Fischwege gesondert neben dem Wehr. Dann täuscht man sich, wenn man glaubt, daß es gelingen könnte, die untere Ausmündung so zu legen, daß jeder kommende Fisch schon beim Anschwimmen den Weg bemerken und ihn nehmen wird. Kein einziger Fisch wird dies tun. Jeder wird an der schwachen Ausströmung des Passes vorbei schwimmen und zuerst die Strömungen des Wehres absuchen. Die untere Ausmündung des Fischweges wird daher gefunden nicht auf dem Wege von unten nach oben, sondern von oben nach unten, gleichsam auf einem kleinen Rückwege, den der Fisch vom Wehre ausgehend auf der Suche nach einem anderen Durchgange unternimmt.

Es ist daher falsch, die untere Ausmündung eines Fischweges durch irgend ein Bauwerk, eine Mauer oder eine Spundwand im Fluß nach oben hin abzuschließen, oder in der Sorge, sie vor treibenden Gegenständen zu schützen, versteckt in einem Winkel des Ufers anzubringen, den der Fisch auf dem Wege von oben nach unten kaum aufsuchen wird, oder die Ausmündung zu weit entfernt vom Wehre anzulegen, weiter, als der Rückweg des Fisches stattfindet. Eine gewisse Entfernung zwischen dem Fuß des Wehres und der unteren Ausmündung ist zwar nötig, weil der Wellenschlag des Wehres sonst das Auffinden der schwachen Ausströmung erschweren würde. Im allgemeinen wird eine Entfernung von 2—12 m je nach den Verhältnissen angemessen sein; 2 m bei sehr kleinen Gefällen und geringen Wassermengen des Wehres, und 12 m bei großem Gefälle und reichen Wassermengen. Unter besonderen Umständen könnte auch eine größere Entfernung zulässig sein; mehr als 18 m wird aber selbst bei großen Wehren sich nicht empfehlen.

Besteht das Wehr aus mehreren Teilen oder hat es eine den Fluß schräg durchschneidende Lage, so ist im allgemeinen die am meisten stromauf belegene Stelle des Wehres die richtige Lage für die Ausmündung. Eine Mündung inmitten des Wehres würde von den aufsteigenden Fischen kaum beachtet werden; denn die stärkere Strömung, welche von dem oberhalb befindlichen Wehrteil kommt, würde von den Fischen stets bevorzugt werden. Jeder Fisch erreicht einmal die oberste Stelle des Wehres. Hier treffen ihn keine neuen starken Strömungen mehr, die von oben kommen. Hier ist er darum geneigt, auch eine schwächere Strömung zu verfolgen: deshalb ist hier der Ort für die untere Ausmündung des Fischweges. Aber diese Regel darf nicht mechanisch angewandt werden. Es können besondere Hindernisse im Fluß vorhanden sein, Unregelmäßigkeiten in der Gestaltung des Flußlaufes und der Sohle, Inseln oder Sandbänke, die vielleicht gerade zur Zeit der Fischwanderung in bedenklicher Weise auftreten und zu einer Gabelung des Wasserlaufes führen, so daß der Fisch bei seinem Aufwärtsschwimmen die höchste Stelle des Wehres nicht erreichen kann. Es ist deshalb immer der Flußlauf in seiner Gestaltung zur Zeit der Fischwanderung zu untersuchen.

§ 28. Beispiele mißglückter Fischwege mit falschen Ausmündungen. Tiefe der Ausmündung. Einige Beispiele mögen das in § 27 Gesagte erläutern: Abb. 442 zeigt einen Fischweg, der früher an der unteren Brahe erbaut worden war, der aber seinen Zweck nicht erfüllte. Es war eine in einem Bogen geführte Fischtreppe mit Sperren und

Einschnitten, die das von einem Nadelwehr gebildete Gefälle umging. Gegen diese Fischtreppe war an sich nichts einzuwenden. Sie hätte die Lachse wohl aufwärts bringen können, wenn diese erst in die unterste Kammer gekommen wären. Das war aber unmöglich. Denn bei der örtlichen Untersuchung fand Verfasser, daß hier eine Spundwand von etwa 3 m Länge oberhalb der unteren Ausmündung schräg in den Fluß gerammt und außerdem stromaufwärts mit Steinen verpackt worden war. Der Zweck dieser Maßregel war offenbar der gewesen, die Ausmündung vor treibenden Gegenständen zu schützen. Außerdem hatte man wahrscheinlich geglaubt, durch die Spundwand und das Zusammenhalten des aus dem Fischweg fließenden Wassers die von unten her kommenden Fische auf die schwache Strömung aufmerksam machen und sie anregen zu können, den Fischweg zu nehmen. Dies war ein Irrtum. Die Lachse, welche stromauf schwimmen, folgen der stärksten Strömung. Sie schwimmen vorzugsweise in der Mitte des Flusses, ziehen daher an dem Fischweg vorbei. Sollte wirklich ein Fisch, am Ufer entlang schwimmend, in die Strömung des Fischweges geraten, so würde er diese schwache Strömung gewiß nicht beachten, sondern der viel stärkeren Strömung folgen, die vom Wehr her kommt. So geschah es, daß alle Fische ohne Ausnahme am Fischweg vorbei bis an den Fuß des Wehres gelangten und hier den Aufstieg versuchten. Sie hätten den Fischweg erst auf dem Rückweg finden können: und dies war erschwert durch die übergroße Entfernung von 21 m, mehr aber noch durch die vorgelegte Spundwand. Also gerade die Spundwand, welche das Auffinden des Fischweges erleichtern sollte, war die Ursache gewesen, daß die Mündung nicht gefunden werden konnte. Die Ausmündung mußte nach der punktierten Lage umgelegt werden.

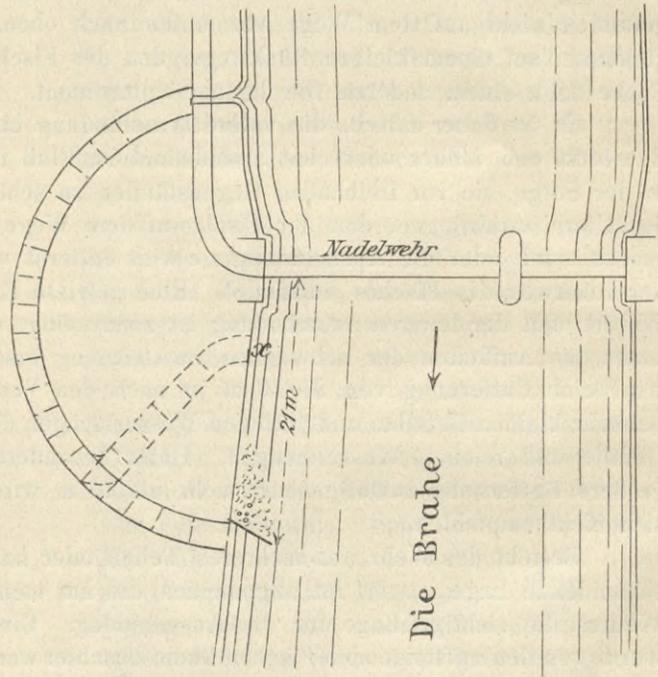


Abb. 442. Alter Fischweg bei Brahnau in der unteren Brahe.

Ein anderes Beispiel gibt Abb. 443. An einem Mühlenstau der oberen Brahe war ein Fischweg angelegt worden. Es war gleichfalls eine Fischtreppe mit Sperren und Schlupföffnungen, die an sich einwandfrei gebaut war. Die untere Ausmündung lag bei y flußabwärts. Zweifellos hatte auch hier der Erbauer angenommen, daß die von unten her kommenden Lachse eine so angelegte Ausmündung am leichtesten finden würden. Der Fischweg wurde aber nicht benutzt. Hier fand Verfasser bei der örtlichen Untersuchung, daß der Fischpaß an sich richtig lag, denn der Zug der Lachse mußte sich nach der im Fluß herrschenden Strömung am linken Ufer vollziehen. Alle Fische gelangten zweifellos in die Nähe der Stelle a . Von hier konnten sie ihren Weg nur nach der fiskalischen Mühle bei b nehmen, weil diese Mühle stets im Betriebe war und eine lebhaftige Strömung

verursachte. Der Aufstieg war bei *b* wegen des starken Gefälles unmöglich. Es begann daher von dieser Stelle ab die Rückwanderung und das Suchen nach einem zweiten Aufstiegsort. Als solcher konnte nur die benachbarte Floßschleuse in Frage kommen, weil diese als Freischleuse wirkte und zur Zeit der Lachswanderung immer Wasser lieferte. Tatsächlich war auch beobachtet worden, daß an der Stelle *c* Lachse die Floßschleuse zu

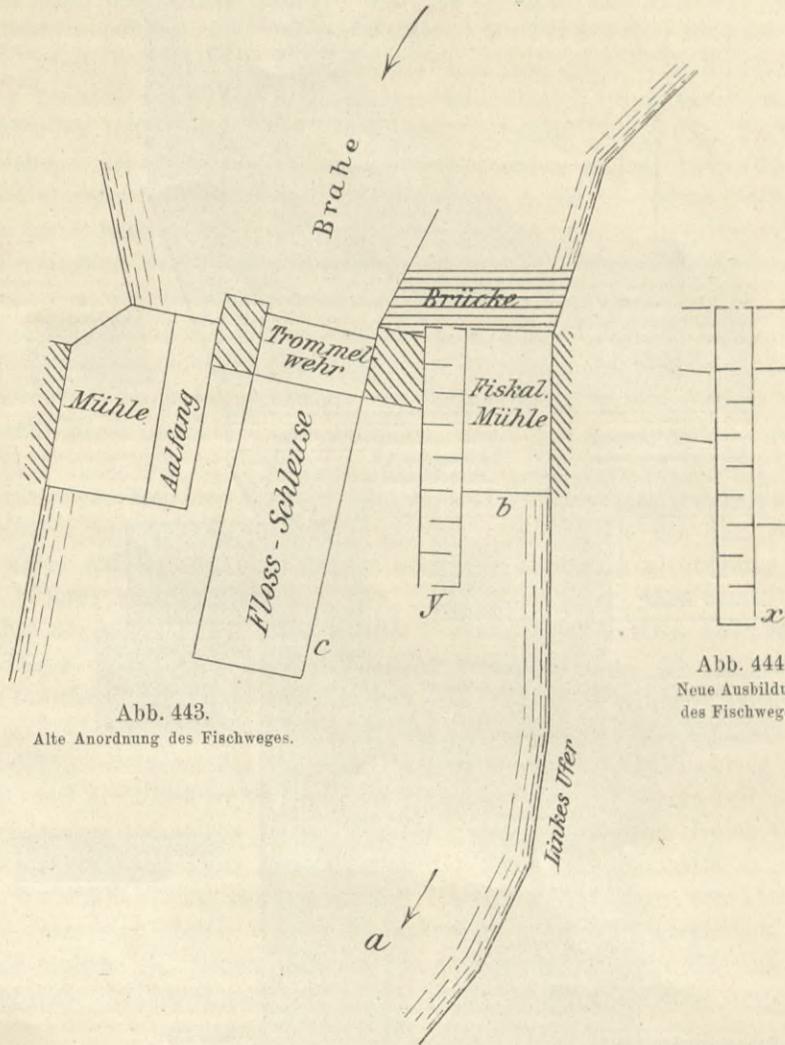


Abb. 443.
Alte Anordnung des Fischweges.

Abb. 444.
Neue Ausbildung
des Fischweges.

Abb. 443 u. 444. Fischweg in der oberen Brahe.

nehmen versucht hatten: die Strömung war aber auf der langen, mit dünner Wasserschicht bedeckten Schleuse zu stark, der Aufstieg hier unmöglich. Die Ausmündung bei *y* hätten die Lachse nur finden können auf dem Wege von *b* nach *c*. Auf diesem Wege war aber die Strömung bei *c* viel zu stark gegenüber der schwachen Strömung bei *y*, so daß die Tiere *y* unbeachtet ließen. Durch Umänderung der Sperren und Anlage der Ausmündung bei *x* nach Abb. 444 wurde dem Übel abgeholfen. Denn die Ausmündung bei *x* lag weit genug von der Stelle *b* entfernt, so daß die von *b* kommenden suchenden Lachse sie entdecken konnten, und sie lag außerdem so, daß sie durch die stärkere Strömung aus der

Floßschleuse bei *c* nicht beeinflusst wurde. Lachse, welche auf der Suche nach einem anderen Ausweg von *b* nach *c* schwammen, konnten wohl die Ausströmung bei *x*, nicht aber die bei *y* finden.

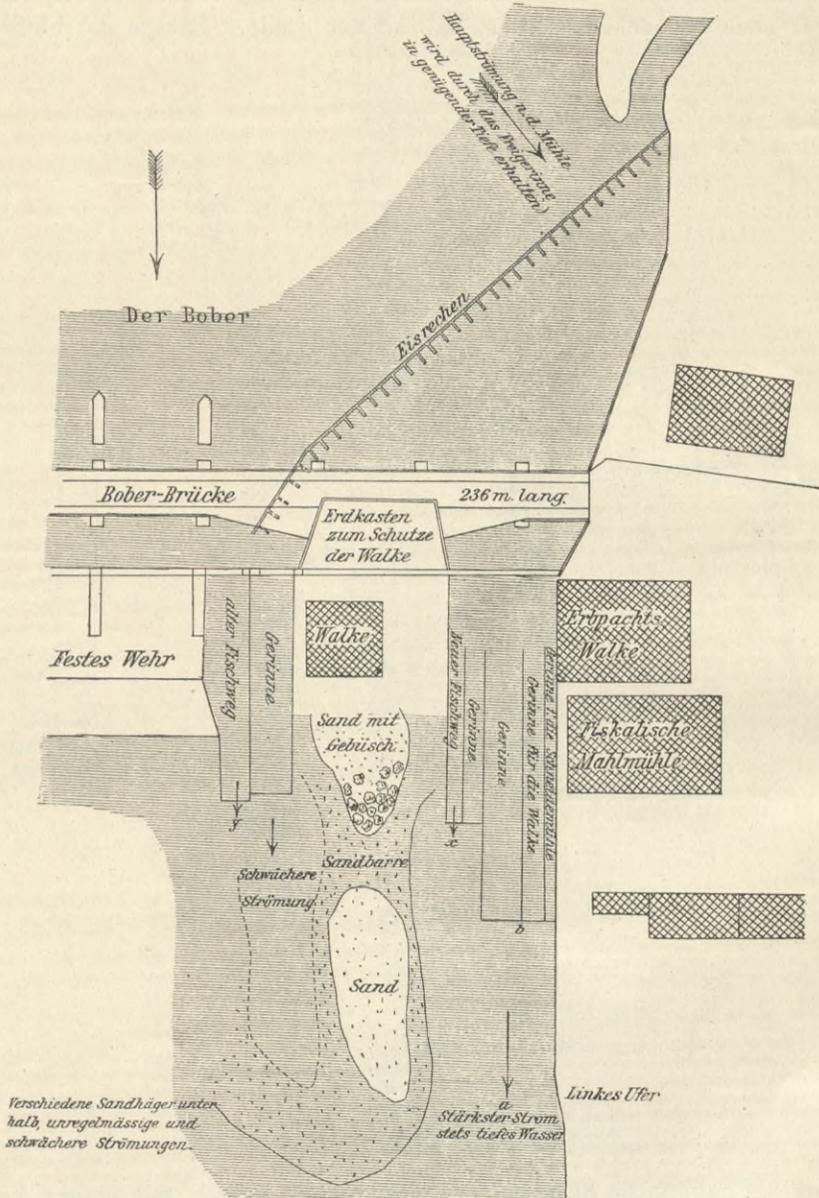


Abb. 445. Fischweg im Bober.

Als drittes Beispiel einer mißglückten Fischweganlage infolge falscher Anordnung der Ausmündung wird in Abb. 445 ein Fischweg im Bober mitgeteilt. Hier hatte in dem vorhandenen Wehr ein altes Floßgerinne die für einen Fischweg passende Neigung. Da zudem das Gerinne entbehrlich war, so war an dieser Stelle die Lachstreppe eingebaut worden. Auch diese Treppe war an sich als Bauwerk einwandfrei. Sie wurde

aber von den Lachsen nicht benutzt. Bei der örtlichen Untersuchung stellte sich heraus, daß zu Zeiten, in denen die Lachse aufwärts wanderten, eine Sandbarre im Fluß auftrat, die ein vollkommenes Hindernis für das Auffinden des Fischweges bildete. Der Fluß hatte unterhalb des Wehres am linken Ufer die stärkste Strömung. Diese wurde von den Lachsen verfolgt, so daß die Fische die Stelle *a* erreichten. Von hier schwamm jeder Lachs zuerst nach dem Mühlengerinne bei *b* und versuchte den Aufstieg. Nachdem dies wegen des hohen Gefälles nicht gelang, wanderte der Fisch weiter bis nach dem Gerinne bei *x*. Das Gefälle war hier dasselbe, der Aufstieg unmöglich. Die Mündung des Fischweges bei *y* konnten die Fische nicht finden, weil über die Sandbarre zwischen *x* und *y* keine Strömung lief. Es konnte daher kein Lachs die Laichstellen im oberen Flußgebiet erreichen. Die Fische kehrten um und suchten andere Seitenflüsse auf oder wurden im Unterwasser abgefangen. Der Fischweg durfte in diesem Falle nur in dem Freigerinne bei *x* liegen. (Vgl. d. Ausf. d. Verf. i. Zentralbl. d. Bau-Verw. 1911 S. 446.)

Das Auffinden der unteren Ausmündung wird den Fischen erleichtert durch die Seitenorgannerven, welche nach den neueren Untersuchungen des Prof. Dr. Bruno Hofer¹⁾ bei den Fischen vorhanden sind, und die sie in den Stand setzen, die Bewegungen des Wassers und seine Strömungen wahrnehmen, Seitenzuflüsse gleichsam aus der Ferne fühlen zu können. Nach Hofer können die Wanderfische die an Wehren angebrachten Fischwege nur dann bemerken und auffinden, wenn aus dem Fischpaß ein so starker Wasserstrom kommt, daß er in dem Hauptstrom von den Fischen gefühlt werden kann. Hieraus ergibt sich, daß man die Seitenströmung nicht nach einer beliebigen Stelle unterhalb des Wehres leiten darf: sie muß so geführt sein, daß sie von dem ruhenden oder suchenden Fisch wirklich bemerkt werden kann, sie darf auch nicht unter dem Wellenschlag des Wehres verschwinden.

Nächst der allgemeinen Lage ist die Tiefenlage der unteren Ausmündung zu bestimmen. Diese richtet sich nach denjenigen Wasserständen, die zur Zeit der Fischwanderung bestehen, und die vorher ermittelt sein müssen. Der niedrigste dieser Wasserstände ist maßgebend, wohlgemerkt, nicht der niedrigste des Flusses überhaupt, sondern nur der niedrigste während der Zeit der Fischwanderung. Der Fischweg muß stets so gebaut sein, daß der Fisch schwimmend einlaufen kann. Niemals soll man, will man sicheren Erfolg von der Anlage haben, dem Tier zumuten, aus dem freien Wasser heraus in den Fischweg zu springen. Befindet sich der Fisch erst einmal in dem Weg, so ist es weniger bedenklich, den Sprung in die folgenden Kammern von ihm zu fordern, vorher aber, aus dem freien Wasser heraus, darf dies nicht geschehen. Die untere Ausmündung muß so tief liegen, daß sie bei dem niedrigsten zur Zeit der Fischwanderung herrschenden Wasserstande mit einem genügend großen Querschnitt in den Fluß mündet.

Auch auf den höchsten Wasserstand, der zur Zeit der Fischwanderung vorkommen kann, ist Rücksicht zu nehmen. Es muß nämlich auch bei diesem Wasserstande ein deutlich merkbarer Strom aus dem Fischweg in das Unterwasser treten, so daß der Fisch aufmerksam auf die Ausmündung wird. Dies bietet Schwierigkeiten, denn je höher das Unterwasser steigt, um so höher steigt auch der Wasserstand im Fischweg, und das Ausfließen des Wassers aus der unteren Mündung findet in einem breiten und hohen Querschnitt statt. Da aber die Speisewassermenge dieselbe bleibt, so führt die Vergrößerung des Querschnitts zu einer Verringerung der Durchflußgeschwindigkeit, und es

1) Bericht der Königl. Bayrischen biologischen Versuchsanstalt in München. Band I 1908. S. 115, 156.

folgt, daß die Seitenströmung, welche aus der unteren Ausmündung in das Unterwasser des Flusses dringt, an Kraft einbüßt. Es ist daher zweifelhaft, ob die Fische dann noch den Paß fühlen und finden können.

