

Ueber das Rinnsal-Project oberhalb Gaissau zur Sicherung des untern Rheinthaales

Autor(en): **Legler, G.H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **3/4 (1884)**

Heft 23

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-11948>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Ueber das Rinnsal-Project oberhalb Gaissau zur Sicherung des untern Rheinthales von G. H. Legler, Linth-Ingenieur. — Mittheilungen aus dem Laboratorium für theoretische Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum von A. Fliegner, Professor der theoretischen Maschinenlehre am eidg. Polytechnikum in Zürich. — Miscellanea: Technische Hochschule zu Berlin. Gesellschaft ehemaliger Studirender der technischen Hochschule zu Darmstadt. Seilbahn in Lissabon. Neuer Centralweichenstell-Apparat. Höhenverhältnisse der Europa um-

schliessenden Meere. Automatische Bremsen. Ueber die Normativbestimmungen für Verträge zwischen Techniker und Auftraggeber. Ueber den Sicherheitspuffer von Heydrich. Unterrichtscourse über Verkehrswesen in Stuttgart. Technische Hochschule zu Hannover. Polytechnische Schule zu Paris. Dom in Worms. Canal-Tunnel. Deutsches Reichstagshaus zu Berlin. Strassenbahnen an der tessinischen Grenze. Permanentes Ausstellungsgebäude in Berlin. — Preisausschreiben. — Concurrenzen: Central-Commission der Gewerbemuseen Zürich und Winterthur.

Ueber das Rinnsal-Project oberhalb Gaissau zur Sicherung des untern Reinthales

von G. H. Legler, Linth-Ingenieur.

Herr Professor Karl Pestalozzi hat in dieser Bauzeitung Nr. 18, 19 und 20 einige „Bemerkungen über das Project betreffend Ausleitung eines Theils der Rheinhochwasser durch das Rinnsal bei Gaissau in den Bodensee“ veröffentlicht, welche nachstehende Berichtigungen erfordern, wobei wir uns nur auf einige Hauptpunkte beschränken.

Herr P. sagt Seite 104: „Ein Durchstich im Niederrieth müsste zwischen Steindämmen ziemlich weit in den Bodensee hinausgeführt werden. Diese Form der Ausleitung entspräche einer Verlängerung und so würde der Gewinn, welchen der Niederriethdurchstich bietet, der ohnehin nicht bedeutend ist, vermindert“ — sowie auf Seite 115: „Es müssten die Seedämme, welche zum Gelingen eines Niederrieth-Durchstichs unbedingt nothwendig sind, auch dann ausgeführt werden, wenn man sich darauf beschränken wollte, nur einen Theil der Hochwasser auf diesem Wege abzuleiten.“

Von welchem Theoretiker diese Idee stammt, die eine Hauptrolle in den Durchstichfragen der Rheincorrection spielt, ist gleichgültig; genug, dass sie besteht und von den Laien gläubig aufgenommen wird. Man hat vermuthlich die Seedämme bei der Juragewässer correction als Muster genommen, wo bei den Canälen zwischen je zwei Seen Steindämme sehr weit bis zur Seetiefe hinaus geführt worden sind. Das Wasser in diesen Canälen fliesst aber nicht immer in gleicher Richtung aus, sondern das Niveau der Seen kann gleich stehen, sodass kein Abfluss ist; ja sogar es kann der unterste oder Bielersee ansehnlich höher steigen, sodass von ihm aus das Wasser in Neuenburger- und aus diesem in Murtensee abfliesst. Hier ist es daher nothwendig geworden, die Ein- und Ausmündungen der Verbindungsanäle gegen Versandung durch den Wellengang der Seen möglichst zu sichern, daher die Verlängerungsdämme über den Strand hinaus bis zu einer genügenden Seetiefe.

