





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300021







G44-45  
66.

# Ueber Fischtrepfen

Neueres betr. deren zweckmäßige

## Anlage und Betrieb

von Dr. phil. G. LÜSCHER, Ing., Aarau  
mit einer Planbeilage :: Figur 1 bis 13



1. 1/2

Im Selbstverlag des Verfassers :: Aarau 1918

x  
844

G.44

82

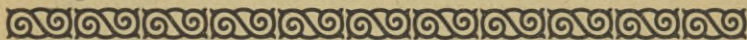
BUDORF, NEUE KAMP. STR., AARAU

G44. 82. a  
121





1131145



# Ueber Fischtreppen

von Dr. G. Lüscher, Ingenieur, Aarau.

□ □ □



## A. Allgemeine Mängel der bisherigen Anlagen.

Die technischen Vorkehren für die Ermöglichung des freien Wanderns der Fische in den mit Stauwehren unterbrochenen Gewässerstrecken haben mit der Entwicklung nicht Schritt gehalten, welche die Wasserkraftnutzung seit Einführung der elektrischen Kraftübertragung angenommen hat. Nachdem schon früher bei den geringen angewandten Stauwehrhöhen, bezw. Gefällskonzentrationen, die Frage der Fischpaßanlagen als eine unabgeklärte bezeichnet werden mußte, trifft dies heute um so mehr zu, als die moderne Technik sich anschickt, die Stauhöhen immer höher zu treiben, ohne aber auch die Fischpaßanlagen entsprechend auszugestalten. Das Beibehalten der alten Konstruktionen, mit ihrem geringen, zulässigen Kanalsohlen-Gefälle, mußte zu großen Kanallängen der Fischpässe führen, deren Ausführung der Platzverhältnisse und großen Anlagekosten wegen aber nicht mehr möglich war, als zu den großen Stauhöhen überggegangen wurde. Doch ist bei neueren Stauanlagen, wie z. B. bei Laufenburg an Platz und Baukosten nicht gespart worden, im Gegenteil ist dort für Fischpaßanlagen der Betrag von nahezu 400,000 Franken aufgewendet worden, ohne aber einen befriedigenden Erfolg zu erzielen. Wohl sind in neuerer Zeit, da man sich anschickt, die Stauungen in den großen Flüssen auf 10 bis 20 Meter und mehr hinaufzutreiben, Fischpässe neuer Systeme mit sehr starker Sohlenneigung zur Ausführung gelangt, die am Unterlauf der Flüsse nahe der Mündung

Akc. Nr. 2013/49



in die Meere sich bewähren sollen, bei uns aber ebenso gründlich versagten. Es wird denn auch darin eher ein Rückschritt in der Anlage der Fischpaßanlagen erblickt und das Urteil geht dahin, es seien in Zukunft bei größeren Stauhöhen die Fischpässe überhaupt kurzerhand einfach wegzulassen, dafür auf die Wanderfische zu verzichten und das so gesparte Geld zur Einsetzung von Jungbrut in die Stauhaltung zu verwenden.

Solche Urteile treffen aber den Kern der Sache nicht. Es handelt sich beim Weglassen von Fischpässen bei Stauwehnanlagen keineswegs um die einfache Frage, ob man auf die Wanderfische (Salme und Lachse) verzichten wolle oder nicht, sondern um die weit wichtigere Frage der Existenz des Fischbestandes überhaupt. Im bloßen Einsetzen von Jungfischen kann eine befriedigende Lösung der Frage der Erhaltung des Fischbestandes nicht erblickt werden. Denn die Verhinderung des freien Fischdurchzuges durch größere Flußstrecken mit ihren mannigfachen Bett- und Strömungsverschiedenheiten, würde einer Verbannung der Fische einerseits in die seeartigen Stauhaltungen, anderseits in kurze Zonen ungestauter Gewässerstrecken gleichkommen, mit einer Veränderung deren Lebensbedingungen, Laich- und Jagdgebiete, welche zu einer Verarmung des Bestandes, zur Aussterbung einer Reihe von Arten, zur Degeneration und Krankheiten führen müßte. Man kann wohl Jungfische, z. B. Forellen, aussetzen und deren Aufzucht bewegt sich heute noch in geregelten Bahnen, weil der freie Zug, z. B. der Futterfische (Aale, Barben etc.) noch bis in die jüngste Zeit fast überall gewährleistet war. Wie würde es aber in der Zukunft aussehen, wenn wir in die sich aneinanderreihenden Stauhaltungen Edelfische in Menge aussetzen, diesen aber der künstlich verbauten Ufer wegen nicht nur jede Laichgelegenheit benehmen, sondern denen dazu infolge des Mangels der Durchpaßgelegenheiten auch die Futterfische bald ganz fehlen, welche letztere wir



eben nicht aussetzen und züchten können? Wie, wenn wir die ausgesetzten Edelfische verhindern, aus den künstlichen Stauhaltungen mit ihren Industriewässern heraus in die anschließenden ungestauten Gewässerstrecken, mit ihrem sauerstoffreichen Wasser, zu gelangen, zu ihren alten Tümpeln, in denen ihre Futtertiere zu Hause sind, sich ihre Laichplätze und Jagdgebiete befinden?

Zwar wird zur Begründung solch unrichtiger Urteile gesagt, es sei wohl schon heute der Fischbestand in starkem Abnehmen begriffen, aber dafür dürfe nicht das Versagen der Fischtreppe allein verantwortlich gemacht werden, vielmehr seien auch Fischkrankheiten mit Ursache, der Bestandes-Verminderung. Die bekannten Tatsachen beweisen nun aber, daß wenigstens zum guten Teil, die mehr oder weniger vollständige Unterbindung der Freizügigkeit der Fische, angesichts der Wasserverunreinigung mit die Ursache zu den Fischkrankheiten ist, und daß ein gesunder, kräftiger Fischbestand nur erhalten werden kann, wenn man dessen Freizügigkeit gewährleistet. Das Problem gipfelt also keineswegs in der einfachen Frage, wollen wir Fischtreppe anlegen, oder keine und dafür auf die Wanderfische verzichten, weil sie die Anlagekosten nicht wert sind; sondern vielmehr darin, wollen wir durch Gewährleistung der Freizügigkeit den Fischbestand überhaupt erhalten oder ganz oder teilweise aufgeben?

Die bisherigen Erfahrungen geben entschieden der letzteren Auffassung, hinsichtlich der Tragweite des zu lösenden Problems, Recht, so daß also die Wasserwerke durch die Aussetzung von Jungbrut, unter Weglassung der Fischtreppe, ihren Verpflichtungen gegen öffentliches und privates Eigentum, auf die Dauer sich nicht entbunden betrachten können, ohne immer wieder neuen Klagen zu begegnen. So haben z. B. die Stauwehreinbauten am Rhein und an der Aare, mit ihren bisherigen ungenügenden, wenn auch sehr kostspieligen Fischpaßanlagen, bereits zu Ver-



hältnissen geführt, die zu Bedenken in Bezug auf die Erhaltung des Fischbestandes Anlaß geben. Davor konnten alle bisherigen Vorkehren der Wasserwerke und der Behörden, teure Fischpaßanlagen, die Erbeutung der Geschlechtsprodukte der eingefangenen Fische, und das Aussetzen, nicht schützen.