Man hört zwar oft die Vorschrift, den Fischweg so zu bauen, daß das Wasser an der unteren Ausmündung überschlägt, damit der Fisch durch das Plätschern des Wassers angelockt werde. So richtig und leicht ausführbar dies bei gleichbleibenden Wasserständen ist: bei veränderlichen Wasserständen führt die zum Überschlagen bei Mittelwasser erforderliche tiefe Lage der Abschlußwand später beim Ansteigen des Wassers zu einem übermäßig großen Abflußquerschnitt, und der aus dem Fischweg kommende Seitenstrahl hat nicht genügend Kraft zum Anlocken der Fische. Dieser Nachteil wird ausgeglichen, sobald man bei höheren Wasserständen reichere Mengen von Speisewasser zur Verfügung hat. Ist dies aber nicht der Fall, muß auch bei mittleren und höheren Wasserständen des Flusses wirtschaftlich mit dem Speisewasser umgegangen werden, so ist zu empfehlen, auf das Überschlagen zu verzichten, den Fischweg durch eine bis zu dem höchsten zur Zeit der Fischwanderung herrschenden Wasserstände reichende Wand nach dem Unterwasser abzuschließen, und das Wasser sowohl bei niedrigen wie bei höheren Wasserständen in einer einzigen Ausflußöffnung zusammenzuhalten. Dann bleibt die Ausströmungsgeschwindigkeit und die Kraft des anlockenden Strahls bei jedem Wasserstande nahezu gleich.

Die Ausflußöffnung darf nicht zu klein sein. Je kleiner sie ist, um so kräftiger ist zwar der Strahl, aber um so größer muß auch die Anstrengung des Fisches sein, ihn zu überwinden. Er kann sich beim Anschwimmen in kleiner Öffnung leicht verletzen. Ist die Öffnung größer, so wird die Geschwindigkeit des ausströmenden Wassers geringer, denn die Wassermenge bleibt sich gleich. Der Fisch wird durch einen breiten, wenngleich schwächeren Seitenstrom fast ebenso wirksam angelockt wie durch einen dünnen und scharfen Strahl; er kann ihn aber leichter überwinden. Gewöhnlich genügt es, bei Fischtreppen die Ausflußöffnung um 50 v. H. größer zu wählen, als die Öffnungen in den Sperren.

§ 29. Schrägpässe. Wenn der Abfallboden eines in einem Fluß vorhandenen Hindernisses, eines Riffes oder eines Wehres, nicht in gleichmäßiger Linie nach dem Unterwasser verläuft, sondern in angemessenen Absätzen Tümpel bildet, die miteinander in Verbindung stehen, so ist es möglich, daß die Wanderfische auf diesem Wege das Hindernis überschreiten können. Es ist nur nötig, daß der Weg von den Fischen gefunden werden kann, und daß seine Benutzung ihnen keine Schwierigkeiten bietet. Aus diesem Grunde muß ein solcher Fischweg folgende Bedingungen erfüllen: es muß von dem Oberwasser durch die Tümpel bis zum Unterwasser eine Strömung oder ein Wasserüberfall vorhanden sein, damit die Fische nach der Sprungstelle jedes einzelnen Tümpels angelockt werden. Ferner dürfen die Absätze nicht zu hoch sein, so daß der Sprung mit Erfolg ausgeführt werden kann; drittens müssen die Tümpel lang und tief genug sein, um den Fischen den Sprung zu ermöglichen, viertens muß genügend Speisewasser im Fluß zur Verfügung stehen, und endlich dürfen die Wasserstände sowohl im Unterwasser wie im Oberwasser nur in verhältnismäßig engen Grenzen schwanken.

Abb. 446 zeigt einen solchen Fischweg in einem Schrägwehr. Der Fisch wird durch die kräftige Strömung, die aus dem Becken 1 fließt, und die ihn beim Absuchen des Wehres trifft, zum Aufsteigen veranlaßt. Das Becken ist lang und tief genug, um den Sprung in das zweite Becken zu ermöglichen und so fort bis zum Oberwasser.

In ähnlicher Weise hat man auf felsigem Grunde Tümpel künstlich ausgesprengt, um Fischwege zu gewinnen; man hat auch durch Zusammenstellen von Bohlenwänden in einem Flußbett eine fortlaufende Reihe von Tümpeln und damit einen Fischweg gebildet. Näheres hierüber s. H. Keller, »Die Anlage der Fischwege« 1885, S. 31 und Gerhardt, »Fischwege und Fischteiche« 1904, S. 26.

Wenn die Tümpel und ihre Verbindungswege so ineinander übergehen, daß von dem Oberwasser nach dem Unterwasser fast nur ein einziger Verbindungsweg bleibt, so nennt man einen solchen Fischweg einen Schrägpaß. Die Bezeichnung rührt davon her, daß derartige Pässe, um das Gefälle möglichst zu verringern, meist schräg über den Wehrrücken geführt werden. Das Gefälle in solchen schrägen Rinnen muß mindestens 1:12 betragen, besser 1:20 oder 1:25, noch besser 1:30, wenn sich dies erreichen läßt. Die größte Schwierigkeit liegt darin, allezeit, selbst bei niedrigstem Wasserstande, eine genügend große Wassertiefe in der Rinne zu gewinnen. In dieser Hinsicht ist die schräge Führung vorteilhaft; denn sie begünstigt die Speisung des Fischweges. Der schräge Verlauf der Rinne längs des Wehrrückens führt nämlich dazu, daß das neben dem Fischweg über den Rücken des Wehres fallende Wasser von der Rinne aufgenommen wird. So gewinnt diese mehr und mehr an Speisewasser, je weiter sie sich fortsetzt, ihre untere Ausmündung ist viel wasserreicher als die obere Einmündung. Durch die so erzielte kräftige Speisung des unteren Endes wird den Fischen das Auffinden des Passes erleichtert.

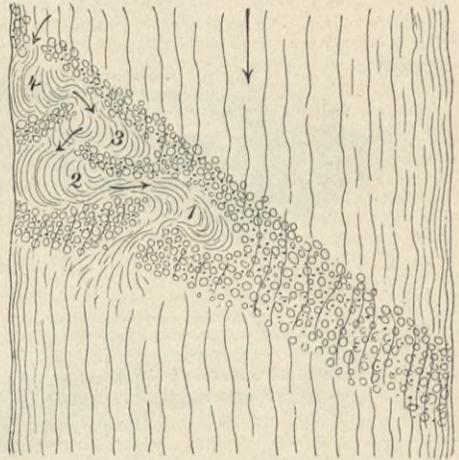


Abb. 446. Fischweg aus Tümpeln im Schrägwehr.

Abb. 447—449 zeigen den Schrägpaß im Dragewehr bei Steinbusch, der vom Verfasser im Jahre 1892 erbaut wurde¹⁾. Aus dem Lageplan geht hervor, wie die Lachse, nachdem sie vergebens versucht hatten, die Freischleuse und die Floßschleuse zu nehmen, schließlich an das feste Wehr gelangten. Dies war ein Steinwehr, das wegen seiner Länge und Höhe nicht übersprungen werden konnte. Zur Herstellung des Fischweges wurde die Spundwand, welche die Steinschüttung an der Oberwasserseite begrenzte, auf 0,4 m Breite und 0,65 m Tiefe eingeschnitten. Der Einschnitt war auf das geringste Maß beschränkt, um die Speisung des Fischweges so sparsam wie möglich zu halten. Er befand sich nahe einer Seite des Wehres und wurde durch zwei eingerammte Pfähle gesichert.

Unterhalb der Spundwand wurde das aus großen Findlingen gebildete 9—12 m breite Steinwehr so umgebaut, daß in der Richtung des Spundwandeinschnittes eine Rinne entstand, die hier rechtwinklig gegen das Wehr begann, dann aber in S-förmig gekrümmter Linie schräg von einem Ufer der Drage nach dem anderen führte. Die Rinne wurde an der Unterwasserseite durch einen Rücken von besonders großen Steinen begrenzt, die sorgfältig verpackt wurden und so hoch reichten, daß zur Zeit der Lachswanderung der Rücken nahezu trocken war. Es wurde dadurch alles über das Wehr

¹⁾ s. Gerhardt, Die Oderlachse und der Fischweg bei Steinbusch in der Drage. Im Zentralbl. d. Bau-Verw. 1893, S. 293.

fallende Wasser für den Aufstieg der Lachse in der Rinne zusammengehalten und nur am linken Ufer der Drage in der Mündung des Fischweges zum Abfluß gebracht. Hierdurch wurden die Fische an die Mündung des Fischweges herangelockt. In der Rinne selbst wurden die Steine möglichst dicht zusammengeschichtet und gut verzwickelt, damit so wenig wie möglich Wasser durch Versickerung verloren ginge.

Die Rinne hatte 16 m Länge. Ihre Sohle lag an der Spundwand 0,35 m unter dem Einschnitt, also 1 m unter dem niedrigsten Oberwasser; sie hatte die Neigung 1 : 28.

Abb. 447–449. Schrägpaß im Dragewehr bei Steinbusch.

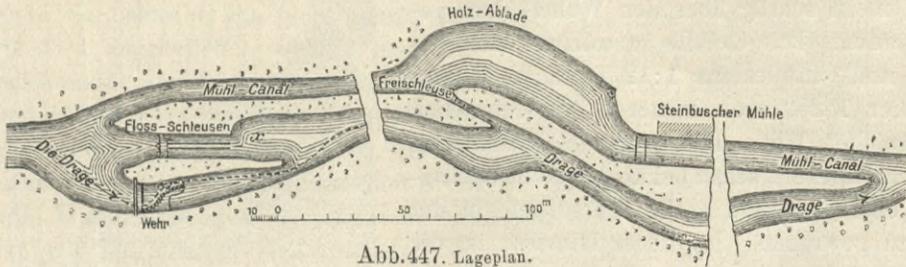


Abb. 447. Lageplan.

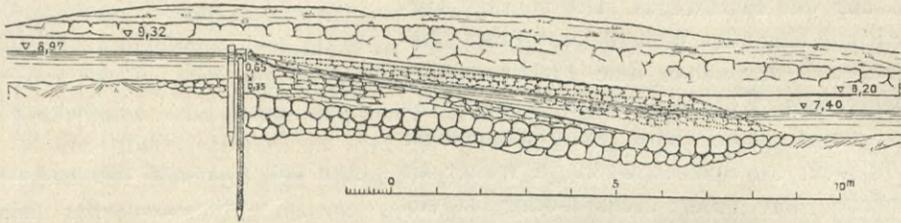


Abb. 448. Längenschnitt.

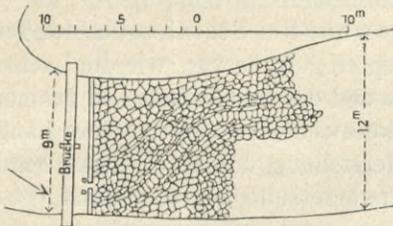


Abb. 449. Grundriß.

Die tiefe Lage der Rinne an der Spundwand und ihre geringe Neigung war deshalb notwendig, um bei möglichst geringem Verbrauch von Speisewasser eine möglichst große Wassertiefe in der Rinne zu gewinnen. Auch war damit zu rechnen, daß in dem Wehreinchnitt zur Einführung der für die Speisung der Rinne nötigen Wassermengen ein stärkeres Gefälle sich einstellte. Dies trat ein. Die hierdurch hervorgerufene größere

Geschwindigkeit wurde aber, weil sie allein an der Spundwand vorhanden war, von den Fischen leicht überwunden.

Die Kosten des Fischweges hatten nur 440 Mk. betragen. Seine Brauchbarkeit erwies sich sofort nach der Fertigstellung: Arbeiter, welche die Laufbrücke am Fischwege überschritten, beobachteten zwei Lachse, die kurz hintereinander den Fischweg durchschwammen. Er hat auch jahrelang seinem Zweck gut gedient. Durch einen vor kurzem ausgeführten Umbau der Mühle und der Wehre ist der Schrägpaß bei Steinbusch eingegangen und durch eine Fischtreppe ersetzt worden. Aber da die Anlage von Schrägpässen in den Flüssen des Tieflandes verhältnismäßig selten vorkommt, so erschien es zweckmäßig, auf diese einfache, wohlfeile und dennoch zweckmäßige Bauart hinzuweisen.

§ 30. **Fischtreppe mit Stegen, sowie mit Sperren und Einschnitten.** Man versteht unter einer Fischtreppe eine Reihenfolge von Becken, die in fast gleichmäßigen Absätzen treppenartig einander folgen, und die das hohe, für die Fische unüberwindliche Gesamtgefälle des Wehres in mehrere kleinere, leicht zu überwindende Gefälle zerlegen. Es werden Fischtreppe mit Stegen von Fischtreppe mit Sperren unterschieden. Stege sind kurze Einbauten, die abwechselnd von der einen und von der anderen Seite einer offenen Rinne bis nahe an die gegenüberliegende Seitenwand hergestellt werden. Sie trennen die Becken voneinander und zwingen das Wasser, Umwege auszuführen.

Werden die Einbauten von der einen Seitenwand bis dicht an die andere geführt, so heißen sie nicht mehr Stege, sondern Sperren. Es entstehen vollständig abgeschlossene

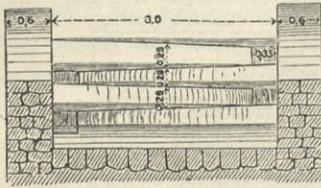


Abb. 450. Fischtreppe mit Stegen im unteren Ballisadare-Paß.

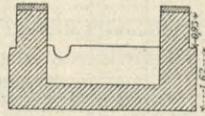


Abb. 451. Fischtreppe mit Sperren und Einschnitten im Emswehr bei Hannekenfähr.

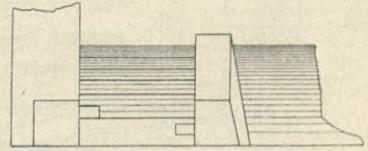


Abb. 452. Fischtreppe mit Sperren und Schlupföffnungen im Emswehr zu Listrup-Mehringen.

kleine Becken, in denen das Wasser zurückgehalten wird und zur Ruhe kommt. Über den oberen Rand jeder Sperre fällt das Wasser wie über ein kleines Wehr in das folgende Becken. Bei dieser Form haben sich mit der Zeit zwei Bauweisen ausgebildet: Um den Fischen das Überwinden der kleinen Wehre zu erleichtern, wurde die Krone jeder Sperre an einer Stelle mit einer kleinen Vertiefung versehen, die einen halbkreis-

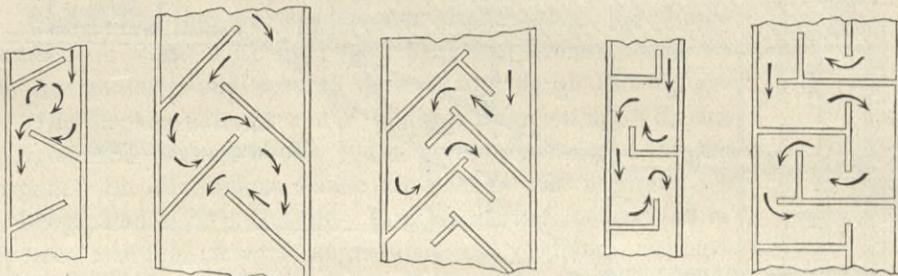


Abb. 453.

Abb. 454.

Abb. 455.

Abb. 456.

Abb. 457.

Abb. 453—457. Anordnung der Stege in Fischtreppe.

förmig oder rechteckig geführten Einschnitt darstellte. Hier war die überfallende Wasserschicht am dicksten, der Sprung des Fisches am leichtesten. Später stellte man statt des Einschnittes in jeder Sperre eine Öffnung her, die so tief gelegt wurde, daß sie ganz oder zum Teil im Unterwasser der Sperre lag. Diese Öffnungen, die meist rechteckig hergestellt werden, nennt man Schlupföffnungen. Abb. 450 stellt zur Erläuterung den Querschnitt eines Fischweges mit Stegen dar, Abb. 451 den eines Fischweges mit Sperren und Einschnitten und Abb. 452 die Ansicht eines Fischweges mit Sperren und Schlupföffnungen.

Die Wirkung der Fischtreppe mit Stegen hat man durch eigentümliche Führungen der Stege zu erhöhen versucht. Besonders die Amerikaner haben mannigfache Formen erfunden und sich in den meisten Fällen patentieren lassen. Diese Formen haben nicht den Wert, den ihnen ihre Erfinder beilegen. Fast alle Anordnungen waren darauf gerichtet, den Abfluß des Wassers zu verlangsamen. Die Abbildungen 453

bis 467 geben einige Beispiele. Abb. 453 stellt den von Forster verbesserten Fischweg dar¹⁾. Seine weitere Ausbildung zeigen Abb. 454 und 452. Die schräge Stellung der Stege soll den Umweg des Wassers vergrößern und damit die Geschwindigkeit verlangsamen, also die Wirkung des Fischpasses erhöhen: sie hat aber den Nachteil, daß sich Wirbelbewegungen einstellen und in den spitzen Ecken Sand und Kies sich ablagern. Besser ist die Anordnung nach Abb. 456. Hier hat die am Ende des Steges angelegte kurze aufwärts gerichtete Seitenwand den Vorteil, daß der aufwärts schwimmende Fisch beim Durchschlüpfen der Steglücke nicht vom Wasser seitlich getroffen und gegen die Wange des Fischweges gedrückt wird. Abb. 457 gibt die Anordnung von Brackett,

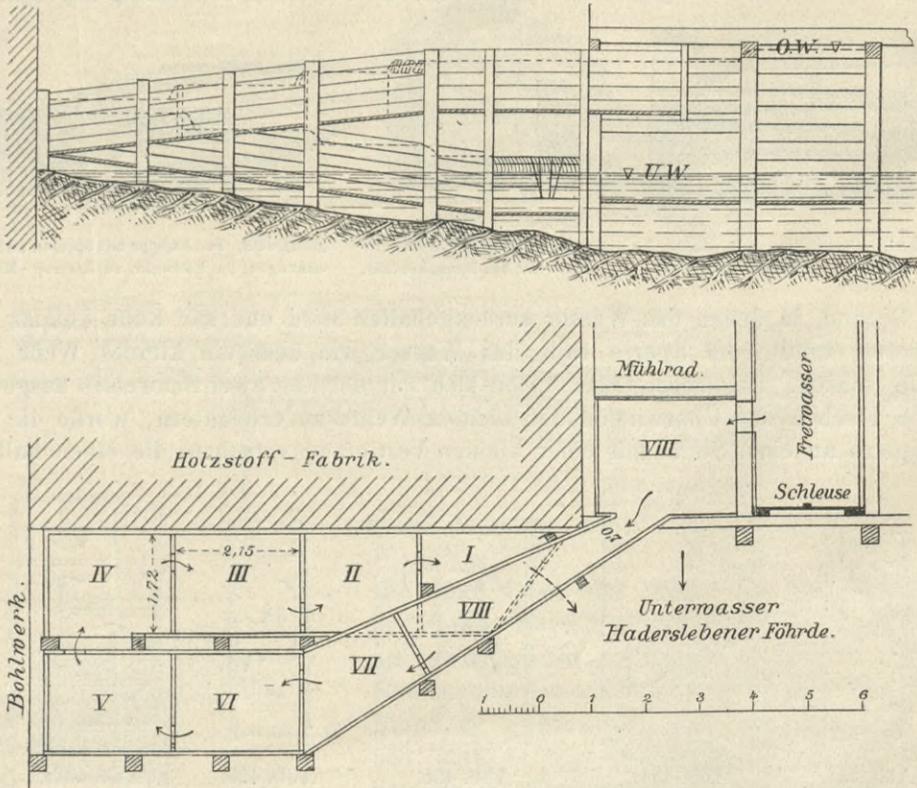


Abb. 458 u. 459. Lachstreppe an der Schloßwassermühle in Hadersleben.

die bei einem Fischpaß neben den South Hadley Stromschnellen in Connecticut (Massachusetts) ausgeführt worden ist. Hier wurde das 10 m hohe Gefälle durch einen Paß von 132 m Länge überwunden. Die Länge des Wasserweges wurde durch die Stege auf 270 m vergrößert, so daß nur eine Geschwindigkeit von etwas über 0,8 m in der Sekunde entstand. Zu den Fischwegen mit Stegen gehört auch der von dem früheren Fischereiinspektor W. H. Rogers in Amherst, Nova Scotia, erfundene Fischweg, von dem man eine Zeit lang in Amerika viel Aufhebens machte²⁾.