Nach den Berichten der aargauischen Finanzdirektion per 1912, der die Fischerei dieses wasserreichen Gebietes untersteht, bringen die drei Stauwehranlagen bei Augst-Wyhlen, Rheinfelden und Laufenburg große Veränderungen in die bisherige Rheinfischerei. Mit dem Salm- und Lachsfang ist es vorbei und auch für Forellen und Aeschen sind die Lebensbedingungen durch das Anstauen der Stromschnellen sehr ungünstig umgestaltet worden. Nach dem von dieser Behörde erteilten Rat, sollten die Fischer dafür in Zukunft den Nasen, Barben, Alet und Karpfen größere Aufmerksamkeit schenken. Die Behörde übersieht vorläufig noch, daß diese Aufmerksamkeit lediglich zu der Feststellung führen muß, daß mit der Unterbindung der Freizügigkeit auch die Existenzbedingungen der letzteren Arten untergraben sind. Das gleiche Urteil fällen die Behörden des Großherzogtums Baden in Bezug auf den gestauten Rhein, indem sie ausführen, mit der Lachsfischerei, wie auch der übrigen Edelfischerei stehe es traurig, der Fang betrage 1911 kaum noch einen Achtel von früher.

Es haben denn auch 1910 die Fischereibesitzer am Rhein und der Aare bis zur Beznau, vom Kraftwerk Augst eine Loskaufsumme von 580,000 Franken verlangt, ohne die Schädigungen des Staates und der Fischenzpächter mit in ihre Forderung einzuschließen. Wenn man bedenkt, daß bei den Werken Augst-Wyhlen vielleicht ein ebenso großer Betrag für die heute nutzlos dastehenden Fischpaßanlagen ausgegeben worden ist, so läßt sich das Interesse der Werke an einer rationellen Konstruktion der Fischpässe ermessen; denn es unterliegt keinem Zweifel, daß wir erst in den



Anfängen des durch die Unterbindung der Freizügigkeit hervorgerufenen Rückganges des Fischbestandes stehen, und dass sich diese Verhältnisse mit der Zunahme der Zahl der Stauungen immer mehr verschlimmern.

Das Aussetzen von Jungfischen kann diesen Verlauf des Werdeganges nicht aufheben, sondern höchstens etwas mildern; es darf dasselbe zur Vermehrung der besonders geschätzten Fischarten nicht unterschätzt werden; aber es vermag das Aussetzen allein die Vorkehrungen zur Gewährleistung der Freizügigkeit nicht nur nicht zu ersetzen, sondern es gelingt die künstliche Zucht selbst an sich nur dann in befriedigender Weise, wenn die Freizügigkeit die Existenzbedingungen im übrigen für sie garantiert. Dies ist aber nicht der Fall, wenn die Fische in seeartige Stauungen mit ihren künstlichen Uferverbauungen eingeschlossen werden. So wird schon heute von Sachverständigen der Fischrückgang in einzelnen Seen, z. B. im Zürichsee, Vierwaldstättersee etc., auf die zunehmende Uferverbauung, verbunden mit der Auffüllung der Schilfstellen im See, zurückgeführt. Noch viel mehr würde dies in den künstlichen Stauhaltungen der Gewässer der Fall sein.

Es muß daher Aufgabe der Technik sein, angesichts der zukünftigen, großzügigen Entwicklung der Kraftausnutzung und Schiffbarmachung unserer Flüsse, mit ihren immer höheren Stauungen, die Fischpässe, als einen unerläßlichen Bestandteil der Stauanlagen zu betrachten und sie diesen anzupassen, indem sich ihre Aufmerksamkeit nicht allein in der Förderung der zweckmässigen Konstruktionen der übrigen Bauten und der Maschinen erschöpft, sondern auch die richtigen Mittel, zur möglichsten Schonung des Naturgutes, das die Fische nun einmal sind, zur Anwendung gebracht werden müssen.

Forscht man nun auf Grund langjähriger Beobachtung den Gründen nach, welche zum Versagen der Fischpaßeinrichtungen führten, so ergibt es sich, daß die bisherigen



Aufstiegsvorrichtungen über die Gefällsstufen, an die Kraft der aufsteigenden Fische viel zu große Anforderungen stellen, die ihr Leistungsvermögen meist weit überschreiten, ja, in einzelnen Konstruktionen sogar den Fischen gymnastische Kunstkniffe zumuten, die ihnen nicht eigen sind. So wurde gelegentlich durch plötzliches Abstellen des Betriebswassers in einzelnen Fischtreppen an Wehren von mittlerer Stauhöhe festgestellt, daß die im Aufstieg begriffenen Fische, schon im unteren Drittel der Fischtreppen derart ermattet waren, daß sie sich unmöglich mehr weiter hinauf bewegen konnten, oder aber dies nur den allerkräftigsten unter ihnen gelang.

An Versuchen zur Verbesserung der Fischpässe hat es zwar bisher nicht gefehlt, es sind im Laufe der Zeit eine ganze Reihe verschiedener Systeme ausprobiert worden, aber die Versuche bewegten sich nicht in der den Fischwanderungen zuträglichen Richtung, sie stellen vielmehr Rückschritte insofern dar, als man glaubte, mit der Zunahme der Stauhöhen den Fischen unvermittelt einen immer steileren Aufstieg zumuten zu dürfen, sodaß schließlich der Ausdruck Fischleiter entstand, der die Richtung kennzeichnet, in welcher die Versuche sich bewegten. Das den Wildbächen nachgeahmte System hat sich immer noch am besten bewährt, sofern die Sohlenneigung nicht zu groß gewählt wurde, sei es, daß der Wasserstömung durch die Treppe hinunter, durch Einlegen von Steinblöcken auf die Kanalsole, oder durch eingesezte kleine Querwände zu begegnen gesucht wurde, mit oder ohne Schlupflöchern in den letzteren. Solche Fischpässe führten aber bei den modernen, großer Stauhöhen zu großen Längen des Bauwerkes und zu derart kostspieligen Anlagen, daß sie verlassen werden mußten. Wird aber die Sohlenneigung, der großen Stauhöhe entsprechend steil angelegt, so entstehen große Gefälldifferenzen zwischen den benachbarten, durch die Querwände unterteilten Wasserbassins, welche den Fischen



den Aufstieg verunmöglichen, und eher zu Marterinstrumenten für die Fische wurden, als zu Durchpaßgelegenheiten. Bei Gefällen von 2 bis 4 % werden sie noch gut benützt, auch ohne eingelegte Querwände. Mit Querwänden und Unterteilung in Bassins, in welche letzteren die Fische, nach Passieren durch die Schlupflöcher in den Wänden, ausruhen können, werden sie noch bis zu Gefällen der Sohle bis 10 % benützt, bei 12 bis 15 % liegt die Grenze der Benützbarkeit dieser Kammer-Fischpässe. Man ließ auch etwa die Schlupflöcher ganz weg, ließ das Wasser in kleinen Wasserfällen über die Kammerwände hinunterstürzen und mutete den Fischen zu, die Bassinscheidewände zu überspringen. Bekanntlich nehmen die Fische solche Hindernisse im offenen, breiten Flusse gerne im Bogensprung, dort erscheint ihnen das Springen ein Sport zu sein. In den engen Fischpaßkanälen, wagen sie indessen den Sprung nicht, sie fühlen instinktiv, in den schmalen, untiefen Kammern, deren Ausdehnung sie durch Hin- und Herschwimmen abmessen, beim Sprung auf's Trockene zu geraten. Bei breiten Ueberfällen, wo sie fühlen, daß oben auch noch Wasser vorhanden ist, springen sie, wie gesagt gerne und sie wiederholen die Sprünge so oft auf's Neue, bis sie ihnen gelingen. An der Glatt, Kanton Zürich, beim Ausfluß derselben aus dem Greifensee, besteht zwischen Fluß und Gewerbekanal eines Stauwehres eine Ueberlaufmauer bei geringem Stauwehrgefälle. Der Fischpaß ist hier durch eine Oeffnung in der Ueberfallmauer nach dem Kammerbassin zum nächst oberen.\* Bei geringem Wasserstand benützen die Fische anstandslos die Fischtreppe, während sie bei höheren Wasserständen, wo die Ueberfallmauer überläuft, gerne diese letztere direkt überspringen. Dies

\* Schweizerische Wasserwirtschaft 1918. Ingenieur A. Härry über Fischpässe. Vom gleichen Verfasser: Die Fischwege an Wehren und Wasserwerken in der Schweiz. Zürich und Leipzig 1917.



beweist uns zweierlei: Einmal, daß bei der kleinen Gefällsdifferenz von 20 cm. zwischen den benachbarten Bassins, die Fische noch anstandslos hinaufgelangen können, sodann, daß sie ebenso gerne das Gefälle überspringen, aber nur bei großer Ausdehnung des überstürzenden Wassers.\* Ein oft und auch bei übrigens gut erstellten Fischpässen beobachteter Uebelstand liegt darin, daß der unterwasserseitige Eingang des Fischpasses nicht direkt in der Stauwehrlinie liegt, sondern aus dieser nach flußabwärts gerückt ist. Zu einem derart angelegten Fischpaß finden die Fische den Eingang nicht. Der Trieb geht nach flußaufwärts; an dem Hindernis der Stauung angelangt, suchen sie dort einen Ausweg, aber immer nach oben, flußabwärts gehen sie indessen nicht, ihn zu suchen. Sodann sollte wo möglich der Zuzug aus dem Fluße zur Treppe in einem Kanal direkt aus dem Talweg des Gewässers heraus geschehen, damit auch die größeren, gern in der Tiefe schwimmenden Fische, den Zutritt zur Fischtreppe wagen, ohne sich in seichtes Wasser begeben zu müssen. In dem Fischpasse selbst soll sodann die Wassertiefe groß, womöglich  $1\frac{1}{2}$  bis 2 Meter sein, damit die Fische sich nicht fürchten, darin von den in der Luft sich aufhaltenden Feinden angegriffen zu werden. Bei den bisher angewandten Fischpässen war allerdings eine größere Wassertiefe nur schwer zu erzielen. Indem die Durchflußgeschwindigkeit quadratisch mit der Gefällshöhe wächst, ist diese letztere an sehr geringe Grenzen gebunden, sonst ist die Durchflußströmung des Wassers durch den Fischpaß so groß, daß die Fische sie nicht mehr zu überwinden vermögen. Wenn die Fische auch im offenen Fluß und freiem Anlauf Wassergeschwindigkeiten von 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Metern per Sekunde noch überwinden können, so zeigt die Erfahrung, daß diese Grenze in den engen Fischpaßkanälen, mit kurzem Anlauf

---

\* Auch etwa bei Fischtreppen mit Bassins von großer Ausdehnung.



in den kleinen Bassins, schon bei ca. 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Metern per Sekunde liegt, entsprechend einer Gefällshöhe zwischen den benachbarten Bassins von nur 20 bis 30 cm. Dabei ist nicht zu übersehen, daß die Fische in den Bassins der bisherigen Kammerfischpässe nicht geradeaus schwimmen können, sondern nur im Zick-Zack, weil zur Verminderung zu großer Durchflußgeschwindigkeit die Schlupflöcher meist abwechselnd an der linken und rechten Bassinwand angelegt werden müssen.

Es ist zwar einwandfrei festgestellt, daß nahe an der Mündung unserer Flüsse in das Meer, die Wanderfische, Salm und Lachs, noch eine Wassergeschwindigkeit von  $2\frac{1}{2}$  bis 3 Meter überwinden können, auf eine Strecke von zirka 14 Meter Länge, und bei freiem Anlaufe. Auf diese Beobachtung begründet, hat „Denil“\* seine Fischtreppe aufgebaut, die bei Angleur am Ourthe-Flusse ihren Zweck tadellos erfüllt. Diese Konstruktion nach „Denil“ benützt das durch die steil angelegte Fischtreppe hinunterstürzende Wasser zur Erzeugung von nach aufwärts gerichteter Wirbelströmung, hervorgerufen durch an der Treppensohle und den benetzten Wänden angebrachte, wasserradschaufelartige Rippungen. Solche Konstruktionen nach Denil sind auch in der Schweiz (Augst-Wyhlen, Laufenburg, Aarau, Olten-Gösgen etc.) in neuerer Zeit zur Anwendung gelangt. Sie haben hier aber ebenso gründlich versagt, wie sie in der Meeresnähe den Zweck gut erfüllen. Es gibt solche Fischtreppen nach „Denil“ bei uns, durch die noch niemals ein Fisch seinen Weg vom Unter- ins Oberwasser gefunden hat. Nach den gleichen Grundzügen, wie das System von „Denil“ ist dasjenige von „Caméré“ gebaut. Ebenso hat „Macdonald“ sich sehr bemüht, das im Fischpaß abwärts fließende Wasser zur Erzeugung einer den Kräften der Fische ansprechenden Gegenströmung zu erzeugen. Hierüber sagt geh. Baurat

\* Annales des Travaux publics de Belgique, XIV. Bd., 2. Lieferung. Schweiz. Bauzeitung 10. Februar 1910.



P. Gerhardt 1914\*\* : „Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Kraft des abwärts fließenden Wassers selbst zur Verminderung seiner Geschwindigkeit im Fischweg zu benützen. Man suchte durch eigenartig angelegte Zuleitungskanäle einen Gegenstrom im 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.“



## **B. Grundsätze für die zweckmässige Anlage von Fischpässen.**

Als allgemeine Grundsätze bei der Anlage von Fischpässen lassen sich nach dem vorstehend gesagten folgende anführen :

1. Die Wildbachkanäle erfüllen ihren Zweck nur bei sehr geringem Sohlengefälle. Sie eignen sich daher wenig gut für große Stauhöhen, der Platzverhältnisse sowohl, als der großen Anlagekosten wegen.
2. Die Fischpässe mit Kammerbassins ohne Schlupflöcher versagen fast vollständig. Die Fische wagen den Sprung in engen künstlichen Kanälen über die Kammerwände nicht. Diejenigen mit Schlupflöchern erfüllen nur bei Gefällen von unter 10 % ihren Zweck ordentlich. Es haftet denselben daher der gleiche Uebelstand, aber in etwas vermindertem Maße an, wie den unter 1 genannten Wildbachkanälen. Die Schlupflöcher sind größer als bisher zu machen.
3. Die Fischpässe nach „Denil“ oder „Caméré“ versagen in den vom Meer entfernten Gewässern vollständig, weil die bis in den Oberlauf aufgestiegenen Wanderfische ihre Kraft auf der langen Reise fast ganz aufgezehrt haben, und wohl auch, weil der Wandertrieb

\*\* In seinem Buche.



an den Flußmündungen ins Meer größer ist, um aus dem Salzwasser ins Süßwasser zu gelangen, als bei uns, wo der Wandertrieb schon hinreichend befriedigt ist, um Todessprünge besser zu unterlassen.

4. Die Fischpässe müssen ihren Eingang auf der Unterwasserseite direkt an der Hindernislinie haben, weil die Fische dort, und nur dort, einen Ausweg nach oben suchen.
5. Der Fischpaßkanal soll unter Tageslicht liegen, einfach und nicht labyrinthartig angelegt sein. Sein Zugang soll womöglich mit dem Talweg in Verbindung stehen.
6. Der Austritt aus dem obersten Bassin in den freien Fluß darf nicht unter dem Regime des Stauspiegels, mit bei ansteigendem und fallendem Wasser bald höherem, bald geringerem Druck, und entsprechend veränderlicher Strömung durch den Fischpaßkanal, liegen.
7. Bei der im Verhältnis zu der großen Flußbreite geringen Abmessung der Breite des Fischpaßkanals, muß durch entsprechende Leitung der Wasserströmung dahin gewirkt werden, daß die Fische angelockt und von selbst dem Eintritt des Fischpasses zugeführt werden.