Brauchbare Fischwege mit Sperren und Einschnitten sind in Deutschland in großer Zahl vorhanden. Einer der ersten und besten, aber auch einer der teuersten

¹⁾ Seventh annual report of the Commissioners on Inland Fisheries for the year 1873. Boston.

²⁾ Vgl. die Mitteilung d. Verf. im Zentralbl. d. Bau-Verw. 1893, S. 176.

ist der im Jahre 1878 in dem Emswehr bei Hannekenfähr durch den verstorbenen Baurat Meyer in Lingen erbaute Fischweg. Die Kosten dieses Fischweges, dessen Querschnitt Abb. 451 zeigt, haben etwa 20000 Mk. betragen.

Ungefähr zur selben Zeit, nämlich im Jahre 1879, wurde eine Lachstreppe an der Schloßwassermühle in Hadersleben errichtet, die erheblich einfacher und wohlfeiler wurde und dennoch ihren Zweck gut erfüllte. Die Abb. 458 und 459 erläutern die Anlage. Neben dem Gebäude einer Holzstoff-Fabrik befindet sich in der Haderslebener Föhrde das Abflußgerinne eines der drei Mühlräder, die das Werk treiben, und hieran anschließend das Freigerinne. Dies Freigerinne ist so angelegt, daß die Freischleuse sich erst am Ende des Gerinnes befindet. Es reicht daher das Oberwasser des Freigerinnes bis an das untere Ende des Abflußgerinnes heran. Dieser Umstand wurde sehr geschickt zur Anlage der Lachstreppe benutzt. Sie wurde aus Holz so erbaut, daß Einmündung und Ausmündung fast lotrecht übereinander liegen, und die Treppe eine seitwärts geführte Schleife bildet. Die untere Ausmündung liegt hinter dem Mühlengrundstück unmittelbar neben dem unteren Auslauf des Abflußgerinnes; die obere Ausmündung liegt in der nach dem Abflußgerinne befindlichen Seitenwand des Freigerinnes. Die Lachstreppe hat acht Becken. Das oberste Becken VIII besteht aus zwei Teilen, einem in dem Abflußgerinne des Mühlrades hoch eingebauten viereckigen Kasten mit flachem Boden, der das Speisewasser unmittelbar aus dem Freigerinne erhält, und dem trapezförmigen obersten Teil der geneigten Bodenrinne. Dieser Teil hat an der engsten Stelle neben der Hausecke nur 0,7 m Breite. Er liegt hoch über dem Becken I und der unteren Ausmündung und wird in dieser Lage durch Pfosten getragen. Die Becken VII, VI und V bilden zusammen mit VIII den oberen Lauf, die Becken IV bis I den unteren geraden Lauf der Lachstreppe. Im allgemeinen haben die Becken 1,72 m Breite bei 2,15 m Länge und 0,25 m Gefälle. Ihre Wassertiefe beträgt 0,7 m. Die Sperren wurden versetzt angeordnet und erhielten Schlupföffnungen von 0,35 m Tiefe bei 0,2 m Breite. Der Fischweg wird von Salmoniden, Aalen und Standfischen benutzt.

Die in den fünf Staustufen des kanalisiertes Mains bei Frankfurt, Höchst, Okriftel, Flörsheim und Kostheim in den Jahren 1884 bis 1890 angelegten Fischwege sind sämtlich als Treppen mit Sperren und oberen Einschnitten erbaut worden. Abb. 460—462 zeigen als Beispiel den Fischweg bei Höchst. Alle Fischwege liegen am linken Ufer des Mains neben den Landpfeilern der Nadelwehre. Sie bestehen aus Becken von 2,5 bis 3 m Breite und 3 bis 3,2 m Länge mit 0,8 m Wassertiefe und 0,3 m Gefälle an den Sperren. Auf einer 0,5 m starken Betonsohle sind die Seitenwände aus Bruchsteinmauerwerk mit Schichtsteinbekleidung errichtet, während die Zwischenräume zwischen den einzelnen Becken aus oben abgerundeten Sandsteinplatten von 0,3 m Stärke

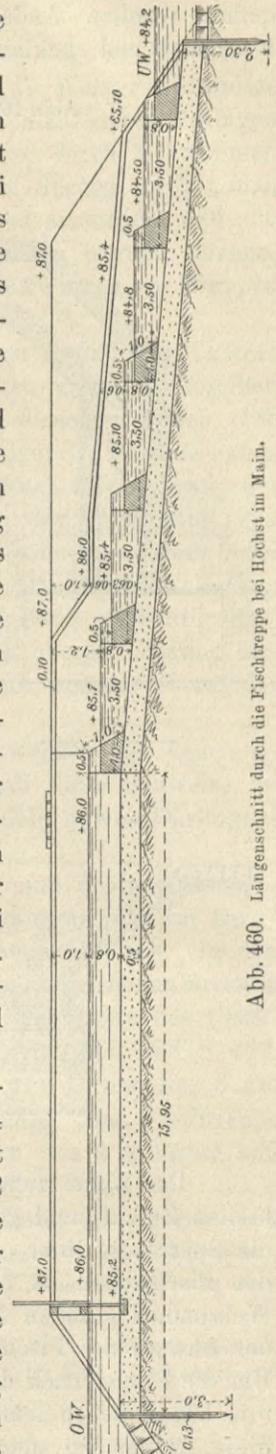


Abb. 460. Längenschnitt durch die Fischstreppe bei Höchst im Main.

bestehen. In diesen befinden sich seitlich und gegen einander versetzt halbkreisförmige Einschnitte von 0,6 m Breite. Der Fischweg bei Höchst hat wegen des geringen Wehrgefälles nur 6 Becken. Er ist im einfachen Bogen um den Landpfeiler des Nadelwehres geführt worden. Andere Fischwege, die mehr Becken erhalten mußten, wurden im gebrochenen und rücklaufenden Zuge geführt. Die Sohlen der Becken haben zum Teil

Abb. 460—462. Fischtreppe mit Sperren und Einschnitten bei Höchst im Main.

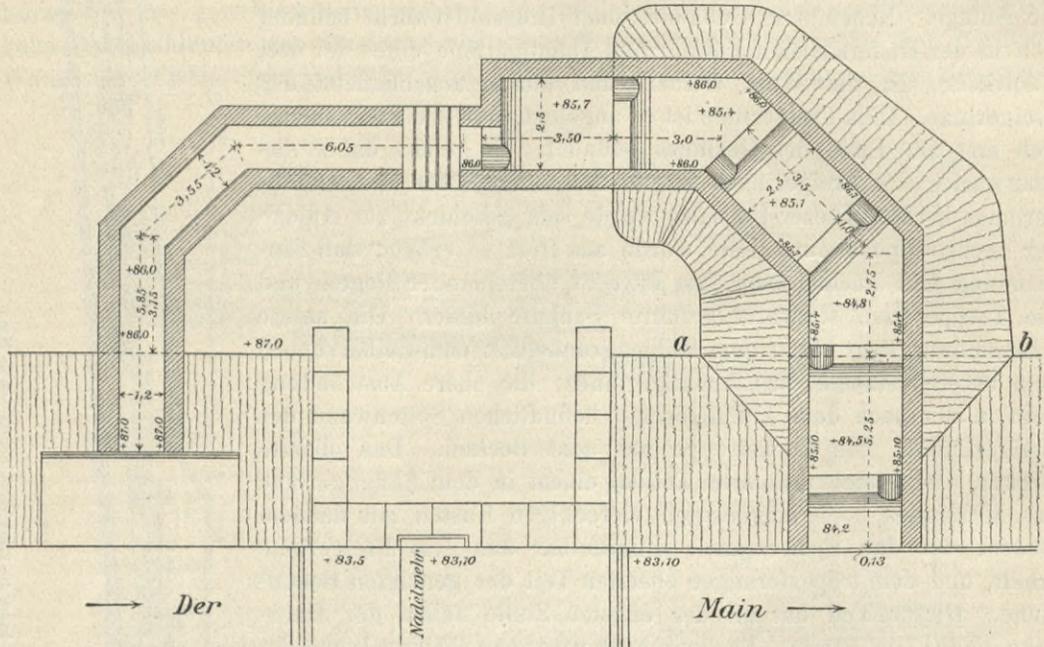


Abb. 461. Grundriß.

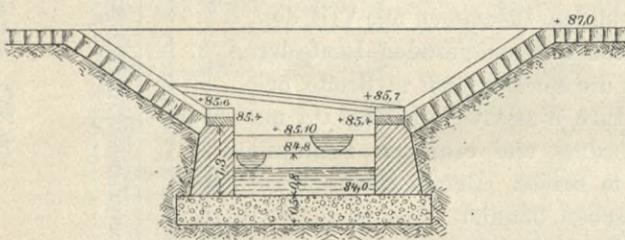


Abb. 462. Querschnitt nach a-b.

einen gleichmäßig geneigten Verlauf — wie bei Höchst — zum Teil einen wagerechten treppenförmig gebrochenen Lauf — wie z. B. bei Kostheim —. In diesem Falle ist die Wassertiefe in den Becken gleichmäßig 0,8 m groß, während sie bei geneigter Sohlenlage an der oberen Sperre auf 0,6 m abnimmt.

Der Wasserzufluß wird durch ein einfaches hölzernes Schütz in dem oberen 1,2 m breiten Zulaufkanal geregelt. Die zufließende Wassermenge ist meist so reichlich, daß die Sperren in ihrer ganzen Breite um 0,1 m überströmt werden. Die Ausströmung aus den Fischwegen ist bei dicht gestellten Nadelwehren ziemlich ruhig. Wenn aber viel Wehrnadeln gezogen sind, so entstehen nicht unbedeutende Wirbelbewegungen, weil sich der Auslauf des Fischweges mit dem Strom durch das Nadelwehr rechtwinklig kreuzt. Um die Fische nach dem Platz zu locken, läßt man bei niedrigem Unterwasser auf etwa 9 m Länge neben dem Fischweg kleine Lücken zwischen den Nadeln offen und vergrößert diese Lücken bei steigendem Unterwasser. Die Fischwege werden vom April bis Ende

Oktober von Stand- und Wanderfischen viel benutzt. Man hat beobachtet, daß die Fische gewöhnlich durch Schwimmen in dem Einschnitt emporsteigen, seltener durch Sprung. Die Kosten eines Fischweges haben 4233—6923 M. betragen.

§ 31. Lachstrecken mit Sperren und Schlupföffnungen. Da an den Fischwegen mit Sperren und oberen Einschnitten die Fische, wenn es die Wasserverhältnisse nur irgend gestatten, vorziehen, die Stufen durch Schwimmen und nicht durch Springen zu nehmen, also den Fischen die Überwindung der Hindernisse durch Schwimmen offenbar angenehmer und weniger anstrengend ist als durch den Sprung, so hat man gefolgert, daß es sich empfiehlt, die Fischwege von vornherein so anzulegen, daß die Stufen selbst bei jedem Wasserstande durch Schwimmen genommen werden können, d. h.: Lachstrecken mit Sperren und Schlupföffnungen verdienen den Vorzug vor Treppen mit Sperren und Einschnitten.

Abgesehen von den Unterschieden in den Öffnungen für den Abfluß des Wassers ist die Bauart beider Lachstrecken einander gleich. Die Becken erhalten dieselben Größen, dieselben Gefällverhältnisse in den Stufen und ungefähr dieselben Tiefen. Die Treppen mit Schlupföffnungen können sogar unter Umständen weniger Wassertiefe haben als die Becken mit Einschnitten. Denn das Schwimmen kann auch bei geringer, der Sprung dagegen nur bei größerer Wassertiefe ausgeführt werden: der Fisch muß beim Sprung stets mit dem Schwanz gegen das Wasser stützen können, er darf dabei niemals den Boden berühren. Die Schlupföffnungen müssen an der Sohle der Becken liegen, damit sie die Reinigung des Beckens von Schlamm und Sand selbsttätig ausüben. Zur Abhaltung größerer Hindernisse müssen Rechen am oberen Eingang angebracht werden. Die selbsttätige Reinigung des Fischweges ist ein weiterer Vorzug der Schlupföffnungen.

Die ersten Fischpässe mit Sperren und Schlupföffnungen wurden von dem englischen Ingenieur Richard Cail in Newcastle angelegt. Er erfand diese Bauweise im Jahre 1864, sein erster Fischweg wurde aber erst 1872 bei Dinsdale unweit Darlington im Teesflusse erbaut¹⁾.

In Deutschland wurde die erste Lachstrecke mit Sperren und Schlupföffnungen im Jahre 1882 von dem Baurat Meyer in Lingen ausgeführt, und zwar in dem Emswehr bei Listrup-Mehringen, ungefähr 15 km oberhalb Hannekenfähr²⁾. In den Wangen wurden eiserne Nutenschienen eingemauert, welche Sperren aus eichenen Brettern aufnehmen können. Die Entfernung der Sperren beträgt 2,5 m, die Weite des Fischweges 3 m, seine Neigung 1:9. Eine Ansicht des Fischweges zeigt Abb. 452 S. 467. Zwei Jahre später, im Jahre 1884, wurde bei Leibitsch in der Drewenz, 8 km oberhalb ihrer Mündung in die Weichsel nahe der russischen Grenze, eine Fischstrecke mit Sperren und Schlupföffnungen erbaut. Sie enthielt 12 Becken von 2 m Breite und 3 m Länge, die in Ziegeln mit Zementmörtel hergestellt wurden³⁾.

Der bedeutendste und am meisten bekannte deutsche Fischweg mit Sperren und Schlupföffnungen ist der Fischweg an dem Weserwehr in Hameln (Abb. 463—466). Hier teilt sich die Weser nach dem Lageplan Abb. 463 in drei Wasserläufe: in den

¹⁾ Abbildung und Beschreibung dieses ersten Fischweges von Cail, sowie eine Darstellung über die weitere Entwicklung der Cailschen Treppen mit teilweisen Mißerfolgen findet sich in des Verf. „Fischwegen und Fischteichen“ 1904, S. 45—48.

²⁾ S. Zirkul. d. Deutsch. Fisch.-Ver. 1889 S. 9.

³⁾ Eine Abbildung enthält das Zirkular d. Deutsch. Fisch.-Ver. 1885 S. 11.

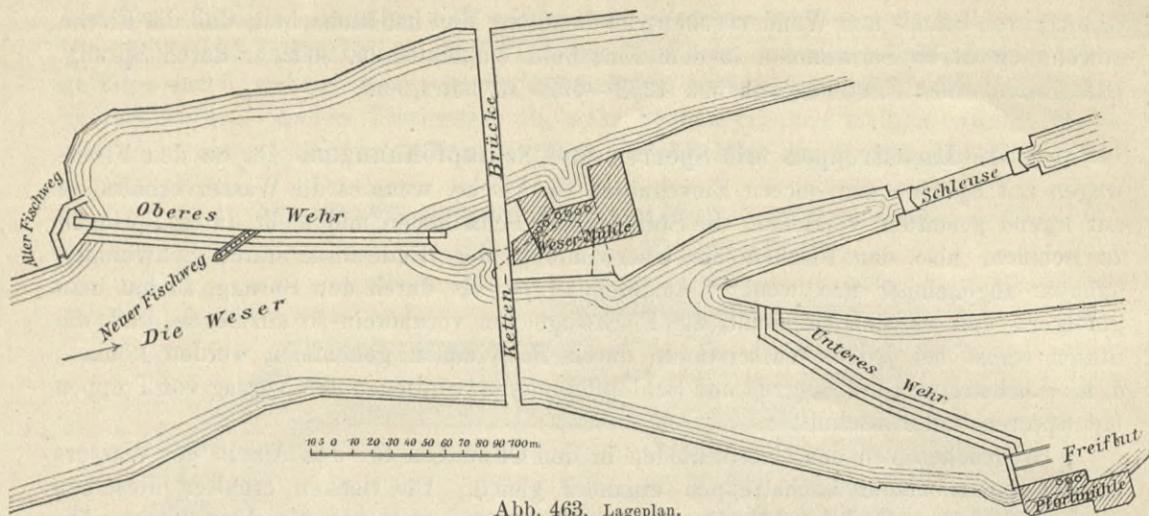


Abb. 463. Lageplan.

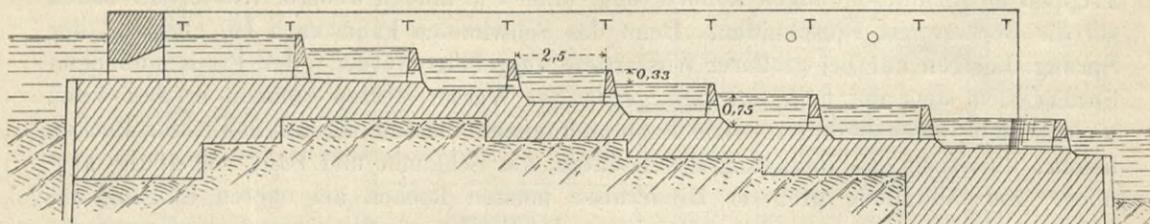


Abb. 464. Längenschnitt.

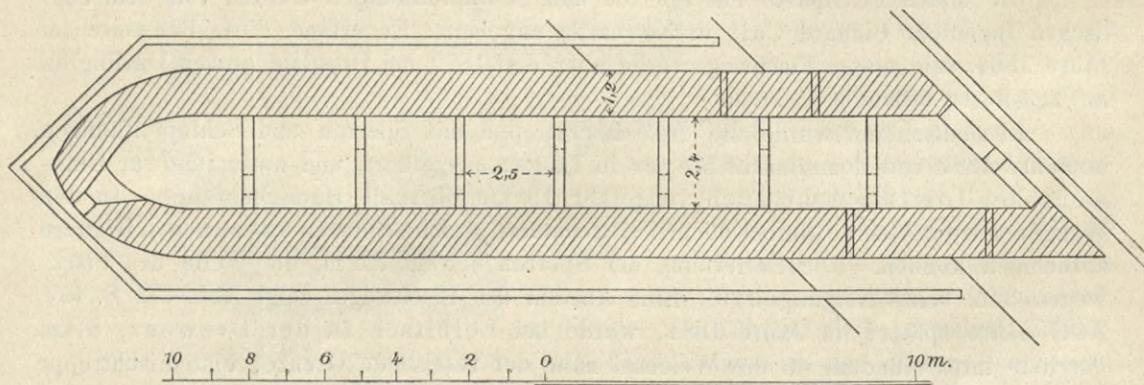


Abb. 465. Grundriß.

Abb. 463—466.

Fischweg in der Weser bei Hameln.

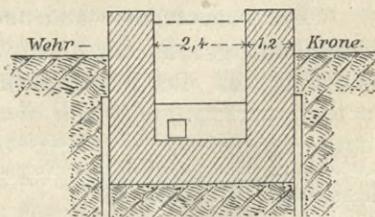


Abb. 466. Querschnitt.

Wasserlauf des oberen Wehres, des unteren Wehres und des Schiffahrtskanals mit der Schleuse. Beide Wehre liegen schräg zum Fluß. An der untersten Stelle des unteren Wehres liegt eine Freiflut mit einem Mühlgerinne. Ein zweites Mühlgerinne — das der großen Wesermühle — liegt auf der Insel zwischen dem oberen Wehr und dem Schleusenkanal. Am oberen Ende des oberen Wehres befindet sich ein alter Fischweg. Da dieser aber von den Fischen nicht genommen wurde, so erbaute man inmitten des oberen Wehres schräg gegen die Wehrrichtung, aber in der Richtung des Stromlaufes, im Jahre 1887 einen neuen Fischweg. Er ist nach den Abb. 464—466 in Zementkiesbeton ausgeführt worden; nur die dem Eisgange ausgesetzten Teile der Wangen, ihre Abdeckungen und Eckbekleidungen bestehen aus Sandsteinquadern.