### **C. Vorschläge zur Verbesserung nicht oder wenig benützter Fischtreppen.**

#### **1. Fischpässe nach dem Wildbachsystem mit Kammerbassins.**

Wir haben vorstehend dargelegt, welchen Anforderungen die Fischpässe genügen müssen, um benützt zu werden. Die Durchflußgeschwindigkeit muß gering sein. Dies läßt sich aber bei den großen Stauhöhen der modernen Wehre nicht auf dem Wege geringer Sohleneigung der Fischpässe erzielen; im Gegenteil, diese letzteren machen die steile Anlage mit großer Durchfluß-



geschwindigkeit zur Notwendigkeit. Wie wir gesehen haben, kommen die Fische bei Gefällshöhen von 20 Centimetern der benachbarten Bassins noch gut durch, welche Wasserspiegeldifferenz einer Durchströmungsgeschwindigkeit von ca. 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Metern per Sekunde entspricht. Sorgen wir nun dafür, daß die Geschwindigkeit des durch die Schlupflöcher der Kammerbassintreppen durchströmenden Wassers zirka 1 Meter per Sekunde nicht übersteigt, so können wir im übrigen die Neigung beliebig wählen. Zu einer derartigen Vorkehr hat die Technik aber die Mittel zur Verfügung, die wir hier an Hand eines Ausführungsbeispiels nun besprechen wollen. Wir wählen dazu, die im Jahre 1900 beim Stauwehr des Werkes Beznau ausgeführte Fischtreppe, deren Konstruktion in der beiliegenden Zeichnung, Figuren 1, 2 und 3 dargestellt ist.

Diese Fischtreppe hat, wie aus der beiliegenden Zeichnung ersichtlich ist, ein Gefälle von 12,75 ‰. Die Kammerbassins haben bei 2 m Breite, 2,75 m Länge jedes, mit 35 cm Gefällshöhe von einem obern zum nächst untern Bassin, mit seitlich in den Querwänden je auf der Sohlenhöhe der obern Bassins angeordneten Schlupflöchern von zirka 20 cm Breite und 30 cm Höhe, die abwechselnd an der linken und rechten Kammerwand angeordnet sind. Die Durchflußgeschwindigkeit des Wassers durch die Schlupflöcher beträgt zirka 1.8 m in der Sekunde. Wir haben vorstehend die Grenze der guten Benützbarkeit zu 1.5 m pro Sekunde angegeben. Es zeigt sich denn auch in diesem Beispiel, daß nur wenige Fische, von den scharenweise, namentlich bei Witterungsumschlag, am Eintritt und in den untersten Bassins harrenden, den Aufstieg wirklich bis oben durchzuführen vermögen. In jedem nächst obern Bassin ist deren Zahl geringer und deren Kraft erschöpft.

Fragen wir uns nun, wie den Fischen der Aufstieg erleichtert werden könnte, so läge die Lösung in erster Linie in der Erniedrigung der Sohlen-Neigung und damit



der Durchflußgeschwindigkeit. Letztere läßt sich aber bei gegebenem Gefälle auf andere Weise nach Wunsch beliebig vermindern. Wir geben in den Figuren 4, 5 und 6 der beiliegenden Zeichnung die zur Ermöglichung der leichtern Benützung korrigierte Fischtreppenkonstruktion. Der Nachteil zu großer abwärts gerichteter Wasserströmung ist in dieser Konstruktion mittelst Zuleitung von gegen die Schlupflöcher ausströmendem Wasser von höherem als dem im obern Bassin herrschenden Druck, aufgehoben. Es geschieht dies auf einfachste Weise durch die Anlage einer vertieften Rinne in der Längsrichtung des Fischpasses, in welcher durch, von außerhalb des Kanals zugeführtes, mit dem Oberwasserspiegel des Flusses in Kommunikation stehendes Druckwasser, eine zur Hauptströmung vom Ober- zum Unterwasser entgegengesetzte Gegenströmung erzeugt wird, welche die erstere auf das gewünschte Maß herabmindert. Zu diesem Behufe ist in der Mitte der Kanalbassins eine vom Unter- ins Oberwasser verlaufende zirka 0.5 m breite Rinne (1 in Fig. 4) angelegt, welche Rinne durch Löcher (2 in Fig. 4) unter den Querwänden des Bassins durch, eine vom Unter- zum Oberwasser durchgehende Verbindung erhält. Deren nachträgliche Anlage kann entweder durch Ausspißen des Sohlenbetons, oder aber in der Weise hergestellt werden, daß die Kanalsole beidseitig der zu erzielenden Längsrinne erhöht wird, unter gleichzeitiger Höherlegung der Bassin-Scheidewände. In jedem Bassin wird an der, dem Oberwasser zugekehrten Seite jeder Querwand ein, längs der Querwand verlaufendes Druckwasserrohr 3, mit dem über der beschriebenen Rinne angelegten Rohrkrümmer 4, eingelegt. Die Mündung dieses Rohrkrümmers 4 richtet sich gegen das je in der nächst obern Wand hergestellte Schlupfloch 2. Die querlaufenden Druckröhren 3 haben ihrerseits Verbindung mit dem in der seitlichen Wand ausgesparten Längsrohr 5, in welches das Oberwasser durch die regulierbar verschlossene Oeffnung 6



Zutritt hat. Läßt man das unter Oberwasserdruck stehende Wasser durch den Kanal 6 ein, und durch den Rohrkrümmer 4 mit der gewünschten Kraft ausströmen, so stößt dieses austretende Wasser mit größerer Geschwindigkeit gegen das im nächst obern Schlupfloch abwärts strömende Fischpaß-Betriebswasser und hebt dessen Geschwindigkeit je nach Oeffnung der Regulierungsvorrichtung 6 mehr oder weniger auf. Man könnte die vom Ober- zum Unterwasser gerichtete Strömung auf diese Weise ganz aufheben oder sogar umkehren und von unten nach oben verlaufen lassen. Diese Vorgekehr würde aber wahrscheinlich zur Folge haben, daß die Fische in dem Fischpaß auch umkehren würden, was aber nicht dem zu erreichenden Zweck entsprechen würde. Durch in der Bassinsohle nach der Rinne 1 zu gelassene Oeffnungen 7 können die Fische in die einzelnen Bassins austreten, um dort zu ruhen, oder in die Rinne eintreten, um ihre Aufstiegreise fortzusetzen. Der Oberwasser-Zuleitungskanal 5 kann — statt als Aussparung im seitlichen Wandmauerwerk — auch als Cement- oder Blechrohr über den Kanalbassins geführt werden, was bei schon bestehenden Anlagen geringere Auslagekosten verursacht.

Auf diese Weise wird den Fischen der Aufstieg in der, denselben am besten ansprechenden Weise ermöglicht. Für den Abstieg braucht nicht vorgesorgt zu werden, sie führen denselben durch die geöffneten Schützentore des Stauwehres aus mit dem abgelassenen, überschüssigen Wasser. Das Betriebswasser des Fischpasses wirkt bei seinem Austritt in den Fluß als Lockwasser für die Fische. Da nun einerseits eine fächerförmige Ausströmung, wenigstens eines Teils des Lockwassers erwünscht erscheint, um seine anlockende Wirkung auf einen größern Teil des breiten Flusses zur Geltung zu bringen, anderseits bei dieser Konstruktion sich das Wasser von Bassin zu Bassin etwas vermehrt, ist vorgesehen, einen Teil des Wassers durch die seitlichen Oeffnungen 8 dem Seitenkanal 9 zuzuführen, um dasselbe



über dem Eintritt strahlenförmig durch die Kanäle 10 mit großer Kraft ausströmen zu lassen, nahe unter dem Unterwasserspiegel, in einer durch Regulierung festgesetzten Höhenlage. Auch dieser Seitenkanal kann bei ausgeführten und bloß zu korrigierenden Konstruktionen aus einer Zement- oder Blechröhre bestehen und in passender Höhenlage über den Bassins geführt werden.