Der Fischweg enthält 8 Becken von 2,4 m Breite, 2,5 m Länge und 0,75 m Tiefe. Die Höhe eines Abstieges beträgt 0,33 m. Die Sohlen der Becken liegen wagerecht, die Sohle des höchstens Beckens befindet sich ungefähr 1,5 m über der Flußsohle, eine Verunreinigung des Fischweges durch Sinkstoffe tritt daher kaum ein. Die Sperren sind in Beton ausgeführt. Die Kanten der Schlupflöcher sind abgerundet, um die Zusammenpressung des Wassers an diesen Stellen zu ermäßigen und Beschädigungen der Fische zu verhüten. In den unteren fünf Sperren sind die Schlupflöcher 35 · 35 cm, in den beiden folgenden 35 · 51 cm und in der Austrittsöffnung 35 · 55 cm groß. Zum Schutz gegen Eisgang und Diebstahl ist der Paß mit einem Rost von T-Eisen abgedeckt.

Die Speisung des Fischweges macht keine Schwierigkeiten. Denn da genügend Wasser vorhanden ist, so kann der Paß fast während des ganzen Jahres offen stehen. Nur wenn das Oberwasser bis 2,25 m a. P. sinkt und der Wehrrücken trocken liegt, wird der Fischweg durch ein Schütz geschlossen. Das ist zu dieser Zeit zulässig, weil dann der Aufstieg von Fischen ohnehin nicht stattfindet. Um die Fische in das unterste Becken durch reichliche Speisewassermengen zu locken, ist jede Seitenwange des Fischweges mit zwei Röhren ausgestattet, die bei höheren Wasserständen der Weser das Wasser in den Fischpaß fließen lassen (s. Abb. 464 u. 465).

Die Kosten des Fischweges haben 21130 M. betragen. Er wurde schon wenige Stunden nach seiner Fertigstellung im September 1887 von Lachsen benutzt. Außerdem wird er aber auch von zahlreichen Standfischen in Anspruch genommen. Regelmäßig im Frühjahr bevölkern ihn Barben, Weißfische, Barsche, Aale und andere Fische in dichten Mengen. Sie schwimmen fast ausnahmslos durch die Schlupflöcher. Die scharfen Strömungen in den Öffnungen der unteren Sperren bereiten ihnen aber Schwierigkeiten; sie ruhen darum längere Zeit im Schutz der Sperren aus, und gebrauchen mehrere Stunden, um den Paß zu durchschwimmen. Zur Aufhebung der Gegenströmung in den Schlupföffnungen wurden später Schutzbretter angebracht¹⁾ (s. die Abb. 468 S. 475).

Die Fischwege in den Wehren des Dortmund-Ems-Kanals²⁾ haben gleichfalls Sperren mit Schlupföffnungen. Sie haben Becken von 2,5 m Breite und 2,5 m Länge, sowie 0,8 m Wassertiefe. Die hölzernen Sperren sind 0,7 m hoch und enthalten Schlupflöcher von 30 cm Breite und 30 cm Höhe. Die Stufenhöhe beträgt 0,3 m. Die Sohlen der Becken liegen wagerecht und bestehen aus Pflaster auf Stampfbeton. Wie im Hamelner Fischweg wurden auch hier Schutzbretter neben den Schlupföffnungen angebracht. Zur Speisung ist $\frac{1}{3}$ cbm Wasser erforderlich.

1) Zentralbl. d. Bau-Verw. 1890, S. 462.

2) Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 576 und 579.

daher die Schlupföffnungen in den unteren Sperren kleiner sein als in den oberen. Haben die Öffnungen überall dieselbe Größe, so gleicht sich der Einfluß der zunehmenden Wassergeschwindigkeit in dem Fischweg dadurch selbsttätig aus, daß die Gefälle der Stufen sich anders einstellen, als sie berechnet waren: die Gefälle der unteren Stufen werden geringer, die der oberen dagegen größer; denn bei jeder Stufe fließt dieselbe Wassermenge durch die Schlupföffnung. Hierdurch aber entsteht die Gefahr, daß die Wassertiefe in den Becken zu gering wird. Es ist daher besser, der Zunahme der Wassergeschwindigkeit durch eine Verkleinerung der Schlupföffnung zu begegnen. Im allgemeinen genügt es, wenn jede folgende Schlupföffnung entweder in der Breite oder in der Höhe um 1 cm geringer ist als die vorhergehende.

Die Schlupföffnungen sind stets an der Sohle der Becken anzubringen, damit sie sicher unter Wasser liegen und außerdem dazu beitragen können, die in den Fischweg etwa eingetriebenen Sand- und Kiesmassen bis in das Unterwasser abzuführen. Sie sind auch stets versetzt anzuordnen, um die lebendige Kraft des Wassers möglichst aufzuheben.

In den Schlupföffnungen hat der Fisch die stärkste Strömung des Fischweges zu überwinden. Damit hier die Fische nicht ohne Not ermüden, müssen die Sperren möglichst dünn hergestellt werden. Sie werden daher am besten aus Betonplatten oder Brettern gefertigt. Werden sie aus Mauerwerk oder Werksteinen hergestellt, so daß eine gewisse Dicke erforderlich ist, so müssen die Schlupföffnungen einen trapezförmigen Querschnitt erhalten.

Neben den Schlupföffnungen sind stets dünne Schutzbretter anzubringen (vgl. Abb. 467—469). Das Wasser beschreibt in den Becken kreisförmige Bewegungen. Fehlt das Schutzbrett (Abb. 467), so erhält der von unten in das Becken schwimmende Fisch in dem Augenblick, in welchem er durch die Öffnung schlüpft, plötzlich einen heftigen Stoß von der Seite. Der Stoß erschreckt ihn, wirft ihn gegen die entgegengesetzte scharfe Kante der Schlupföffnung, beschädigt ihn vielleicht, und macht ihn zweifellos unruhig und ängstlich in der weiteren Verfolgung des Fischweges. Kurze Ansatzbretter neben den Schlupföffnungen nach Abb. 468

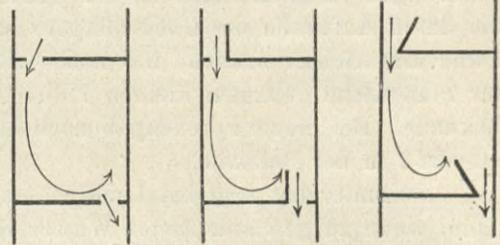


Abb. 467. Abb. 468. Abb. 469.
Abb. 467—469. Schutzbretter an den Schlupföffnungen.

schützen den Fisch vor solchen Schlägen, sie sind daher von großem Nutzen. Verfasser empfiehlt, diese Schutzbretter nach Abb. 469 schräg gegen die Sperren dicht neben die Schlupföffnungen zu stellen. Es wird dadurch der Schlag ebenso verhütet wie bei Abb. 468, aber der Vorteil gewonnen, daß die enge Stelle, in der die größte Wassergeschwindigkeit vom Fisch überwunden werden muß, kürzer wird. Außerdem ist es nötig, die Schlupföffnung bündig an die Wange des Fischweges zu legen, jedes Hervortreten der Sperre an dieser Seite zu vermeiden, damit die Fische, die immer nach der Wangenseite gedrückt werden, sicher vor Beschädigungen sind. Die Schutzbretter werden 0,6—0,7 m lang aber nur so hoch hergestellt, wie die Schlupföffnungen selbst hoch sind.

Die letzte Sperre, die den Fischweg von dem Unterwasser trennt, muß abweichend von den übrigen Sperren behandelt werden. Der Fisch muß hier nicht allein bei jedem Wasserstande einschwimmen können, ohne zum Sprung genötigt zu sein, sondern es darf auch in der Ausströmungsöffnung keine übermäßig große Geschwindigkeit herrschen,

die den Fisch abhalten könnte, den Weg zu nehmen. Ein breiter Strahl von mäßiger Kraft ist hier besser als ein dünner Strahl von großer Kraft. Daher sind in der Tabelle S. 474 für die unterste Schlupföffnung besondere größere Abmessungen angegeben.

Die Seitenwangen des Fischweges sind so hoch anzulegen, daß das Wasser niemals überschlagen und verloren gehen kann. Dazu gehört eine Höhe von 0,12 bis 0,20 m über den höchsten Wasserspiegel der Becken. Eine größere Höhe ist nicht erforderlich, auch nicht zu empfehlen, weil zu hohe Seitenwände den Fischweg verdunkeln, und dunkle Fischwege nicht gern benutzt werden. Aus demselben Grunde ist auch eine Abdeckung der Lachsweg nicht am Platze. Es ist im Gegenteil mit besonderer Sorgfalt darauf zu achten, daß Licht und Luft in den Fischweg gelangt. Vor allen Dingen ist dies für das unterste Becken nötig, in welches der Fisch zuerst eintritt. Krümmungen im Fischwege sind möglichst zu vermeiden. War eine Krümmung nötig, so muß die Unbequemlichkeit, welche sie dem Fisch bringt, durch Anlage eines größeren Ruheplatzes oder eines größeren Beckens ausgeglichen werden. Nirgends dürfen scharfe Ecken oder Kanten auf dem Wege vorkommen, den der Fisch im Paß zurückzulegen hat. Alle Ecken und Kanten sind gut abzurunden. Im übrigen sind aber alle inneren Wände des Fischweges, alle diejenigen Teile, die vom Fisch nicht berührt werden, möglichst rauh zu halten, um die Geschwindigkeit des Wassers tunlichst zu schwächen.

§ 32. Speisung der Fischwege. Wechsel des Ober- und Unterwassers. Die Menge des Speisewassers richtet sich nach der Größe des Passes und der Größe der Fische. Die großen Lachspässe gebrauchen 0,25—0,33 cbm in der Sekunde. Bei den Fischwegen für Standfische ist der Wasserverbrauch geringer: er beträgt für Lachspässe, die durch Aufheben des Überschlagens an den Sperren für die Benutzung durch Standfische eingerichtet werden, nur noch 0,12—0,20 cbm und verringert sich für einen nur für Standfische gebauten kleinen Paß nach Abb. 481—483 (S. 485) auf 25—30 l in der Sekunde. Bei einem Forellenpaß nach Abb. 484—486 beträgt der Wasserverbrauch nur 10—22 l in der Sekunde.

Mitunter hat man bei Lachspässen auch Hilfspeisungen angewandt. Nämlich dann, wenn zu gewissen Zeiten Wasser im Überfluß zur Verfügung stand, hat man diese Wassermengen nicht durch den Paß, sondern neben oder über den Paß hinweg bis an die untere Ausmündung geführt. Man beabsichtigt, durch die kräftigere Speisung den Fisch um so leichter in den Paß zu locken. So hat Landmark beim Ruckanfall eine hölzerne Rinne über den Fischpaß gelegt, deren Boden mit zwei Reihen von Löchern versehen ist, und die hierdurch die dem Oberwasser entnommenen neuen Wassermengen bis nahe an die untere Ausmündung leitet¹⁾. Auch bei dem Fischwege in dem Weserwehr bei Hameln hat man, wie Abb. 464 und 465 (S. 472) zeigen, Röhren in den Seitenwänden angebracht, um die Ausmündung kräftiger speisen zu können. Etwas Ähnliches wurde an den Fischwegen der oberen Oder ausgeführt. Bei den Schrägpässen (vgl. § 29, S. 464) wird durch das Überfallen des Wassers über die Wehrkrone Speisewasser in den unteren Teil des Fischweges gebracht, das den oberen Teil nicht durchflossen hat: auch dies Wasser wirkt als Hilfspeisung wie das Wasser aus den Röhren.

Bei jedem Fischwege ist die obere Ausmündung zugänglich zu machen und mit Schützen zu versehen. Mit Hilfe dieser Schützen kann die eintretende Wassermenge geregelt und der Fischweg auch ganz geschlossen werden. Dies ist bei Hochwasser

¹⁾ S. H. Keller, Fischwege S. 26 und Fig. 47 S. 57.

nötig, um eine Durchflutung des Fischweges, das Absetzen von Schotter und Kies zu vermeiden. Auch die Reinigung des Fischweges wird durch die Absperrung erleichtert. Die Zahl der Schützen, welche am oberen Abschluß anzubringen sind, hängt von dem Wasserwechsel und der Wasserführung ab. Je höher das Wasser ansteigt, je größer die Wassermenge wird, um so mehr muß die Öffnung verkleinert werden, während sie bei abnehmendem Wasser zu vergrößern ist.

Wenn die Wasserstände im Unterwasser wechseln, so erfolgt der Ausgleich der Wasserstände in dem Fischweg von selbst. Denn weil immer dieselbe Wassermenge von einem Becken in das andere und in das Unterwasser fließt, so hebt sich mit dem Wasser im Fluß auch selbsttätig das Wasser in dem untersten Becken (vgl. Abb. 470). Der Durchflußquerschnitt des Wassers nach dem Unterwasser in der hoch geführten Abschlußwand bleibt derselbe; es muß daher, sobald die Wassermenge sich gleichfalls nicht ändert, der Unterschied der Wasserspiegel zwischen dem letzten Becken und dem Unterwasser unverändert bleiben. In genau gleicher Weise veranlaßt das Heben des Wasserspiegels in dem untersten Becken ein entsprechendes Ansteigen des Wassers in dem darauf folgenden Becken; denn dieselbe Wassermenge fließt durch dieselbe Schlupföffnung, sie muß dies also auch unter derselben Druckhöhe tun. Das Ansteigen des Wasserspiegels im vorletzten Becken veranlaßt aber ein Ansteigen in dem folgenden und

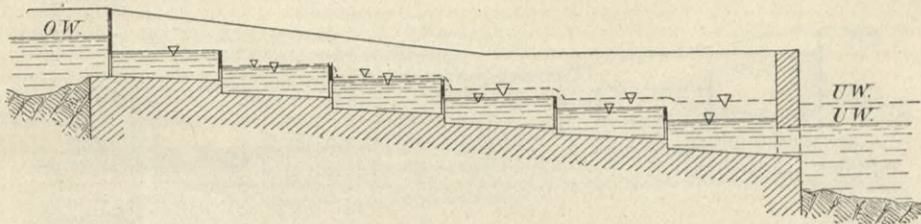


Abb. 470. Selbsttätiger Ausgleich der Wasserspiegel in den Becken bei steigendem Unterwasser.

so fort. So lange setzt sich in dieser Weise das Steigen der Wasserspiegel in den einzelnen Becken fort, bis das Wasser über die Sperren schlägt. Sobald dies geschieht, wird der Querschnitt des abfließenden Wassers vergrößert, die Druckhöhe oder der Wasserunterschied zwischen zwei Becken verringert. Setzt sich die Erhöhung der Wasserspiegel bis zum Oberwasser fort, so tritt hier durch das Ansteigen des Wassers eine Verringerung der Druckhöhe und damit der Durchflußgeschwindigkeit und Durchflußmenge ein. Es ergibt sich, daß jede Änderung der Unterwasserhöhe sich in dem Fischwege selbsttätig bis zum Oberwasser ausgleicht. Es ist nur darauf zu achten, daß die Abschlußwand des Fischweges bis zum höchsten Unterwasserstande des Flusses geführt ist, damit der Fisch den unteren Zugang bei jedem Wasserstande sicher findet.

Ebenso einfach und selbsttätig erfolgt die Regelung des Wasserstandes beim Ansteigen des Oberwassers dann, wenn der Fischweg mit hohen Sperren und großen Schlupföffnungen, also so gebaut ist, daß kein Überschlagen des Wassers über die Sperren stattfindet. Abb. 471 stellt einen solchen Fischweg dar. Steigt das Oberwasser, so nimmt die Druckhöhe des Wassers an der obersten Öffnung zu, und damit die Menge des abfließenden Speisewassers. Hierdurch erfolgt eine schnellere Füllung des ersten Beckens und damit ein Ansteigen des Wassers in diesem Becken selbst. Das Ansteigen hat einerseits eine Zunahme der Wassergeschwindigkeit nach dem folgenden Becken, andererseits aber eine Abnahme der Geschwindigkeit des aus dem Oberwasser zufließenden

Wassers zur Folge. So setzt sich das Ansteigen des Wassers in das zweite Becken fort, während gleichzeitig die Durchflußmenge aus dem Oberwasser sich selbsttätig verkleinert. Auf diese Weise regeln sich die Wasserstände in allen einzelnen Becken von selbst so, daß dieselbe Wassermenge von Becken zu Becken fließt, und die dieser Wassermenge entsprechende Druckhöhe sich überall von selbst einstellt: der Ausgleich der Wasserpiegel in den Becken vollzieht sich selbsttätig.

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß es auch bei Veränderungen des Oberwasser nicht nötig ist, besondere Vorrichtungen zur Regelung des Wasserstandes in den Becken anzubringen, sobald man nicht mit Überschlagwasser an den Sperren rechnet, also die Sperren genügend hoch und die Schlupföffnungen genügend groß herstellt. Man muß sich aber hüten, die Sperren höher anzulegen, als unbedingt geboten ist, denn sie verdunkeln sonst den Fischweg.

Es ist bei dem Entwerfen eines solchen Fischweges folgendermaßen zu verfahren: Sind die Wasserstände im Oberwasser und Unterwasser ermittelt, bei denen der Fischweg wirken soll, so ist die Höhe der Stufen und damit die Zahl der Becken nach dem höchsten Wasserunterschiede, d. i. nach dem höchsten Ober- und dem niedrigsten Unterwasserstande zu berechnen, die während der Fischwanderung herrschen können. Aus der Beckenzahl ergibt sich die Länge und Anordnung des Fischweges im allgemeinen. Nach der

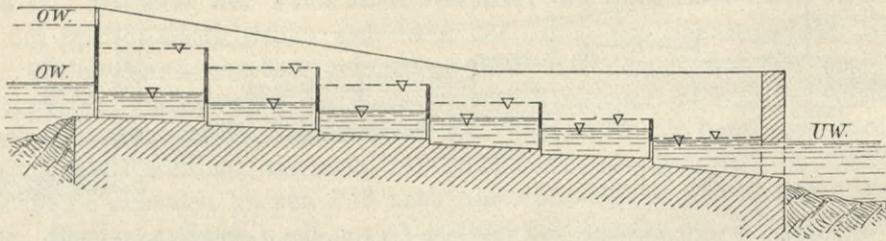


Abb. 471. Selbsttätiger Ausgleich der Wasserspiegel in den Becken bei steigendem Oberwasser ohne Überschlagwasser.

hiermit festgelegten Höhe der Wasserspiegel in den Becken richtet sich die Höhe der Sperren, jedoch mit der Ergänzung, daß im unteren Teile des Fischweges der höchste Unterwasserstand während der Fischwanderung maßgebend wird. Die Wangen müssen diesen Wasserstand um 0,12—0,15 m überragen. Nunmehr wird die Lage der Wasserspiegel in den Becken bei niedrigstem Oberwasser und niedrigstem Unterwasser untersucht, und nach den so gewonnenen Wasserständen die Tiefen der Becken, ihre Sohlenhöhen, die Tiefenlagen der Schlupflöcher und die Gründung des ganzen Fischweges entworfen. Es ist ersichtlich, daß ein solcher Fischweg bei hohen Wasserunterschieden große Steighöhen, bei niedrigen kleine Steighöhen an den Sperren zeigen wird, und daß die Speisewassermengen danach bei hohen Wasserunterschieden größer sein werden als bei niedrigen, was dem Wasservorrat des Flusses auch im allgemeinen entspricht.

Wenn das Oberwasser so erheblichen Schwankungen unterworfen ist, daß bei seinem höchsten Stande die in der Tabelle S. 474 für die Stufengefälle angegebenen Grenzwerte überschritten werden, so genügt der selbsttätige Ausgleich im Oberwasser nicht mehr: es müssen dann besondere Becken mit Hilfssperren eingeschaltet werden. Die Hilfssperren dürfen nur bei höheren Wasserständen in Wirksamkeit treten, bei niedrigem Oberwasser ist ihre Wirkung aufzuheben. Zur Lösung dieser Aufgabe hat Cail Vorschläge gemacht¹⁾.