Auf diese einfache Weise kann dieser Fischpaß zweckentsprechend und ohne große Kosten umgebaut werden. Der Wasserverbrauch für den Betrieb der Fischtreppe ist ungefähr der gleiche wie bei den bisherigen Konstruktionen.

## 2. Fischpässe nach dem System Denil.

Sie bestehen aus einem engen, steil angelegten Kanal, an dessen Sohle und Wänden wasserradschaufelartige Rippungen angebracht sind, zur Erzeugung von Wirbel- und Gegenströmungen.

Die nach diesem System bei uns ausgeführten Fischpässe bestehen meist aus mehr oder weniger weit auseinandergezogenen Ruhebassins, welche letztere mittelst Fischtreppen nach diesem System unter sich verbunden sind. Diese lassen sich entweder nach dem vorgenannten Kammersystem, oder nach der in den Figuren 7, 8 und 9 der beiliegenden Zeichnung angegebenen Art korrigieren und dem Zweck entsprechend einrichten. Der Verbindungskanal zwischen den einzelnen Ruhebassins besteht hier aus einem rohrförmigen Kanal, der bei größerer Länge zweckmässig mit Drahtglas abgedeckt wird, um das Tageslicht eintreten zu lassen. Das Druckwasser wird hier in der vorbeschriebenen Weise aus dem Oberwasser zugeleitet und durch den seitlichen Kanal 11 nach den Drüsen 12 überführt, wo es eine der abwärts gerichteten Wasserströmung entgegengesetzte Geschwindigkeitsrichtung erhält und die letztere nach Wunsch entsprechend



der Menge und Kraft, mit der es zugeleitet und reguliert wird, aufhebt, so daß die Fische ohne Aufwendung einer größeren Kraftanstrengung aufsteigen können, als sie solche beim gewöhnlichen Flußaufwärtsschwimmen anwenden müssen.

Im übrigen wird bei jeder umzuändernden alten Konstruktion die durchzuführende Änderung sich den Einzelheiten und Verschiedenheit der Ausführung anzupassen haben. Bei dieser Ausführung wird im obersten Kanalstück, welches das oberste mit dem zweitobersten Bassins verbindet, der Druck des Oberwassers nicht mehr ausreichend sein, um unter allen Umständen die erforderliche Geschwindigkeit zur Bezwingung des abwärts strömenden Wassers, zwecks Verminderung dessen Geschwindigkeit, zu erzielen. Das Druckwasser wird in einem solchen Falle von einer Quelle mit höherem Wasserdruck zugeleitet, sei es, daß es einem nahe und in höherer Lage vorbeifließenden Bache, einer Druckwasserleitung oder endlich einer Kühlwasserdruckanlage, bzw. einer speziell aufgestellten Zentrifugalpumpe entnommen wird. In unserem in der Zeichnung dargestellten Beispiel haben wir die letztere Art der Beschaffung von Wasser, mit etwas höherem als dem Druck des Oberwassers, angenommen. Will man die Zuleitung des Wassers mit höherem Druck umgehen, so sind zuoberst einige Bassins mit Gefällshöhe von zirka 20 cm einzulegen.

#### **D. Die Anlage neuer Fischtreppe.**

Bei der Anlage neuer Fischtreppe wird man in Zukunft von Hause aus einen den vorstehenden Grundsätzen Rechnung tragenden Weg einzuschlagen haben. Man wird die Neigung der Treppe kostenhalber den großen Stauhöhen entsprechend steil wählen, bis 50 und mehr Prozent, die Wassertiefe der Bassins aber dennoch groß machen können, weil nun die gewünschte Gegenstömung von der Sohlenneigung unabhängig ist.



In den Figuren 10 und 11 der beiliegenden Zeichnung ist eine neue Fischtreppe dargestellt, die den an sie zu stellenden Anforderungen genügen wird. Wir haben die Breite des Fischpasses hier zu 2.80 m, die Länge der Bassins zu 4 m und die Gefällshöhe der benachbarten Bassins unter sich zu zirka 1.0—1.5 m, also die Steigung zu zirka 40 % angenommen, bei zirka 2 m Wassertiefe in den einzelnen Bassins.

Die in der Längsachse des Fischpasses angeordneten Schlupflöcher sind hier als kurze Rohrstußen aus armiertem Zementbeton angenommen, die jedes für sich eine Art Wasserstrahlapparat darstellt, mittelst dessen die Verminderung der abwärts gerichteten Wassergeschwindigkeit erfolgt. Im übrigen bringt diese neue Ausführungsform gegenüber den vorbeschriebenen keine Neuerungen.

Die Wirkungsweise dieses Fischpasses ist die folgende:

Aus den Drüsen 13 tritt das Druckwasser unter einem, den Druck des Wassers in den einzelnen Bassins übersteigenden Druck aus, indem es mit dem Spiegel des Oberwassers der Stauung in Kommunikation steht, und zwar durch die Kanäle 14 und 15. Um zu verhindern, daß im Falle des ansteigenden Oberwassers der Stauung, bei Hochwasser, oder im Falle der Stauwehrregulierung, das Druckwasser in den Schlupflöchern eine nach aufwärts gerichtete Strömung hervorruft, was die Fische zur Umkehr veranlassen könnte, wird die Eintrittsöffnung 16 mit einem mit Schwimmer versehenen Regulierring versehen, der entsprechend eingestellt wird; wie auch die Seitenabzweigungskanäle 15 reguliert und ein für alle Mal passend eingestellt werden können. Auf diese Weise ist es möglich, die nach abwärts gerichtete Strömung, trotz größerer Gefällshöhen, auf das gewünschte Minimum zu beschränken. Um anderseits den Fischen den Austritt aus dem obersten Bassin in den freien Fluß, angesichts des veränderlichen Oberwasserspiegels, zu ermöglichen, ist dem



obersten Schlupfloch, welches den Austritt aus dem letzten Bassin in's Oberwasser vermittelt, Wasser mit höherem Druck zugeleitet, und zwar aus dem Bassin 17, wohin dasselbe aus einem Bach etc. zugeleitet oder zugepumpt wird. Will man die letztere Beschaffung von Wasser mit höherem als dem Oberwasserdruck umgehen, so wären zu oberst des Fischpasses einige Bassins, mit einer Gefällshöhe von nicht über 20 cm, anzubauen, mit den entsprechenden Austrittsöffnungen. Deren Zahl richtet sich in der Hauptsache nach dem Umfang der Wasserspiegelvariation zwischen Hoch- und Niederwasserstand der Stauung. Jede dieser Oeffnung würde mit einem als Schwimmer hohl erstellten Schieber zu versehen sein, den das steigende Wasser automatisch aufwärtsgleitend schließen, das fallende aber wieder durch sein bloßes Fallgewicht abwärtsgleitend öffnen würde. Auf diese Weise wird erreicht, daß den Fischen in den obersten Schlupflöchern niemals eine unüberwindliche, oder ihre Kraft erschöpfende Strömung entgegentritt; in dem ersten Bassin mit großer Gefällshöhe aber der genügende Oberwasserdruck vorhanden ist, um mittelst dessen Ausflusses durch die Düsen, die abwärts gerichtete Wasserströmung aufzuheben. Diese Fischpässe können, angesichts deren möglichen großen Neigung, sehr billig erstellt werden. Auch die Platzverhältnisse sind sehr günstige, beansprucht doch ein mit 40 % Steigung angelegter Fischpaß eine Länge von bloß  $2\frac{1}{2}$  mal der Stauhöhe, also bei 10 m Stauung bloß 25 m Länge!

In speziellen Fällen kann indessen eine noch gerundere Form erwünscht sein, oder es kann unter besonderen Umständen die Anlage eines Fischpasses in einem zugleich als Stauanlage ausgebauten Turbinenhaus geboten sein. In diesen Fällen wäre der Fischpaß nach Figur 12 als Wendeltreppe auszugestalten, über deren Wirkungsweise nichts weiter zu sagen ist, als daß der Zuleitungskanal für das Oberdruckwasser durch die Säule



der Treppe, die Abteilung eines Teiles des überfließenden Lockwassers aber durch die Wangenmauer vorgesehen ist, wo es über dem Eintritt strahlenförmig in's Unterwasser ausströmt.

Solche Ausführungsformen können da gute Dienste leisten, wo die Platzverhältnisse sehr begrenzt sind; sie können z. B. an Stelle einer Turbinenkammer eingebaut werden. In Figur 12 ist das fächerförmig ins Unterwasser ausströmende Lockwasser durch ein Rohrstück über den Eintritt zum Fischpaß geführt, damit das wasserfallartig abfallende direkte Lockwasser nicht gebremst wird. Solche Rohrstücke können mit Vorteil bei veränderlichem Unterwasserspiegel mehrere in verschiedener Höhenlage regulierbar angelegt werden.

Angesichts der wenig Baukosten verursachenden Fischpässe der vorbeschriebenen Konstruktion, kann es bei großen Strömen erwünscht sein, außer an jedem Ufer, auch noch in der Flußmitte einen Fischpaß zu besitzen, weil bei niedrigem Wasserstand die mittleren Wehrschützen am meisten geöffnet werden, oder aber es kann, wie bei Laufenburg, die große Strömung der Turbinenkammern bei geschlossenem Wehr, die Fische von den Fischpässen an den Ufern ablocken, so daß hier in der Flußmitte ein Fischpaß eher angebracht erscheint und diejenigen an den Ufern ganz ersetzen könnte. In einem solchen Falle wären an den Ufern, sofern auch hier nötig, Fischpässe der gestreckten Art, 1 und 2 in Fig. 13, bei der dem Wehr am nächsten gelegenen Turbinenkammer aber eine Wendeltreppe, 3 in Fig. 13, anzubringen, oder aber die letztere allein, wenn sie nach den Umständen genügt.

Man darf die Erwartung aussprechen, daß durch diese vorbeschriebenen Neuerungen bei den Fischtreppenanlagen die bisherigen Schwierigkeiten behoben werden können, welche sich bei Stauanlagen in Bezug auf die Freizügigkeit der Fische bis zur Stunde ergeben haben, die sich stets vermehrten



und in Zukunft mit der Entwicklung der Wasserkraft-  
nutzung und Schiffbarmachung immer nachdenklicher ge-  
stalten würden und zum Aufsehen mahnen müßten.

(Anmerkung: Die hier beschriebenen Konstruktionen sind in der  
Schweiz und den umliegenden Staaten zum Patent angemeldet.)

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

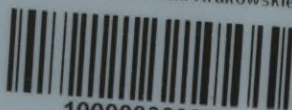


L. inw. ....

31145

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300021

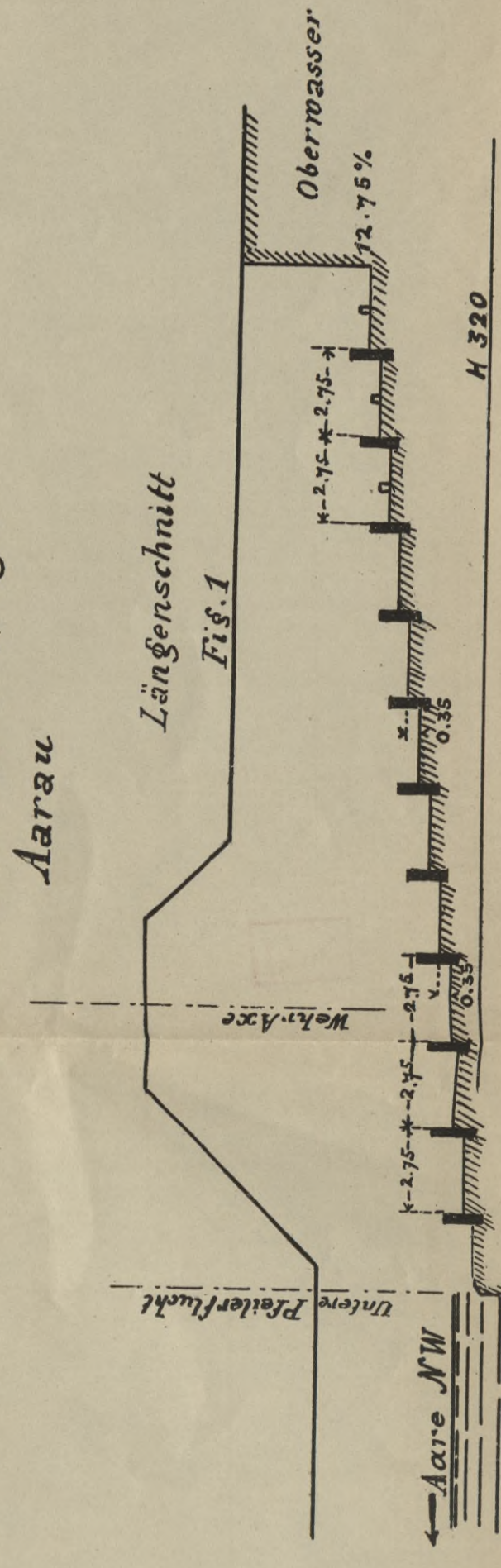




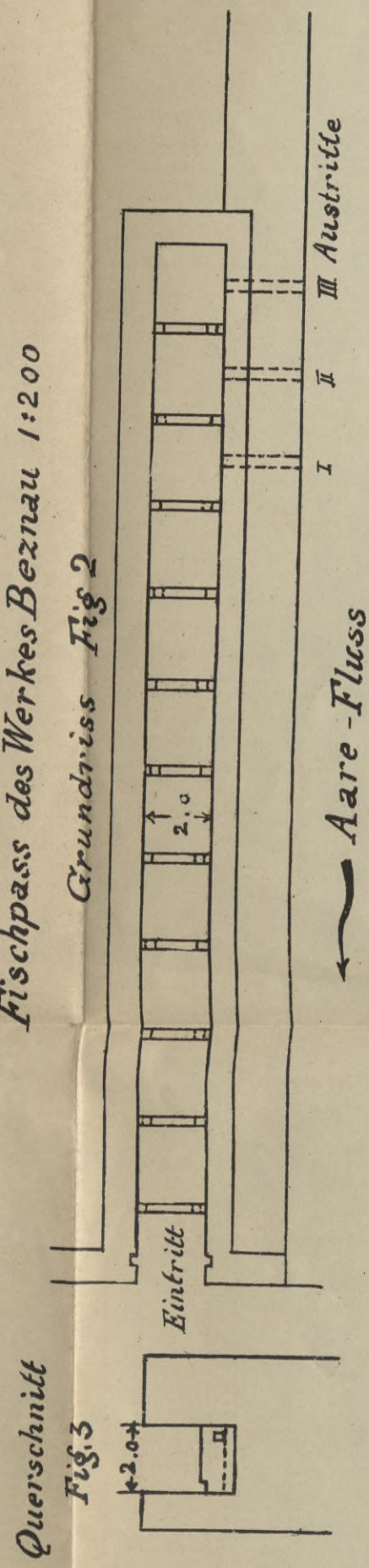


# Planbeilage zu der Schrift „Ueber Fischtrepfen“

von D. G. Lüscher, Ingr.



Fischpass des Werkes Beznau 1:200



## Fischpass nach dem Kammer-System.

Nach Vorschlag verbessert durch Druckwasser - Gegenströmung.