¹⁾ Vgl. H. Keller, Die Fischwege S. 38 Fig. 15 u. 16.

Diese Vorschläge erfüllen den Zweck nicht. Es ist vielmehr eine Vorrichtung nach Abb. 472 und 473 erforderlich. In der Abflußöffnung bringt man zwei oder drei Schützen von 0,3—0,5 m Breite an. Sind diese Schützen ganz geöffnet, so entsteht kein nennenswerter Stau; der Oberwasserspiegel setzt sich durch das erste Becken bis an die erste Sperre fort. Steigt das Oberwasser so werden die Schützen nach und nach geschlossen, nur ein Schütz bleibt so weit geöffnet, daß sich eine Schlupföffnung von gewöhnlicher Größe bildet. Dann stellt sich an der oberen Abschlußwand das erste Stufengefälle ein. Man kann sonach durch das Schließen der Einlaßschützen einem Wasserwechsel von 30—38 cm begegnen. Beträgt der Wasserwechsel mehr, so genügt der Ausgleich durch die Schützen allein nicht, es muß dann die Hilfssperre nach *a* benutzt werden. Sie besteht aus einem hölzernen Drehtor, das mit einem Schlupfloch versehen ist und eingeschwenkt werden kann. Das Tor muß soweit von der Schützenwand und der nächsten Sperre entfernt sein, daß zwei genügend lange Becken entstehen. Das Schlupfloch muß 40·45 cm groß sein. Ein solches Tor vermag einen Aufstau von 30—38 cm Höhe zu erzeugen. Schützen und Drehtor zusammen können sonach einen Wasserwechsel im Oberwasser von 0,60—0,76 m begegnen. Ist der Wasserwechsel größer, so muß ein zweites Drehtor eingebaut werden. Jedes Drehtor verlängert den Fischweg um eine Beckenlänge.

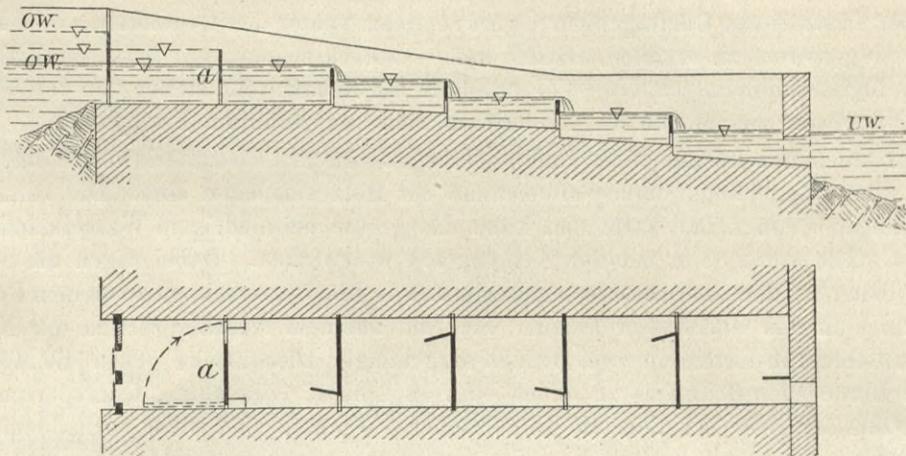


Abb. 472 u. 473. Ausgleich bei steigendem Oberwasser durch Hilfssperren.

§ 33. Fischpässe mit Gegenstrom. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Kraft des abwärts fließenden Wassers zur Verminderung seiner Geschwindigkeit in dem Fischweg zu benutzen. Man suchte durch eigenartige Zuleitungskanäle einen Gegenstrom in dem Fischweg zu erzeugen. Die Lösung ist schwierig, denn es kommt darauf an, in dem Fischpaß bei verhältnismäßig steiler Lage und geringer Wasserführung eine genügend große Tiefe zu erhalten. Der Amerikaner Mac Donald, der Franzose Caméré und neuerdings der Belgier Denil haben sich eifrig mit dieser Aufgabe beschäftigt.

Der Fischweg von Mac Donald, Commissioner of Fisheries in Virginia, hat seiner Zeit Aufsehen erregt. Er veröffentlichte den Grundgedanken seiner Erfindung 1884¹⁾.

¹⁾ A new system of Fishway Building by Marshall Mc Donald. Washington 1884.

Report of Marshall Mc Donald, submitting plans and specifications of the Fishway for the Great Falls of the Potomac River. United States Fish Commission 1884.

Annual Report of the Commissioner of Fisheries for Virginia 1883. Richmond 1884.

Wir verweisen auf die Erläuterungen und bildlichen Darstellungen in der dritten Auflage dieses Handbuchs III. Band 1. Abt. 1. Hälfte S. 324 Fig. 77 sowie im Zentralblatt der Bauverwaltung 1885 S. 275. Mac Donald versuchte, das in dem Fischweg abfließende Wasser durch besonders geführte Kanäle abzufangen, und in demselben Fischweg an einer etwas tieferen Stelle entgegen der Strömung wieder einzuleiten. Es gelang ihm, durch lärmende Anpreisungen viele Leute für den Gedanken einzunehmen, und die Ausführung von Fischwegen in Amerika, England und auch in Deutschland durchzusetzen. Alle diese Anlagen haben sich auf die Dauer nicht bewährt. Die größte Anlage, die bei den Potomacfällen in Maryland, deren Entwurf H. Keller¹⁾ mitteilt, wurde gleich nach der Ausführung 1886 durch Bruch des Hochwasserschutzdammes zerstört. Nach diesen Mißerfolgen versuchte es Mac Donald mit einer Änderung: Er entwarf den Fischweg so, daß das Wasser in wagerechter Richtung unter der Wirkung besonderer Führungseisen einen Gegenstrom ausüben sollte. Solche Fischwege wurden für die zerstörten Werke an den Potomacfällen entworfen²⁾, sind aber hier nur Entwurf geblieben. Dagegen kamen sie versuchsweise zur Ausführung in Amerika, sowie in Deutschland bei Kalbe a. d. Saale. Der Erfolg ist auch hier ausgeblieben. Es dürfen danach die Mac Donaldschen Fischpässe, die viel Aufsehen und Kosten hervorgerufen haben, als abgetan gelten.

Der französische Cheffingenieur Caméré nahm später den Gedanken, einen Fischweg mit Gegenstrom zu erbauen, wieder auf — wie es scheint, mit besserem Erfolge³⁾. Die beigelegten Abbildungen 474—477 erläutern die Bauart. Sie stellen den von Caméré in dem Nadelwehr bei Martot an der unteren Seine ausgeführten Fischpaß dar.

Zwischen den Böcken eines Nadelwehres ist eine aus Eisenblech und Winkeleisen gebaute Rinne eingehängt, deren Seitenwände mit Holz verkleidet sind. Die Rinne hat 10,3 m Länge, 0,9 m lichte Weite und kann das größte bei niedrigem Wasserstande eintretende Gefälle von 2,83 m mit der Neigung 1:4 überwinden. Dabei ragen die Seitenwände 1,10 m über den Oberwasserspiegel empor. Die Rinne erstreckt sich von dem Fuß des Nadelwehres in das Oberwasser hinein. Sie ruht auf dem Anschlagrücken der Nadeln und ist außerdem in Ketten an zwei Böcken aufgehängt. Diese Böcke geben die Möglichkeit, die Rinne nach Bedürfnis zu heben oder zu senken. Einbauten, Quersperren oder Zuleitungskanäle, wie bei dem Mac Donaldschen Fischpaß, sind nicht vorhanden. Die Rinne bietet sonach bei den vollkommen geschlossenen Seitenwänden dem am oberen Ende eintretenden Wasser einen geraden Lauf dar, der von dem Fisch im entgegengesetzten Sinne geraden Weges durchschwommen werden muß. Eine Abdeckung ist nicht vorhanden, nur Quereisen dienen oben zum Zusammenhalten der Wände.

Um die Geschwindigkeit des abwärts fließenden Wassers zu mäßigen, wurden in dem aus Eisenblech gebildeten Boden der Rinne 18 Öffnungen hergestellt. Diese Öffnungen haben nur 2 cm Weite, erstrecken sich indessen über die Rinne in ihrer vollen Breite. Sie sind überall gleich groß, ihre Entfernung nimmt aber von oben nach unten zu, und zwar ungefähr in demselben Verhältnis, in welchem ihre Druckhöhen zunehmen. An der unteren Seite sind die Öffnungen mit Winkeleisen versehen, deren Schenkel unter 45° stehen (vgl. Abb. 477). Diese Winkeleisen sollen zur besseren Einleitung des Außenwassers in den Fischweg dienen. Der Fischweg wird daher nicht allein von oben,

1) H. Keller, Die Fischwege S. 60 u. 61.

2) S. d. Abb. im Zentralblatt d. Bau-Verw. 1888, S. 511.

3) Vgl. die Mitteilungen des Verfassers im Zentralblatt d. Bau-Verw. 1901, S. 622.

sondern auch durch alle 18 Spaltöffnungen von unten her gespeist. Die Öffnungen zusammen bieten 0,324 qm Querschnitt. Diese Größe kann aber geändert werden. Ober-

Abb. 474—477. Fischweg von Caméré.

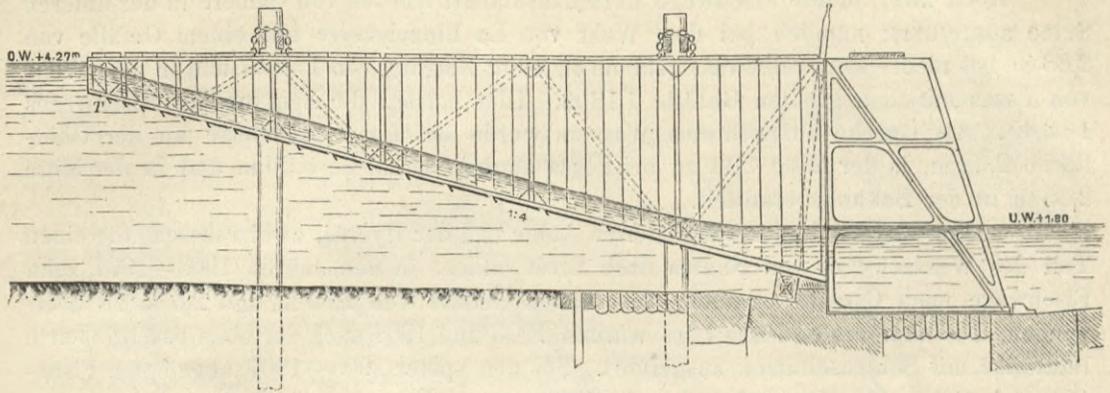


Abb. 474. Längenschnitt.

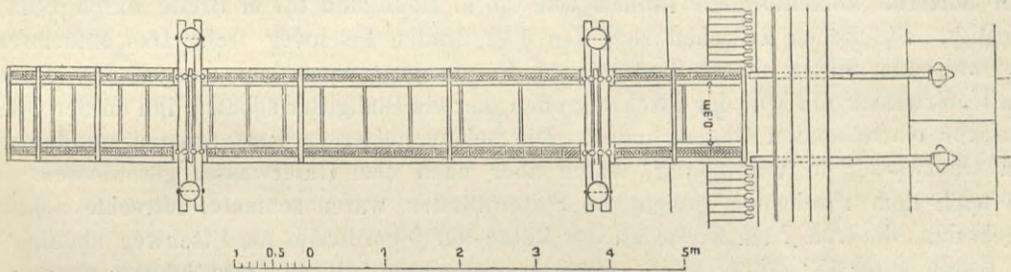


Abb. 475. Grundriß.

halb der Winkeleisen befinden sich nämlich auf dem Boden der Rinne über den Spaltöffnungen schmale, 7 cm breite, 4 mm dünne Deckplatten aus Eisenblech, die durch je zwei Klemmschrauben gehalten werden. Diese Klemmschrauben gestatten ein Überschieben der Platten über die Öffnungen und dadurch die Möglichkeit, einzelne Spaltöffnungen zur Erzielung des gleichmäßigen Wasserabflusses zu verkleinern oder auch gänzlich zu schließen. Das durch die Schlitze in den Fischweg von unten nach oben eindringende Wasser verzögert den Wasserabfluß auf der Sohle und damit auch inmitten der Rinne. Es versucht gleichsam, flüssige Sperren oder Querwände zu errichten, die das Wasser aufhalten und seine Geschwindigkeit ermäßigen. Dies gelingt aber nur bis zu einem gewissen Grade; denn die Erfahrung hat gezeigt, daß die Geschwindigkeit des Wassers doch noch recht groß ist. Sie betrug in dem Fischweg von Martot an der Oberfläche 2,54 m und im Mittel 2 m. Die Wassertiefe war dabei 0,35 m. Da aber die Fische nur schwimmen, nicht springen, und einen

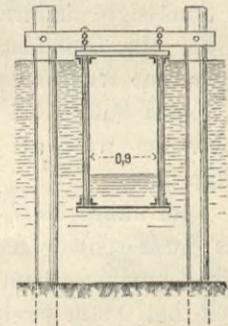


Abb. 476. Querschnitt.

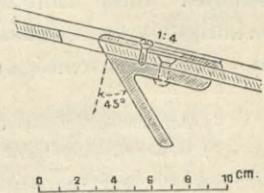


Abb. 477. Spaltöffnung in der Sohle.

geraden Weg ohne Hindernisse durchlaufen, so genügt diese geringe Tiefe. Der Wasserverbrauch berechnet sich auf ungefähr 0,63 cbm in der Sekunde. Der Fischweg bei Martot wurde im November 1895 fertiggestellt. In demselben Monat wurde durch Vorhängen eines Netzes am oberen Eingang seine Brauchbarkeit untersucht und bestätigt.

Noch zwei andere Fischwege derselben Bauart wurden von Caméré in der unteren Seine ausgeführt: nämlich bei dem Wehr von La Blancheterre mit einem Gefälle von 2,83 m bei niedrigstem Ebbwasserstande in einer Neigung von 1 : 3,57 und in dem Wehr von Poses mit dem größten Gefälle 4,18 m. Hier beträgt die Neigung des Fischweges 1 : 3,45. Als Geschwindigkeit des Wassers wurde bei La Blancheterre an der Oberfläche 2,62 m, in der Mitte 2,11 m, bei Poses an der Oberfläche 3,30 m und in der Mitte 2,35 m in der Sekunde ermittelt.

Später wurden in der kanalisierten Aulne und der Hyères, zwei Flüssen, die einen Teil des Wasserweges von Nantes nach Brest bilden, in den Jahren 1903—1907 zehn Fischwege nach Caméré erbaut¹⁾. Sie haben Gefälle von 1,95 m und 2,5 m zu überwinden. Die fünf ersten Fischwege wurden 1903 und 1904 nach der oben beschriebenen Bauweise mit Sohlenschlitzen ausgeführt. Bei den später 1905—1907 angelegten Fischwegen hat man die Bauart in folgender Weise verändert:

Auf einem massiven Unterbau, dessen Oberfläche die Neigung 1 : 5 erhielt, wurden zwei hölzerne kastenförmige Rinnen von 0,6 m Höhe und 0,7 m Breite durch Bolzen befestigt. Sie ließen zwischen sich den 1 m breiten Fischweg frei. Das Mauerwerk des Unterbaues bildete sonach die Sohle des Fischweges. Nach dem Oberwasser wie nach dem Unterwasser hin war der Fischweg offen, nur ein Stabgitter schützte ihn an der Oberseite vor eintreibenden Gegenständen. Die beiden hölzernen Kastenrinnen standen mit dem Oberwasser in Verbindung, waren aber nach dem Unterwasser geschlossen. In den nach dem Fischwege gerichteten Seitenwänden waren schmale, lotrechte Schlitze angebracht, die von 7 cm Breite an der Rinne auf 5 cm Breite am Fischweg abnahmen. Sie waren unter 45° schräg nach aufwärts geschnitten. Durch diese Schlitze drang das unter dem Druck des Oberwasser stehende Wasser aus den Kastenrinnen in den Fischweg und ermässigte dadurch die Geschwindigkeit des hier abfließenden Wassers. Es wurde also der Mac Donaldsche Grundsatz, durch besondere Führungen das in den Fischweg eingetretene Wasser zur Erzeugung des Gegenstromes zu verwenden, neu aufgenommen. Die Kosten hatten bei 1,95 m Gefälle 2000 *M*, bei 2,5 m 2400 *M* betragen. Auch diesen Fischwegen wird als Erfolg eine Zunahme der Lachsfänge in der Aulne und Hyères nachgerühmt.

Im Jahre 1907 wurde bei Angleur in Belgien an der Mündung der Ourthe in die Maas ein Fischweg nach der älteren von Caméré angegebenen Bauart mit 24 schrägen Sohlenschlitzen erbaut. Der Fischweg hat ein Gefälle von 3,5 m zu überwinden und erhielt bei 0,9 m Breite die Neigung 1 : 4. An diesem Fischwege beobachtete der Erbauer, Oberingenieur Denil, Wassergeschwindigkeiten am Auslauf von 5,8 m/sek. Er versuchte, durch Einbauten von Sförmig ausgearbeiteten hölzernen Rippen die Geschwindigkeit zu ermässigen. Die Versuche haben nach seinem Berichte²⁾ Erfolg gehabt. Die Geschwindigkeit wurde auf 3,15 m und später auf 2,42 m verringert. Fang-

¹⁾ Annales des Ponts et Chaussées 1908 IV. S. 133.

²⁾ G. Denil, Ingénieur principal des Ponts et Chaussées. Les échelles à poissons et leur application aux barrages de Meuse et d'Ourthe. Bruxelles 1909. Extrait des Annales des travaux publics de Belgique, Avril 1909.

G. Denil, Les échelles hydrauliques 1909.

ähnliches Geräusch für erforderlich. Untersuchungen mit verschiedenen Neigungen hatten das überraschende Ergebnis, daß die mittlere Geschwindigkeit des Wassers sich nur wenig verändert, so lange die Neigung der Rinne 40—45° nicht übersteigt. Erst bei steileren Neigungen soll die Geschwindigkeit stärker zunehmen. Hieraus folgert Denil, daß es unbedenklich sei, seinem Fischweg eine Neigung bis nahezu 45° zu geben. Die Beobachtungsergebnisse über die Veränderung der Speisung und Wasserführung hat er in folgender Tabelle zusammengestellt:

Wasserführung	0,26	0,44	0,57	0,66 cbm/sek.
Mittlere Geschwindigkeit	1,87	2,19	2,48	2,42 m
Wassertiefe	0,24	0,35	0,40	0,47 m

Hiernach hat Denil den in Abb. 478—480 dargestellten Fischweg entworfen. Die S-förmigen hölzernen Rippen sind 0,15 m hoch und stehen in 0,5 m Entfernung. Sie wurden auf der Sohle nicht quer angebracht, sondern von den Seiten schräg aufwärts geführt, so daß sie im Grundriß einen aufwärts gerichteten stumpfen Winkel bilden. Der Fischweg hat die steile Richtung 1 : 1,5. Es bleibt abzuwarten, ob eine so weit gehende Neigung wirklich zulässig ist. Dies dürfte unseres Ermessens nur dann der Fall sein, wenn es sich um ein geringes Wehrgefälle und um das Aufsteigen kräftiger Fische wie der Lachse handelt. Aber bei einem größeren Wehrgefälle oder bei der Notwendigkeit, nicht allein Lachse sondern auch Standfische aufwärts zu führen, dürfte die Anwendung einer schwächeren Neigung sich empfehlen. Wir möchten dann von der Neigung 1 : 4 nicht abweichen. Die ganze Bauart des Denilschen Fischweges hat aber den Vorzug großer Einfachheit und Wohlfeilheit. Es ist erwünscht, wenn Versuche mit diesem Fischweg auch in Deutschland angestellt werden¹⁾.