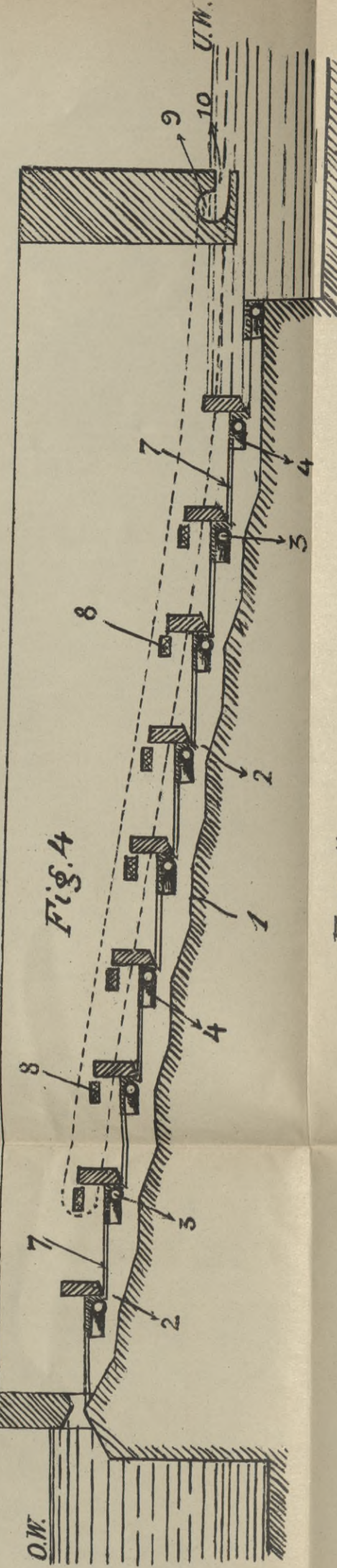
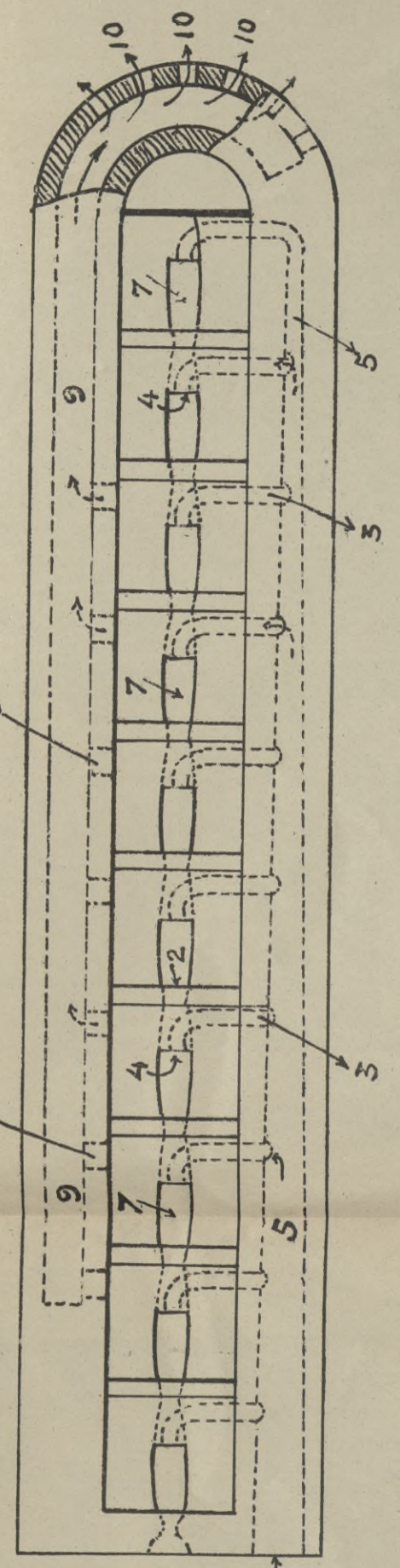


Fig. 5



## Fischpass System Denil, verbessert nach Vorschlag, durch Erzeugung von Druckwasser - Gegenströmung.

Variante

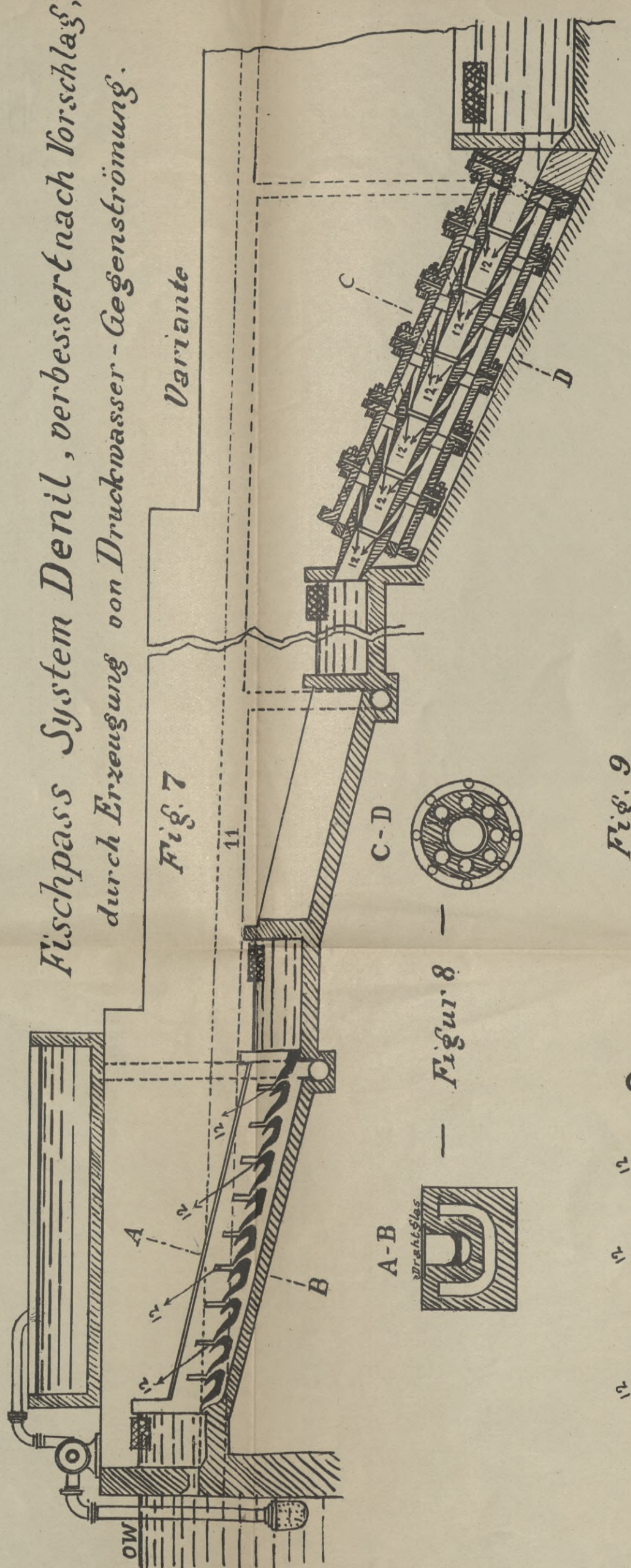
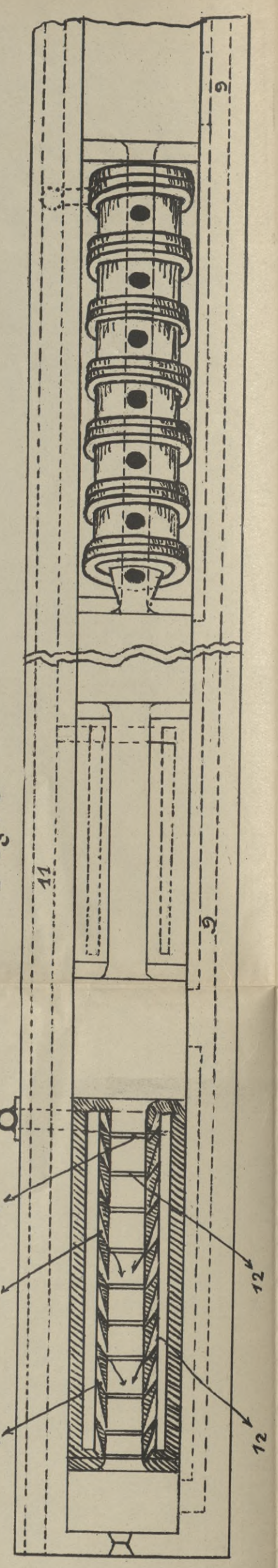
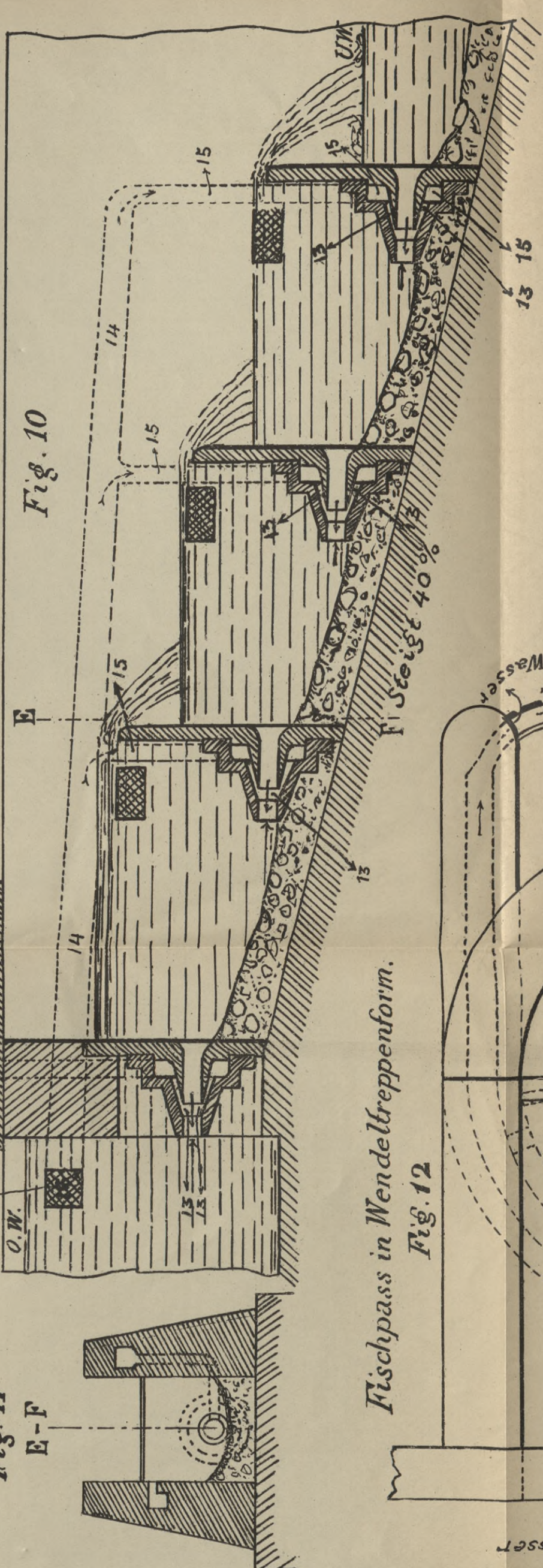