§ 34. Pässe für Standfische und Forellen. Wenn weder Lachse noch Meerforellen oder andere große Wanderfische in einem Flußgebiet oder einer Flußstrecke vorkommen, und nach der Beschaffenheit des Wassers und des Flußgrundes keine Aussicht vorliegt, sie durch Aussetzen von Brut etwa heimisch zu machen, so kann es bei der Anlage eines Fischweges in einem solchen Fluß nur darauf ankommen, den vorhandenen Standfischen (vgl. § 26) die Möglichkeit zu bieten, ihren Aufenthaltsort zu ändern. Es wäre nicht angebracht, die hohen Kosten für die Lachswegen aufzuwenden; denn die großen Lachstrepfen sind teuer in der Anlage und Unterhaltung und auch teuer im Wasserverbrauch. Es genügt und ist wirtschaftlicher, sich mit Fischpässen von kleineren Abmessungen und einfacher Bauart zu begnügen. Derartige Anlagen bei unzugänglichen Wehren aber ganz zu unterlassen, wie es häufig geschieht, ist nicht begründet; denn es trägt zur Hebung der Fischzucht, zur Vermehrung der Fische und ihrer Verbesserung nach Größe und Wohlgeschmack bei, ihren Lebensbedürfnissen sowohl für die Nahrungssuche wie für das Laichgeschäft volle Befriedigung zu bieten.

Standfische können zwar, ähnlich den Lachsen, Hindernisse durch Sprung überwinden; es ist aber wie bei den Lachsen vorzuziehen, ihnen das Springen nicht zuzumuten, sondern ihnen die Möglichkeit zu bieten, das Hindernis schwimmend zu nehmen. Aus diesem Grunde ist der beste Fischweg für Standfische die Treppe mit Sperren und Schlupföffnungen. Die im § 31 S. 474 angegebenen Abmessungen für Lachstrepfen müssen der kleineren Fischgröße entsprechend folgende Änderungen erfahren: Für die Länge der Becken genügt als liches Maß 0,8—1 m, für die Breite 0,6—0,8 m, für die Wassertiefe 0,3—0,4 m; das Gefälle der Stufen ermäßigt sich auf 0,10 m, die Größe der Schlupf-

¹⁾ Ein neuerdings in der unteren Havel gemachter Versuch scheint sich zu bewähren.

öffnungen auf 0,15 m Breite und 0,20 m Höhe als Durchschnittsmaß; sie nehmen ab von oben nach unten um 0,5 cm in der Breite oder in der Höhe. Das Gefälle der untersten Stufe vor dem Unterwasser ist auf ungefähr 5 cm zu ermäßigen, und zu dem Zweck die stets unter dem Unterwasser anzordnende Schlupföffnung um 40 v. H. größer zu nehmen als die vorhergehende Schlupföffnung. Die Neigung eines solchen Fischpasses beträgt 1 : 8 bis 1 : 11.

Man wird derartige kleine Pässe gewöhnlich der Wohlfeilheit wegen aus Holz herstellen (vgl. Abb. 481—483). Es ist selbstverständlich auch zulässig, je nachdem es die Umstände erfordern, eine andere Bauweise, z. B. die der Schrägpässe, anzuwenden.

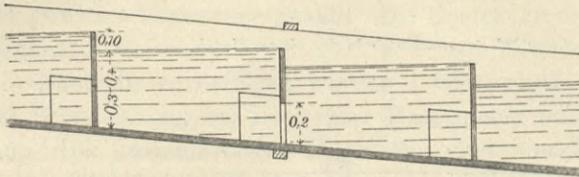


Abb. 481. Längenschnitt.

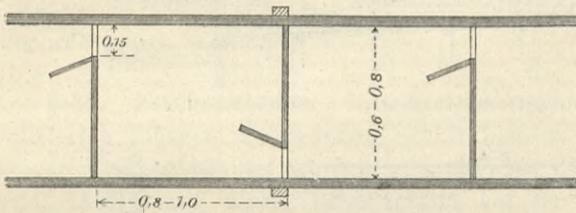


Abb. 482. Grundriß.

Abb. 481—483. Paß für Standfische.

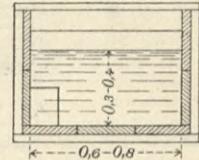


Abb. 483. Querschnitt.

Wenn in den oberen Gebieten der Flußläufe nur Forellen oder den Forellen ähnliche kleine Fische vorkommen und an den Wehren vorüber zu führen sind, so können die Abmessungen der Pässe noch weiter verringert werden. Es genügt dann, schmale hölzerne Fischwege nach Abb. 484—486 mit nachstehenden Abmessungen anzu-

Abb. 484—486. Forellenzaß.

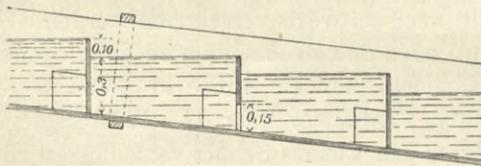


Abb. 484. Längenschnitt.

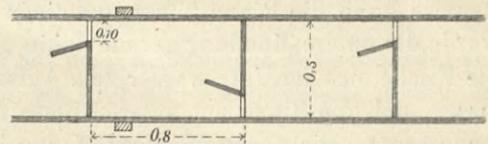


Abb. 485. Grundriß.

legen: Länge der Becken 0,6—0,8 m; Breite der Becken 0,4 bis 0,6 m; Wassertiefe in den Becken 0,25—0,35 m; Gefälle der Stufen 0,10 m; Größe der Schlupföffnungen 0,10 bis 0,15 m breit und 0,10—0,18 m hoch; Gefälle der untersten Stufe 0,05 m und dem entsprechend Vergrößerung der Schlupföffnung in der untersten Abschlußwand um 40—50 v. H.

Auch in solchen Flüssen, wo keine Forellen vorkommen, können derartige kleine Fischwege sehr wohl angebracht sein, und dies um so mehr, als solche Fischwege sehr wohlfeil sind. So waren bei Regow-



Abb. 486. Querschnitt.

schleuse in der oberen Havel unterhalb Bredereiche von dem Schleusenmeister junge Aale im Unterwasser der Freiarche beobachtet worden, die vergebens aufzusteigen suchten. Sie traten im August und September 1900 in großer Menge auf und hatten 30—35 cm Länge bei 12—13 mm Dicke. Da in diesen Monaten wegen niedrigen Wasserstandes die Freischleuse in der Regel geschlossen ist, so können die Tiere das Oberwasser nicht erreichen. Um dies zu ermöglichen, ließ Verfasser im Jahre 1902 einen einfachen hölzernen Fischweg herstellen. Und da dieser Fischweg sich bewährte, so wurde demnächst eine gleiche Einrichtung an der benachbarten Freiarche von Zaarschleuse in der oberen Havel getroffen, wo die Verhältnisse für den Aufstieg der Fische dieselben sind wie in Regowschleuse.

Abb. 487—490. Fischweg bei Regowschleuse in der oberen Havel.

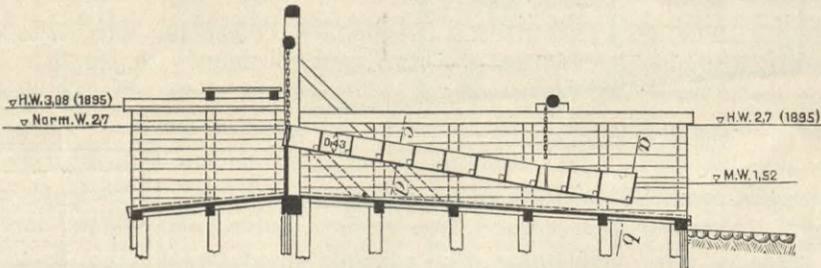


Abb. 487. Längenschnitt.



Abb. 488.

Querschnitt in der Mitte.

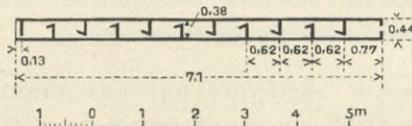


Abb. 489. Grundriß.



Abb. 490.

Querschnitt am Ende.

Die Bauart zeigen die Abb. 487—490. Eine schmale, oben offene Holzrinne von nur 38 cm Breite und 43 cm Höhe ist am Oberwasser in einen passend hergestellten Ausschnitt eines Freiarchenschützes eingelegt. Im Unterwasser wird sie durch eine Kette getragen, die an einem über die Freiarche gelegten Baum gehängt ist. Mit Hilfe dieses Baumes kann die Rinne höher und tiefer gestellt, auch seitwärts verschoben werden. So wurde die untere Mündung gerade dahin gelegt, wo nach den Beobachtungen der Beamten die Fische sich im Unterwasser zum Aufsteigen sammeln, und sie wurde so tief niedergelassen, daß die Rinne am unteren Ende noch einige Zentimeter über dem Wasserspiegel emporragte. Die oberste Schlupföffnung kann durch ein kleines Schütz verschlossen und dadurch der Fischweg außer Tätigkeit gesetzt werden. Die Sperren liegen in Abständen von 62 cm und enthalten Schlupföffnungen von nur 8 cm Breite und 10 cm Höhe. Oberhalb jeder Schlupföffnung steht ein 13 cm langes Brett zum Schutz der durchschwimmenden Fische. Durch die 10 Sperren wird die 7,1 m lange Rinne in 11 Kammern geteilt und das Gesamtgefälle von 1,18 m bei Mittelwasser in 12 Teile von durchschnittlich 10 cm Höhe zerlegt. Am unteren Ende hat die Rinne eine größere Höhe, nämlich 60 cm im Lichten erhalten, damit das Überschlagen des Wassers wirksamer vermieden wird und die Rinne auch beim Steigen des Unterwasser immer über dem Wasserspiegel emporragt. Dadurch wird die geringe Wassermenge, welche die Rinne durchströmt, zusammengehalten, so daß der durch die letzte Schlupföffnung austretende Wasserstrahl kräftig genug ist, um die Fische anzulocken. Damit dieser Wasserstrahl aber für die kleinen Fische nicht zu stark

werde, wurde die letzte Schlupföffnung um 50 v. H., nämlich auf 8 · 15 cm Größe erweitert.

Nachdem die Lage der unteren Ausmündung richtig ermittelt war, wurden durch Reusen am oberen Ende Fangversuche angestellt. Sie zeigten, daß junge Fische der verschiedensten Art den Fischweg benutzten. Es wurden Aale von 22 cm Länge, Plötzen von 8—15 cm, Barsche von 8—12 cm, Güstern von 7—10 cm und Hechte von 17 bis 22 cm Länge gefangen. Die Zahl der in 24 Stunden gefangenen kleinen Fische betrug bis 14 Stück, wobei nicht ausgeschlossen ist, daß bei dem unsicheren Anschluß der Fangreue die Zahl der wirklich durchgeschwommenen Fische größer war. Die Fangversuche wurden seit Anlage des Fischweges in jedem Jahre wiederholt und haben stets gleich günstige Ergebnisse gehabt. Die Kosten eines Fischweges haben nicht ganz 40 Mk. betragen¹⁾.

Nach diesen Erfolgen wurden 1908 ähnliche einfache kleine Fischwege im Rhin (Mark Brandenburg) bei Lentzker Mühle und bei Tarnow in der Nähe von Fehrbellin erbaut. Die kastenförmigen Fischwege sind hier 0,48 m breit und 0,48 m hoch. Sie enthalten Kammern von 0,67 m Länge, deren Stege Schlupföffnungen von 9 · 10 bis 9 · 13 m Größe zeigen. Durch Fangversuche ist auch hier festgestellt worden, daß die Fischwege von Aalen, Barschen, Plötzen, Güstern, Gründlingen, Rotaugen, Zandern und Quappen fleißig genommen werden.

§ 35. Fischschleuse. Man hat mehrfach beobachtet, daß die in Kanälen und kanalisierten Flüssen vorhandenen Schiffschleusen während des Betriebes der Schifffahrt auch von Fischen benutzt werden, um aus dem Unterwasser in das Oberwasser zu gelangen. Auf Grund dieser Beobachtung hat der Oberfischmeister für Hannover, Regierungs- und Baurat Recken, eine Kammerschleuse entworfen, die allein für die Benutzung durch Fische bestimmt ist, und in welcher der Wechsel zwischen Oberwasser und Unterwasser sich selbsttätig vollzieht²⁾.

Die Abb. 491 und 492 erläutern die Anlage. Die Kammer ist sowohl nach dem Oberwasser wie nach dem Unterwasser nicht durch Tore, sondern durch eine gerade Wand geschlossen. In der oberen Querwand befindet sich in Höhe des Oberwasserspiegels ein Ausschnitt, durch den das Wasser mit freiem Überfall dauernd in die Kammer fließt. In der Höhe der Sohle enthält dieselbe Wand eine Schlupföffnung, die durch ein Schütz geschlossen werden kann. Das Schütz steht mit einem Schwimmer in Verbindung, der innerhalb der Kammer sich mit dem wechselnden Wasserspiegel auf- und niederbewegt. Senkt sich der Schwimmer, so wird die Schlupföffnung durch das Schütz geschlossen.

Die untere Kammerwand zeigt in Höhe des Oberwasserspiegels ein kleines Rohr und in Höhe des Unterwasser wiederum eine Schlupföffnung mit einem Schütz. Das Schütz steht in Verbindung mit einem an der Außenseite der Kammer angebrachten oben offenen Hohlzylinder. Diese Verbindung ist aber nicht starr und fest wie die Verbindung des Schwimmers mit dem Schütz in der oberen Wand, sondern sie ist durch eine Kette, die über eine Rolle läuft, beweglich hergestellt. Fällt der Zylinder, so hebt er das Schütz und öffnet die Schlupföffnung. Die Abwärtsbewegung des Zylinders wird durch die Belastung mit Wasser herbeigeführt, welches durch das obere Rohr aus der Kammer zufließt. Dies kann wegen der hohen Lage des Rohres nur dann erfolgen, wenn die

¹⁾ S. Zentralbl. d. Bau-Verw. 1908, S. 611.

²⁾ S. Zentralbl. d. Bau-Verw. 1906, S. 89.

Schleusenkammer gefüllt ist. Ist so viel Wasser in den Zylinder geflossen, daß er schwer genug ist, um die durch den Druck des Wassers in der Kammer gegen das Schütz erzeugte Reibung und das Gewicht des Schützes selbst zu überwinden, so fällt der Hohlzylinder und zieht das Schütz in die Höhe, öffnet somit das untere Schlupfloch. Das wegen des hohen Überdrucks mit großem Geräusch durch die Öffnung abfließende Wasser lockt die Fische, in die Kammer zu schwimmen. Um dies ganz sicher zu erreichen, dadurch, daß die Fische schon vorher vor dem Schütz versammelt sind, ist die Anordnung getroffen, daß aus der gefüllten Schleusenkammer dauernd Wasser in das Unterwasser fällt, nämlich teils über den Rand der unteren Schleusenwand, teils durch eine

Abb. 491 u. 492. Fischschleuse von Recken.

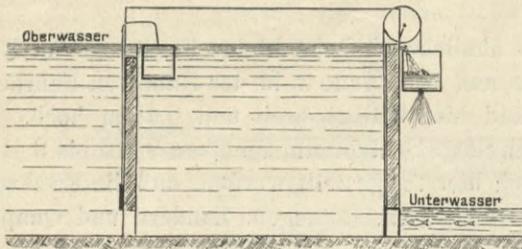


Abb. 491. Längenschnitt.

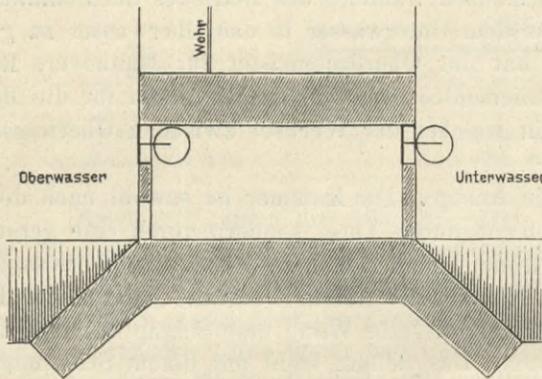


Abb. 492. Grundriß.

es ist dann schwer genug, um abwärtsfallend die Öffnung zu schließen und den leichten leeren Zylinder in die Höhe zu heben. Das Spiel kann dann durch langsames Füllen der Schleusenkammer und des Zylinders von neuem beginnen.

Nach dem Fallen des Schützes waren die Fische in der Schleusenkammer vom Unterwasser abgeschlossen. Am Oberhaupt war, als die Schleusenkammer anfang sich zu entleeren, mit dem sinkenden Wasserspiegel der Kammer auch der Schwimmer abwärts gegangen und hatte durch seine starre Verbindung mit dem Schütz des Oberhauptes auch dies abwärts gedrückt und die obere Schlupföffnung geschlossen. Daher konnte kein Wasser durch die obere Schlupföffnung in die Schleusenkammer treten. Durch diese Anordnung wird einem großen Wasserverbrauch vorgebeugt: nur so viel Wasser kann abfließen, als durch den oberen Überfall nach und nach in die Schleusenkammer fällt. Man hat daher in der Bestimmung der Abmessungen des Überfalles nach Breite

in dem Boden des Hohlzylinders angebrachte kleine Öffnung. Sollte bei sehr hohem Wasserunterschied die Geschwindigkeit des durch die Schlupföffnung abstürzenden Wassers anfänglich zu stark sein, um von den Fischen überwunden werden zu können, so genügt eine kurze Zeit, um bei der stetig abnehmenden Druckhöhe die erforderliche Geschwindigkeitsermäßigung eintreten und dadurch das Aufsteigen der Fische ermöglichen zu lassen.

Sobald bei der Entleerung der Kammer der Wasserspiegel unter das Abflußrohr des Unterhauptes sinkt, so hört der Zufluß von Wasser in den Hohlzylinder auf. Der Zylinder entleert sich dann durch die untere Öffnung nach und nach vollständig. Dies ist der Hauptzweck dieser Öffnung. Ist die Schleusenkammer gänzlich leer, so hängt das Schütz ganz frei. Es wird dann weder durch Auftrieb entlastet, noch durch Wasserdruck gegen die untere Wand gepreßt. Und

und Tiefe ein Mittel in der Hand, um das Spiel der Schleuse zu verlangsamen oder zu beschleunigen, um selbst bei einer großen Kammer und großen Schlupföffnungen durch selten eintretende Füllungen den Wasserverbrauch zu beschränken. Wir sehen dies als einen besonderen Vorteil der Anlage an.

Wenn die Fische vom Unterwasser in die Kammer schwimmen, wird das Schütz am Oberhaupt in der Regel schon geschlossen sein. Die Fische haben dann längeren Aufenthalt in der Kammer. Denn es dauert einige Zeit, bis der geringe Wasserzufluß am Überfall nach und nach die Kammer mit Wasser bis zur Oberwasserhöhe füllt. Ist dieser Zeitpunkt nahezu erreicht, so tritt der Schwimmer in Tätigkeit und hebt durch sein Aufwärtssteigen auch das Schütz im Oberhaupt. Dadurch wird hier die Schlupföffnung mit einer wenn auch sehr schwachen Strömung frei. Sie genügt, um die Fische anzuregen, in das Oberwasser abzuschwimmen. Die Herstellung solcher Fischschleusen ist gesetzlich geschützt.

Der Erfinder hatte zunächst versuchsweise eine kleine Schleuse für den Aufstieg von Forellen hergestellt und sie in einem Forellenbach bei der Lachsbrutanstalt in Hemeringen bei Hameln a. W. eingebaut. Die Schleusenkammer war 1 m lang und 0,45 m breit. Die Schlupföffnungen hatten 15 cm Breite und 10 cm Höhe. Der Wasserverbrauch betrug nach angestellten Beobachtungen nur 3 l in der Sekunde, dabei füllte sich die Kammer in der Stunde 15mal und wurde von durchschnittlich 30 Forellen stündlich benutzt. Bei Frost mußte der Betrieb eingestellt werden. Dies war unbedenklich, weil dann ein beachtenswerter Aufstieg nicht stattfand.