Fig. 9



## Neuer Fischpass für höhere Stauung.

Mit durch Druckwasser erzeugter Gegenströmung.



## Fischpass in Wendeltreppenform.

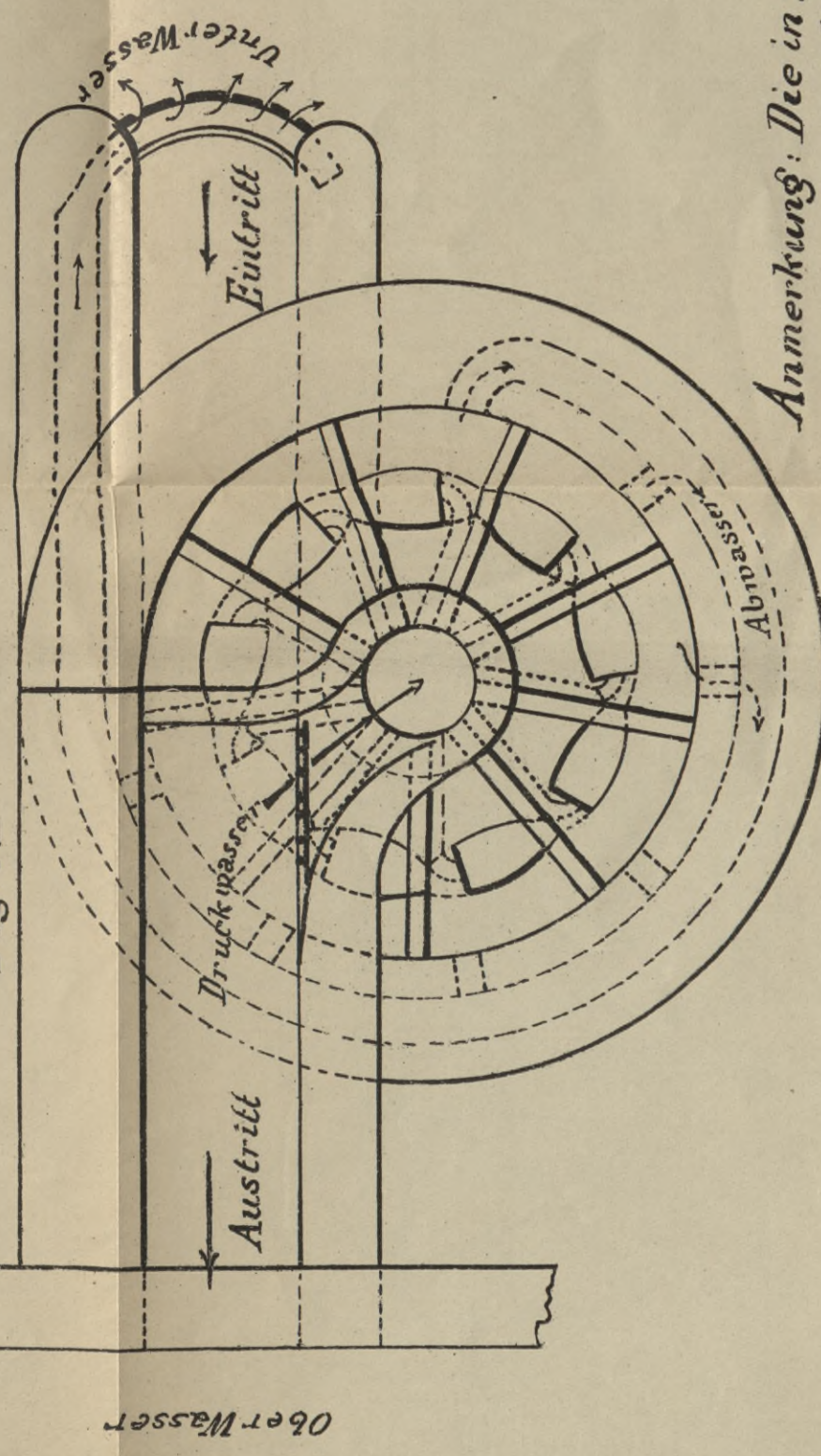


Fig. 13

Anmerkung: Die in Fig 4-13 besprochenen Konstruktionsbeispiele sind in der Schweiz u. umliegenden Ländern zum Patent angemeldet.



S. 61







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-31145**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**10000300021**