Ein größerer Versuch mit einer Reckenschen Fischschleuse wurde im Jahre 1906 am Weserwehr bei Hameln ausgeführt. Hier wurden die untersten beiden Kammern des dort vorhandenen Fischweges (vgl. die Abb. 463—466 S. 472) durch Aufbauten zu einer Fischschleuse umgestaltet. Die Einrichtung war so getroffen, daß der Paß nach Belieben als Fischschleuse oder wie vorher als Fischtreppe benutzt werden konnte. In der Zeit vom 6. Oktober bis 30. November 1906 wurde er an 10 Tagen als Treppe und an 41 Tagen als Fischschleuse benutzt. Nach den Fangversuchen hatte der Paß während der 10tägigen Benutzung als Fischtreppe 57 Lachse und 3 Forellen befördert, während der 41tägigen Benutzung als Fischschleuse 37 Lachse, 3 Forellen und 4 andere Fische. Hieraus ergibt sich, daß die Fischschleuse ihren Zweck, die Fische stromauf zu befördern, erfüllt, daß aber die Fischtreppe von den Tieren bevorzugt wird.

Andere demnächst vorgenommene Versuche mit Fischschleusen an den Wehren der kanalisiertem Fulda hatten ähnliche Ergebnisse. Zu diesen Versuchen dienten die Fischwege bei Wolfsanger, Spiekershausen und Bonafort. Die hier vorhandenen Treppen wurden zu Fischschleusen umgebaut und zeitweise als Schleusen, zeitweise als Treppen benutzt. In Wolfsanger waren vom 8. Mai bis 29. Juni 1907 Weißfische, Rotaugen, Barben und Schupper in ungefähr gleicher Zahl durch beide Anlagen gegangen. Hier zeigte sich kein Unterschied. Während die Fischtreppe 962 Aale benutzten, kamen durch die Schleuse nur 3 stromauf. Lachse sind in der kanalisiertem Fulda nicht vorhanden. Später, von Juli bis September 1907, gingen durch die Schleuse überhaupt keine Aale, während 2527 Aale die Fischtreppe benutzten. Auch die Fischschleuse bei Spiekershausen erwies sich als brauchbar. Die Schleuse bei Bonafort hatte dagegen nur geringen Erfolg. Dies rührte aber, wie eine Untersuchung ergab, davon her, daß die Schleuse nicht dicht auf dem Boden des Flusses aufstand, sondern teilweise unterspült wurde. Dadurch bildeten sich Strudel an der Flußsohle vor dem Schleuseneingang, welche die Fische von der Benutzung der Schleuse abschreckten. Nachdem dieser Übel-

stand gehoben war, wurde auch die Fischschleuse bei Bonafort, wie Fangversuche im Mai 1909 ergaben, von zahlreichen Weißfischen, Nasen und Rotaugen, außerdem von Butten, einigen Barben und Forellen benutzt. Die Fangversuche in dem Fischpaß hatten allerdings auch hier größeren Erfolg.

Im Allgemeinen ergibt sich aus all diesen Versuchen, daß die Fischschleuse brauchbar ist, daß sie selbsttätig arbeitet und von den Fischen benutzt wird. Es ergibt sich aber auch, daß die Fischschleuse von den Fischen nicht so gern genommen wird wie die Treppe, daß die Aale sie sogar vermeiden. Dieser Umstand bedarf noch der Aufklärung. Wahrscheinlich schreckt der Wechsel in der Ausströmung des Wassers die Fische ab.

Über die Zeit, welche das Spiel der Schleuse erfordert, ist zu bemerken, daß die kleine Forellenschleuse bei Hemeringen sich in der Stunde 15mal füllte, jedes Spiel sonach 4 Minuten dauerte. Bei der größeren Lachsschleuse in Hameln erforderte das Spiel $8\frac{1}{4}$ Minuten. Diese Zeit setzte sich wie folgt zusammen:

Von dem Augenblick, wo der Wasserspiegel der Kammer beim Entleeren nach dem Unterwasser sich ausgleicht bis zu dem Augenblick, wo das Schütz sich schließt	$3\frac{3}{4}$ Min.
Zur Füllung der Kammer einschließlich Heben des Schwimmers in der Kammer und Öffnen des oberen Schützes.	$1\frac{3}{4}$ »
Von dem Augenblick, wo der Wasserspiegel der Kammer sich mit dem Oberwasser ausgleicht bis zu dem Zeitpunkt, wo das obere Schütz die Öffnung in der oberen Wand schließt, nachdem vorher der äußere Zylinder sich gefüllt hat, niedergegangen ist und das untere Schütz gehoben hat	2 »
Von dem Schluß der oberen Öffnung bis zum Ausgleich des Wasserstandes in der Kammer mit dem Unterwasser	$\frac{3}{4}$ »
zusammen	$8\frac{1}{4}$ Min.

Es scheint, daß diese Zeit zu knapp bemessen ist. Man muß dem Fisch eine längere Frist gönnen, um den Entschluß zu fassen, in die Fischschleuse einzulaufen. Denn wenn das untere Schütz sich öffnet, so dringt unter dem Druck des ganzen Wehrgefälles ein sehr kräftiger Wasserstrahl aus der Schützenöffnung in das Unterwasser. Dieser Strahl macht sich weithin bemerkbar, er ist ein ausgezeichnetes Mittel, um die Fische auf die Schleuse und ihren Ausgang aufmerksam zu machen. Der Strom nimmt aber mit dem fallenden Wasserspiegel in der Schleuse ab. Dies ist zunächst ein Vorteil, weil dadurch die Fische befähigt werden, die Ausströmung, welche vorher übermäßig stark war, zu überwinden und in die Schleusenkammer einzudringen. Aber das Abnehmen der Kraft des ausfließenden Wassers hat auch einen Nachteil: der Fisch wird durch die Veränderlichkeit dieser Ausströmung scheu und mißtrauisch. Hört dann nach einer kurzen Zeit die Strömung ganz auf, so ist nicht anzunehmen, daß der Fisch in die Schleuse hineingeht. Und wenn dann gar das Schütz mit Geräusch niederfällt und die Öffnung schließt, so ist zu befürchten, daß der Fisch sich erschreckt abwendet und den Ort meidet. Es ist nicht zu erwarten, daß ein so verängstigter Fisch sich von dem darauffolgenden Spiel der Schleuse zum Einschwimmen anlocken lassen wird. — Anders arbeitet die Fischtreppe. Hier kommt ein Wechsel in der Kraft der Ausströmung nicht vor, die Strömung ist vielmehr stets gleich stark; der Fisch wird nicht abgeschreckt. So dürfte die stärkere Benutzung der Fischtreppe gegenüber der Fischschleuse zu erklären sein.

Um diesen Nachteil der Fischschleuse auszugleichen, muß man das Spiel der Schleuse tunlichst zu verlangsamen suchen. Dies kann geschehen teils durch angemessene Bestimmung der Durchflußöffnungen in dem Überfall und in dem Zylinder, teils durch Vergrößerung der Schleuse selbst. Eine Kammerlänge von 6 m dürfte für Lachsschleusen sich mehr empfehlen als eine solche von nur 3 m. Es ist anzunehmen, daß der Erfinder bei den künftigen in Aussicht stehenden Anlagen von Fischschleusen ihre Bauart noch vervollkommen wird. Inzwischen haben aber die bisher ausgeführten Versuchsanlagen dargelegt, daß die Fischschleuse ein brauchbares Mittel für den Aufstieg der Fische — mit Ausnahme der Aale — ist, daß sie wohlfeil in der Anlage und wohlfeil im Wasserverbrauch ist. Besonders die Wohlfeilheit in der Anlage ist ein großer Vorzug. Der Nachteil, daß die beweglichen Teile durch Staub, Schmutz, angetriebene Gegenstände und Eis leiden könnten, daß hier leichter Störungen vorkommen werden als bei der Treppe, kommt diesem Vorteil gegenüber nicht so sehr in Betracht, weil der bei den Schleusen und Wehren ohnehin vorhandene Wärter in der Lage sein wird, auch die Fischschleuse zu beobachten und zu bedienen.

§ 36. Aalpässe. Die Aale laichen im Meere, steigen als junge Tiere aufwärts in die Flüsse und ziehen demnächst als ausgewachsene Aale zum Laichgeschäft wieder nach der See zurück¹⁾. Daraus ergibt sich, daß für die Überwindung der Stauanlagen durch die Aale zwei verschiedene Vorrichtungen nötig sind: Einrichtungen für die Führung der großen Aale stromabwärts und andere Vorrichtungen für das Wandern der jungen Aale stromauf. Jene Anlagen werden Aalpässe, diese Aalleitern genannt²⁾.

Im allgemeinen hat der Abstieg der großen Aale keine Schwierigkeiten. Wird ein Wehrrücken vom Wasser überströmt, sind die Schützen einer Freiarehe gezogen, oder sind Öffnungen irgendwelcher Art oder Umlaufgräben vorhanden, so schwimmen die Aale mit dem fließenden Wasser abwärts. Auch die Wasserräder älterer Bauart bilden kein Hindernis. Die Aale finden neben und unter den Mühlrädern genügend Raum zum Durchschlüpfen. Seitdem aber die Wasserkräfte wirtschaftlich durch Ponceleträder und Turbinen voll ausgenutzt werden, ist es um die stromabwärts ziehenden Aale geschehen. Sie finden unter dem Rade und zwischen den Turbinenkammern nicht genügend Raum zum Durchschlüpfen, sie versuchen es, ihrem Naturtriebe folgend, dennoch, finden aber hierbei den Tod. Die raschlaufenden Turbinenschaukeln brechen ihnen in fast regelmäßigen Abständen das Rückgrat oder zerreißen sie wie die Ponceleträder in mehrere Stücke. Die getöteten Aale oder zerrissenen Aalstücke treiben in dem Unterwasser der Mühle oder bleiben in dem Turbinengehäuse liegen. Diese Vorkommnisse und die Erwägung, daß der Bau von guten Turbinen nicht abnehmen, sondern im Gegenteil zunehmen wird, zwingen zum Bau von Aalpässen.

Der einfachste Aalpaß ist bei Schützenwehren ein Loch in der Unterkante eines Schützes. 8—10 cm Höhe und 10—15 cm Breite genügen. Der Aal, der nachts am Grunde mit der Strömung abwärts schwimmt, wird das Loch finden, da hier die Strömung ungehindert und kräftig ist. Ebenso einfach ist bei festen Wehren die Einmauerung von Röhren. Diese müssen so liegen, daß die schwimmenden Aale sie finden können, und daß ein Verstopfen nicht zu befürchten ist. Sie können wagerecht oder stromabwärts nach dem Unterwasser geführt werden. Als Material sind Drainröhren oder glasierte Tonröhren von 10—15 cm Weite zu empfehlen. Eiserne oder andere metallische Röhren

¹⁾ Es wird auf die ausführliche Darstellung der Entwicklung und der Lebensgewohnheiten der Aale in des Verf. Fischwegen und Fischteichen, 1904, S. 15—18 verwiesen.

²⁾ Gerhardt, Über Aalleitern und Aalpässe im Zentralbl. d. Bau-Verw. 1893, S. 428.

sind nicht zweckmäßig, denn die Aale scheuen die Berührung mit guten Wärmeleitern und würden daher solche Aalpässe nur ungern und zögernd benutzen. Glasierte Tonröhren verdienen den Vorzug vor Drainröhren, weil in den glatten Röhren die Aale weniger Gefahr laufen, ihre Schleimhäute zu verletzen.

Aalpässe der eben beschriebenen Art — Löcher in Schützen oder Röhren in festen Wehren — haben zwar den Vorzug großer Einfachheit; sie sind aber leider nicht immer anwendbar. Wenn im Sommer während der Aalwanderung mit dem Wasservorrat wirtschaftlich umgegangen werden muß, so wird alles Wasser mit großer Sorgfalt vom Freilauf zurückgehalten und nur durch die Turbinenkanäle geleitet. Man wird daher auch diese Aalpässe sperren oder ihre Anlage ganz vermeiden. Der Aal folgt alsdann der Strömung und gelangt vor das Turbinengitter. Der Lärm der Maschinen und die Berührung mit dem Eisen scheuchen ihn zwar wiederholt zurück; aber da er keinen anderen Ausweg findet, so drängt er sich schließlich durch das Gitter und wird in der Turbine getötet. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, in dem Turbinengitter selbst oder unmittelbar neben ihm einen Aalpaß als sicheren Ausweg anzulegen. Nur in diesem Falle kann man mit einiger Sicherheit darauf rechnen, daß der Aal den Paß wirklich findet und geschont wird.

Eine einfache Röhre vom Fuß des Gitters nach dem Unterwasser würde auch hier den Zweck erfüllen¹⁾. Man kann auch nach einem anderen Vorschlage²⁾ auf der Sohle des Flusses in geringer Entfernung vor dem Turbinengitter eine stromauf offene hölzerne Rinne verlegen, welche nach einem seitlichen Schlupfloch führt. Die auf dem Grunde ziehenden Aale würden nicht über das horizontale Deckbrett der Rinne gehen, sondern die Rinne entlang streichen und in das Schlupfloch gelangen. Beide Anlagen haben den Nachteil, daß das durch die Röhre oder das Schlupfloch fließende Wasser unter dem vollen Druck des Wehrgefälles steht, also eine große Geschwindigkeit annimmt. Es geht sonach ein wenn auch geringer Teil der Wasserkraft dem Triebwerksbesitzer verloren. Die sichere Führung der Aale nach dem Unterwasser wird zwar erreicht, aber auf Kosten der Wasserkraft. Es wird von den Triebwerksbesitzern der Einwand erhoben, daß der Schaden, den diese Anlagen ihnen zufügen, größer ist, als der Vorteil, den die Fischereiberechtigten durch Schonung der Aale erhalten.

Der Einwand ist nicht unberechtigt. Um ihm zu begegnen, hat Verfasser einen Aalpaß entworfen, der von den Fischen mit Sicherheit gefunden und genommen wird, dessen Wasserverbrauch aber verschwindend klein ist. Er ist in den Abb. 493—495 dargestellt³⁾. Seine Zweckmäßigkeit wurde schon 1892 durch eine Ausführung in Greifenberg an der Rega erprobt.

Eine schräg aufwärts steigende Rinne *A*, die geradlinig, gekrümmt oder gebrochen geführt werden kann, wird derartig in dem Schutzgitter des Stauwerkes angebracht, daß sie, von der Sohle des oberen Flußlaufes ausgehend, den Oberwasserspiegel fast erreicht. Von hier aus führt eine Rinne *B* abwärts nach dem Unterwasser. Die vordere Rinne *A* muß mit zahlreichen kleinen Löchern, schmalen Schlitzten oder durchbrochenem engen Gitterwerk versehen sein, sie muß im Boden und den unteren Seitenteilen bis 0,3 m Höhe aus Holz bestehen, und muß endlich schwarz gestrichen sein. So neben-

¹⁾ Ein derartiger Aalpaß ist an der Wesermühle bei Hameln ausgeführt worden; Abbildung in den Fischwegen und Fischeichen S. 70.

²⁾ Allgemeine Fischereizeitung 1904, S. 412.

³⁾ S. Zentralbl. der Bau-Verw. 1893 S. 428 und Gerhardt, Zur Bauart der Aalpässe, Zentralblatt d. Bau-Verw. 1896 S. 208.

sächlich diese Umstände scheinen: sie sind aus folgenden Gründen für den Erfolg der Vorrichtung von der größten Wichtigkeit.

Die hohen durchbrochenen Seitenwände wirken wie das Schutzgitter der Turbine und vermehren dessen Fläche. In dem Aalpaß selbst macht sich eine lebhafte Strömung nach den durchbrochenen Seitenwänden bemerkbar, und diese Strömung zeigt sich am

Abb. 493—495. Aalpaß von Gerhardt.

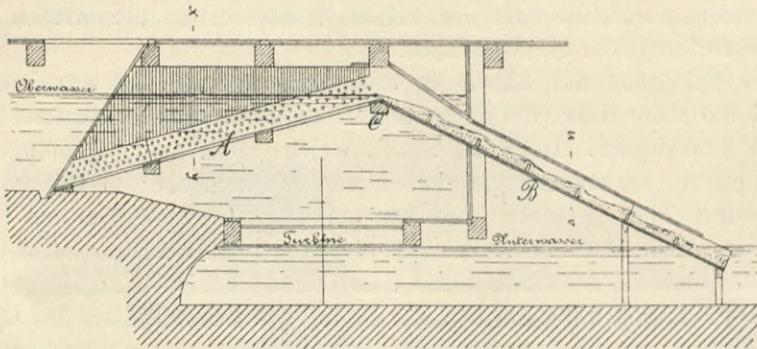


Abb. 493. Längenschnitt.

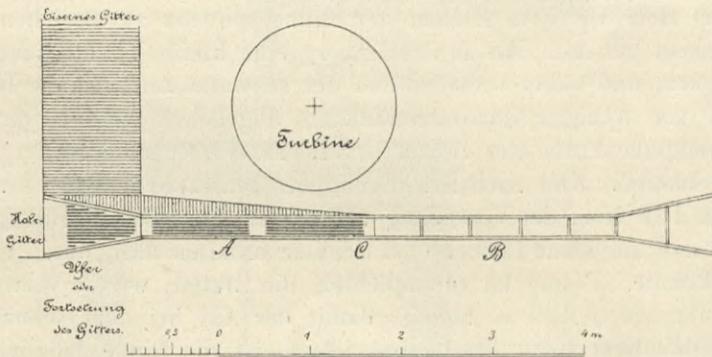


Abb. 494. Grundriß.



Abb. 495. Scheitel mit Stricken belegt.

auffälligsten in der Eingangsöffnung des Passes. Sie ist ungleich stärker als die Wasserzuströmung nach einer gleich großen Fläche des Gitters. Der Aal wird dadurch angelockt, den Paß zu nehmen: und so ist die erste und schwierigste Aufgabe bei der Bauart eines Fischweges gelöst. In diesem Umstande vornehmlich, in der kräftigen Speisung, beruht die Wirksamkeit des Aalpasses.

Trotz des lebhaften Wasserzufflusses ist der tatsächlich für den Fischweg eintretende Wasserverbrauch sehr gering. Denn der lebhafte Wasserzuffluß kommt der Turbine zugute. Nur dasjenige Wasser, welches über den Scheitel des Aalpasses rinnt,

geht unbenutzt an dem Triebwerk vorbei. Und dieser Verlust ist außerordentlich gering, denn der Scheitel kann auf 8 cm Breite verengt und so hoch geführt werden, daß er nur 5 cm unter dem Wasserspiegel liegt. Der Aal, welcher erst einmal in der Rinne ist, sucht sie ab, bis er einen Ausweg findet. Darum genügt am oberen Ende der geringe Wasserabfluß von 8 cm Breite und 5 cm Höhe. Ein stärkerer Wasserabfluß ist nicht erforderlich. Ja sogar eine Reihe von aufgedrehten Stricken oder anderen das Wasser leicht aufsaugenden Stoffen, welche über den Scheitel der Rinne vom Oberwasser in das Unterwasser reichen und die fast gar keinen Wasserverlust hervorrufen (s. Abb. 495), würde zur Überführung der Aale genügen.

Um die Reinigung des Passes zu erleichtern und sie fast ganz entbehrlich zu machen, wird die obere Hälfte der Einschlupföffnung von dem durchlaufend angeordneten Turbinengitter geschlossen. Denn die Stoffe, welche meist zu Verstopfungen der Gitter Veranlassung geben, schwimmen gewöhnlich an der Oberfläche; sie werden daher durch das bis zur halben Tiefe geführte Gitter von dem Aalpaß abgehalten und können leicht beseitigt werden. Die Aale selbst werden durch das Schutzgitter nicht vom Eintritt zurückgehalten, denn sie schwimmen auf dem Grunde des Flusses.

Die Herstellung des Bodens und der Seitenteile des Aalpasses bis 0,3 m Höhe in Holz ist von Einfluß auf die Brauchbarkeit des Aalpasses; denn die Berührung mit Eisen oder anderen guten Wärmeleitern schreckt den Aal ab. Er würde eine eiserne Rinne nicht so leicht nehmen, wie eine hölzerne. Eine besondere Bedeutung ist der Bedingung beizumessen, das Holz vor dem Einbau der Rinne schwarz zu streichen. Vor hellen Gegenständen scheut der Aal. Als in Greifenberg eine kleine Veränderung der Scheitelbreite vorgenommen, und dabei versehentlich der schwarze Anstrich der Rinne auf einer schmalen Fläche von wenigen Quadratcentimetern abgehobelt worden war, so daß hier die natürliche hellgelbe Farbe des Holzes durch das Wasser schimmerte, ging kein Aal mehr über den Scheitel. Erst nach Erneuerung des schwarzen Anstrichs auf der hellen Stelle wirkte der Paß trotz der Verengung wie zuvor. Für die Ausbildung der Rinne *B* ist zu beachten, daß sie keine Löcher oder Schlitzte erhalten darf, durch welche Wasser verloren gehen könnte. Ferner ist zu empfehlen, die Bretter, welche verwendet werden, vorher an den inneren Seiten zu hobeln, damit der Aal bei dem schnellen Abwärtsgleiten seine Schleimhaut nicht beschädige. Auch ist die Rinne möglichst schmal zu bauen, nur 10—15 cm im Lichten breit, damit die Wasserschicht in der Rinne um so höher werde.

Ein zweiter Aalpaß der beschriebenen Art ist nach den Abbildungen 496—498 bei Bredereiche in der oberen Havel erbaut worden¹⁾. Der Mühlenstau hat hier ein Gefälle von 2,5—3,2 m. Neben einer Schiffschleuse befinden sich in dem Hauptarm der Havel ein Freigerinne mit vier Schützen und ein Turbinengerinne für zwei Turbinen. Das Freigerinne enthält hinter zwei Schützen einen rostartigen Einbau als Aalfang, der außerdem durch einen Kanal mit dem Oberwasser am Turbinengitter in Verbindung steht. Dadurch ist wohl die Möglichkeit vorhanden, daß die Aale, welche vor dem engen Turbinengitter ankommen und hier einen Weg stromabwärts suchen, in den Aalfang gelangen und sonach vor Zerstückelung durch die Turbinen bewahrt werden: aber sie kommen für die Fortpflanzung nicht in Frage. Um wenigstens einigen Aalen die Möglichkeit zu bieten, frei in das Unterwasser und damit zum Laichgeschäft nach dem Meere zu gelangen, wurde der Aalpaß angelegt.

¹⁾ S. Zentralblatt d. Bau Verw. 1908 S. 611.

Vom Fuß des Turbinengitters führt längs der Turbinenwand eine hölzerne Rinne von 30 cm Breite schräg aufwärts mit der Neigung 1:4,5 bis nahezu in die Höhe des Oberwasserspiegels. Die Rinne ist schwarz gestrichen und enthält schmale Schlitz im Boden und an der Seite. Oberhalb der nur 0,3 m hohen Holzrinne ist ein eisernes eng-

Abb. 496—498. Aalpaß bei Bredereiche in der Havel.

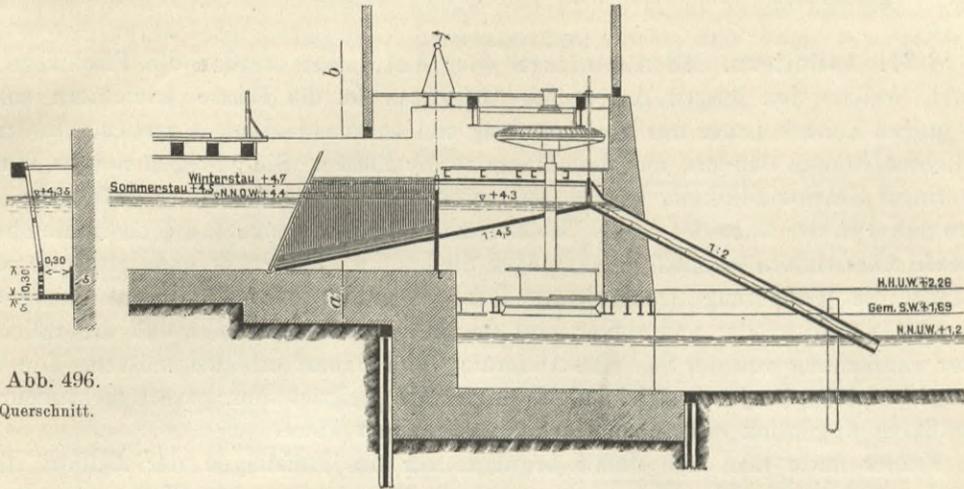


Abb. 496.
Querschnitt.

Abb. 497. Längenschnitt.

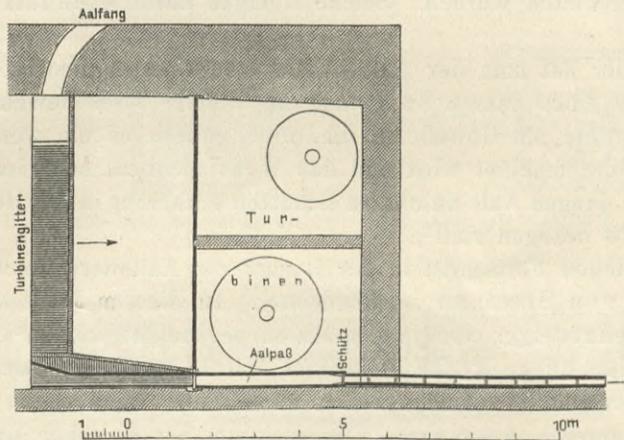


Abb. 498. Grundriß.

maschiges Gitter angebracht. Die Öffnungen in der Holzrinne und dem Gitter erlauben, daß große Mengen Wasser durch den Aalpaß in die Turbinenkammer gelangen und dadurch die Fische zum Aufsteigen anlocken. In dem Scheitel der Rinne ist ein kleines Schütz angebracht, dessen Führungsstange aufwärts durch den Fußboden der Mühle reicht, und hier beliebig eingestellt und durch ein Vorhängeschloß befestigt werden kann. Unterhalb des Scheitels schließt sich mit dem Gefälle 1:2 eine schmale, hölzerne, gedeckte Rinne an, in welcher Sperren für Verlangsamung des Wasserabflusses und die Erhaltung genügender Wassertiefen sorgen. Den Schlüssel zu dem verschließbaren

Schütz im Scheitel hat nicht der Müller, sondern der Strommeister in Bredereiche. Dieser Beamte überzeugt sich auch ab und an durch Vorhängen von Reusen am unteren Ausfluß des Aalpasses, ob derselbe brauchbar ist und von Aalen genommen wird.

Der Aalpaß besteht seit 1904. Die zur Zeit der Aalwanderung alljährlich ausgeführten Reusenversuche haben seine Zweckmäßigkeit regelmäßig bestätigt. Es wurden in einer Nacht bis zu sieben Aalen gefangen. Die gefangenen Tiere werden stets in das Unterwasser freigelassen.

§ 37. Aalleitern. Mit Aalleitern oder Aalrinnen werden die Fischwege bezeichnet, welche den jungen Aalen das Aufsteigen in die Flüsse erleichtern sollen. Diese jungen Tiere kommen nur 8—13 cm lang und stricknadeldünn in großen Schwärmen und dichten breiten Bändern aus dem Meere in die Flüsse. Sie bewegen sich im Wasser mit geringer Geschwindigkeit, können nur schwer gegen die Strömung ankämpfen und bleiben daher in der Nähe des Ufers. Sie kommen selten im ersten Jahre bis in die oberen Flußläufe, überwintern vielmehr in sumpfigen Stellen der Flußbecken und setzen im nächsten Jahre die Wanderung stromaufwärts fort. Je größer hierbei ihre Entfernung vom Meere wird, um so größer und dicker wird die Aalbrut. Hieraus folgt, daß die Aalleitern mit der Entfernung von der See eine Änderung ihrer Bauart erleiden müssen. Die Vorrichtungen, welche für junge stricknadelförmige Aale geeignet sind, passen nicht mehr für die größeren fingerdick oder noch stärker gewordenen Tiere.

Früher hatte man sich damit begnügt, für das Aufsteigen der Aalbrut dicke Faschinenwürste so über das Wehr zu legen oder in Rinnen neben dem Wehre anzubringen, daß sie eine Steigung 1:5 bis 1:8 annahmen und durch eine schwache Strömung vom Oberwasser feucht gehalten wurden. Solche Anlagen hatte Michaëlis in Irland öfters gefunden¹⁾.

Noch einfacher hat man der Aalbrut das Überklettern niedriger Wehre dadurch erleichtert, daß man einen nassen Sack oder ein anderes loses Gewebe über das Wehr hing. Die Aale klettern am Gewebe in die Höhe, sofern es ein wenig schräg hängt, stets vom Wasser durchfeuchtet wird und das Wehr nicht zu hoch ist. Man hat sogar beobachtet, daß die jungen Aale an nassen Schützen senkrecht in die Höhe gehen, sobald diese dicht mit Moos bezogen sind²⁾.

Einen erheblichen Fortschritt in der Bauart von Aalleitern machte i. J. 1882 der Katasterkontrolleur von Stemann in Rendsburg. In diesem Jahre war in der Eider ein ungewöhnliches Aufsteigen von jungen Aalen beobachtet worden³⁾. Von Stemann versuchte, durch eine offene kleine Holzrinne von 12 cm Breite und 8 cm Tiefe, die eine Neigung 1:9 erhielt, die Aale aufwärts zu leiten⁴⁾. Nach vielen Versuchen durch Verbreiterung des unteren Ausganges, Einlegen von Strohwischen und Birkenreisern, durch Einbauen von kleinen Holzsperrern endlich durch Packungen von Kies wurde ein Erfolg erzielt.

Noch besseren Erfolg hatte v. Stemann mit einer demnächst von ihm erbauten

1) Michaëlis, Über Wasserbauanlagen in Irland, insbesondere des Lough Neagh-Distrikts bei Belfast. Zeitschr. f. Bauwesen 1866 S. 286. Abbildungen s. Michaëlis und Brüßow im Zirkular des Deutschen Fischerei-Vereins 1882 S. 105 und 106, sowie Gerhardt, Fischwege und Fischteiche, 1904 S. 74.

2) Zirk. d. Deutsch. Fisch.-Ver. 1881 S. 109.

3) Siehe die lebhaften Schilderungen des Oberfischmeisters Dallmer im Zirkular des Deutschen Fischerei-Vereins 1882 S. 107.

4) Abbildung in den Fischwegen und Fischteichen S. 75.

verdeckten Aalleiter, die zuerst 1883 an der Stampfmühle in Rendsburg, demnächst in der Schwentine, einem Verbindungsfluß der Plöner und Preetzer Landseen mit dem Kieler Hafen ausgeführt wurde¹⁾. Die Überdeckung der Aalleiter war zulässig, weil die jungen Aale vorzugsweise nachts wandern, und sie war vorteilhaft, weil sie die Anlage gegen Diebstahl und Unfug schützte.

Die Abb. 499—502 zeigen diese Aalleiter. Sie besteht aus zwei Teilen: einem in dem Oberwasser aufrecht stehenden Kasten von 12 bis 20 cm Breite und solcher Höhe, daß er nahe unter den niedrigsten Oberwasserstand reicht, und einem in gerader oder

Abb. 499—502. Von Stemanns Aalleiter in der Schwentine.

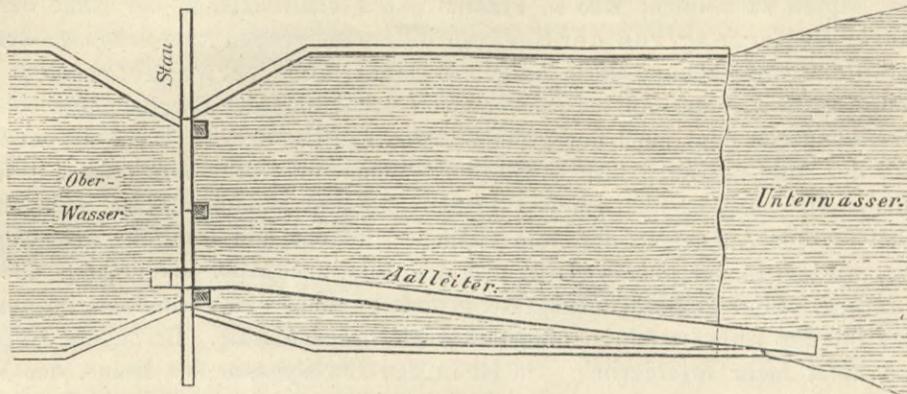


Abb. 499. Grundriß.

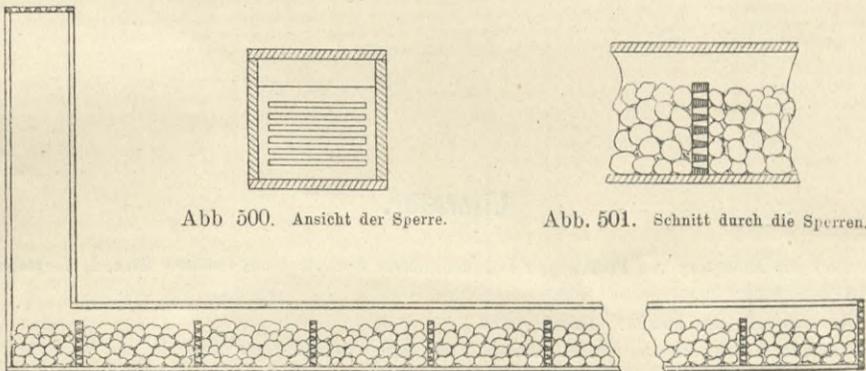


Abb. 500. Ansicht der Sperre.

Abb. 501. Schnitt durch die Sperren.

Abb. 502. Längenschnitt.

gebrochener Form auf dem Wehrboden verlegten Kasten von gleichem Querschnitt, der bis in das Unterswasser führt. In diesem liegenden Teile sind in 0,4 m Entfernungen hölzerne Sperren eingestellt, die nach Abb. 500 und 501 wagerechte Schlitzte enthalten. Die Schlitzte sind keilförmig ausgebildet, um Verstopfungen zu vermeiden, sie haben an der Oberwasserseite 5—6, an der Unterswasserseite 8—9 mm Weite. Ähnliche keilförmig gestaltete Schlitzte haben die beiden Abschlußvorrichtungen an den beiden Enden, der Deckel im Oberwasser und die Verschlusswand im Unterswasser, erhalten; nur wurden hier die Weiten größer gewählt: 8—9 mm nach der oberen und 11—12 mm nach der unteren Seite.

¹⁾ S. Flugschrift des Deutschen Fischerei-Vereins: Über Errichtung von Aalbrutleitern 1885 S. 16.

Zwischen den Sperren und dem Deckel der liegenden Röhren bleibt ein größerer Zwischenraum von ungefähr 10 mm frei, um auch größeren Aalen, die nicht mehr durch die Schlitzte der Sperren schlüpfen können, den Aufstieg zu ermöglichen. Steine von Wallnuß- bis Kartoffelgröße füllen die Räume zwischen den Sperren aus. Der obere aufrecht stehende Teil der Aalleiter bleibt frei von Kiesfüllung. Eine etwa auftretende Verstopfung kann leicht durch Abnehmen des Deckels und Ausheben der verschlammten Kiesschicht beseitigt werden. Die Aale nehmen diese Leitern sehr gern; zahlreiche Flüsse sind in Deutschland mit ihnen ausgestattet.

Es muß jedoch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß solche Aalleitern nur da am Platze sind, wo die Aale noch jung und dünn genug sind, um durch die engen Schlitzte schlüpfen zu können; also in Flüssen und Flußstrecken in der Nähe der See. In größerer Entfernung von der See, wo die aufsteigenden Aale schon größer und dicker geworden sind, können diese Aalleitern nicht mehr verwendet werden. Hier sind für das Aufsteigen der Aale Fischwege von der Bauart der Forellenpässe oder der Pässe für Standfische oder auch der großen Lachswege am Platze. Denn mit der Länge und Dicke der Aale hat auch ihre Kraft zugenommen und ihre Fähigkeit, die Widerstände in der Strömung zu überwinden. In den mittleren und oberen Gebieten unserer Flüsse sind für das Aufsteigen der Aale ähnliche einfache und wohlfeile Fischwege zu empfehlen, wie sie in der oberen Havel und dem Rhin nach Abb. 487—490 S. 486 ausgeführt wurden. Sind größere Lachspässe in dem Fluß bereits vorhanden, so genügen diese auch für das Aufwärtsführen der stärker gewordenen Aale. Besondere Aalleitern sind dann nicht mehr erforderlich. So ist in den Lachspässen des Mains, der Weser und an anderen Orten wiederholt das Aufsteigen von Aalen beobachtet worden.

Literatur.

- Fastenau, Über die Anlegung von Fischwegen mit besonderer Rücksicht auf Lachse. Zirk. d. deutschen Fisch.-Ver. 1872, S. 123.
- Haak, H., Die rationelle Fischzucht. Leipzig 1872.
- Finsch, Dr. O. und Lindemann, Dr. M., Bericht über ihre während einer Reise in den Vereinigten Staaten von Nordamerika gemachten Erfahrungen auf dem Gebiete der Fischerei. Zirk. d. deutschen Fisch.-Ver. 1873, S. 82.
- Fastenau, Einige Mitteilungen über Lachsleitern. Zirk. d. deutschen Fisch.-Ver. 1873, S. 39.
- Dallmer, E., Fische und Fischerei im süßen Wasser mit besonderer Berücksichtigung der Provinz Schleswig-Holstein. Segeberg 1877.
- Blanchard, Emile, Les poissons des eaux douces de la France. Paris 1880.
- Michaëlis, Vortrag über Fischpässe. Zirk. d. deutschen Fisch.-Ver. 1880, S. 76.
- Lindemann, Dr. M. und Metzger, Prof. Dr., Amtlicher Bericht über die Internationale Fischerei-Ausstellung in Berlin 1880.
- v. d. Borne, Max, Die Fischerei-Verhältnisse des deutschen Reiches, Osterreich-Ungarns, der Schweiz und Luxemburgs. Berlin 1880.
- Benecke, Prof. Dr. B., Fische, Fischerei und Fischzucht in Ost- und Westpreußen, Königsberg i. Pr. 1881.
- Brüssow, Bericht betreffend eine Reise nach England zwecks Besichtigung von Fischwegen, Schwerin 1881. Zirk. d. deutschen Fisch.-Ver. 1882, S. 39.
- Die Lachsleiter in Leibitsch. Zirk. d. deutschen Fisch.-Ver. 1885, S. 11.

- Keller, H., Die Anlage der Fischwege. Berlin 1885.
v. d. Borne, M., Das Wasser für Fischerei und Fischzucht. Neudamm 1887.
Meyer, Die Fischpässe und die Lachsfischerei in der Ems und ihren Nebenflüssen. Zirk. d. deutschen Fisch.
Ver. 1889, S. 5.
Seelig, F. W., Fischerei und einschlagendes Wasserrecht. Leipzig 1889.
Zenk, F., Die Verunreinigung der Wasserläufe und die Fischerei. 1895.
Ackerbauministerium, K. K. in Wien, Anleitung betreffend die Herstellung von Fischwegen. Wien 1891.
v. d. Borne unter Mitwirkung von Benecke und Dallmer, Handbuch der Fischzucht und Fischerei. Berlin,
3. Aufl. 1897.
Leonhardt, E., Der Lachs. Versuch einer Biologie. Neudamm 1901.
Dugé, F., Henking, Dr. H. und Wilhelms, O. Bericht über die Internationale Fischerei-Ausstellung in
St. Petersburg. Berlin 1902.
Eckstein, K., Die Fischereiverhältnisse der Mark Brandenburg zu Anfang des 20. Jahrhunderts. Berlin 1903.
Fischerei-Verein f. d. Prov. Brandenburg. Festschrift mit Karten. Berlin 1903.
Gerhardt, P., Fischwege und Fischteiche. Leipzig 1904.
Zschocke, Prof. Dr., Der Lachs und seine Wanderungen. Stuttgart 1905.
Hübner, A., Fischwirtschaft. Bautzen 1905.
Recken, L., Fischschleuse. Allg. Fischerei-Zeitung, 1905, Nr. 12.
Plehn, Dr. M., Die Fische des Meeres und der Binnengewässer. München 1908.
Denil, G., Les échelles à poissons. Bruxelles 1909.
Denil, G., Les échelles hydrauliques. 1909.
Walter, Dr. E., Der Flußaal 1910.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

33114

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305720