Beim Rhein liegen die Ausflussverhältnisse anders. Dieser kräftige Strom wird bei gut construirtem Durchstich bis an den See, — etwa ähnlich der stattgefundenen Ausleitung der Glarnerlinth in den Wallensee, — durch die lockern Seeerölle oder durch seine nicht sehr schweren Geschiebe, die allmählig auf mittlere Seehöhe nach allen Seiten Depots bilden werden, — stets mit leichter Mühe auf der kürzesten Linie dem See zu sich Bahn brechen und seinen Triebsand und Schlamm weit hinaus dem Wellengang des Sees überliefern, welcher dieses leichtere Material nach der Seetiefe und den Ufern entlang weiter führen wird auch ohne solche kilometerlangen Ausleitungsdämme. Da die Depots aus gröbern Geschieben im Rhein in der Nähe des Eselsschwanzes, wie wir später sehen werden, sehr gering sind, so kann es hundert Jahre währen, bis sich an der Ausmündung des Rheines grössere Landanlagen aus größerem Kies gebildet haben, die eine Verlängerung des geschlossenen Rheinlaufes wünschbar machen könnten, wobei diese Anlagen nutzbar gemacht und gesichert würden, nachdem bis dahin der kürzere Lauf und das stärkere Gefäll des Rheins reichlich für die Obere Rheincorrection ausgenutzt werden konnte. Auf je kürzere Strecke man den hohen Rheinstand in See ausfliessen lassen kann, desto besser für grössere Senkung desselben und für die Rheinbewohner, und bei der Rheincorrection handelt es sich ja hauptsächlich um Erniedrigung der Hochwasser; — mittlere und kleine Wasserstände bringen keine Gefahr.

Man stelle sich nun, als Gegensatz, eine Verlängerung des geschlossenen Rheinlaufes mittelst zweier parallelen

Steindämmen, etwa einen Kilometer weit in den See hinaus, bis zu einer grössern Wassertiefe vor Augen, so ist es klar, dass auch bei grösserer Seetiefe in kurzer Zeit eine Kiesbank bis zur Mündung des Schlauches aufsteigen und die gleiche Deltabildung eintreten wird, die wir vorhin betrachtet haben, nur um einen Kilometer weiter im See draussen und bei durch diese Verlängerung geschwächerem Rheinstrom. Hinter den Verlängerungsdämmen bildet sich dann ein wüster sumpfiger Zustand, die Steindämme müssen gegen die Angriffe des Wellenschlages und hoher Rheinstände vertheidigt werden, was continuirlich grosse Kosten verursacht, wenn man Seitenausbrüche vermeiden will. Schliesslich wird man dieses Kampfes müde werden und um hinter den Dämmen einen festen Rücken zu erhalten, den Rhein seitwärts ausfliessen zu lassen. Somit wäre man alsdann soweit gekommen, wie am Anfang, nur unter ungünstigern Verhältnissen und nach enormen unnützen Opfern an Arbeit und Geld.

Auf S. 104 sagt Herr P. des Weitern, die Sohlenvertiefung im Rhein für den Niederriethdurchstich betrage 0,68 m und sagt weiter unten: „Die unbedeutende Senkung der Flusssohle, welche die Ableitung durch das Niederrieth zur Folge hätte, würde diesen Bau nicht rechtfertigen, selbst dann nicht, wenn Zusicherungen gegeben würden, dass er nur als Provisorium zu betrachten sei.“ — Auch diese Behauptung, welche eigentlich die Hauptursache bildet, warum Herr P. so sehr gegen das Niederrieth eingenommen ist, und worauf derselbe wiederholt in seinem Bericht zurückkommt, bedarf einer wesentlichen Berichtigung. Die Vertiefung der Flusssohle richtet sich zunächst nach dem Material, aus welchem sie besteht; wäre die Sohle felsig, so kann sie sich gar nicht vertiefen, bei compactem Lehm- oder Torfboden ist die Austiefung schwierig, besteht sie aber nur aus Triebsand, wie dies im Niederrieth wahrscheinlich der Fall ist, so richtet sich die Tiefe der neuen Flusssohle nach dem Gefäll und Bedarf für die Hochwasser.

Aus dem Längenprofil des Herrn Rheinbauingenieurs Wey in seinem Rinnsalbericht von 1883 ergibt sich auf der Strecke vom Eselsschwanz bis zum Bodensee oder von Nr. 113 + 530 bis Nr. 123 + 1020 d. h. auf einer Länge von 7500 m f. d. Hochwasser v. 1879 = 7,12 m — 3,30 m = 3,82 m Gefäll „ „ „ „ 1880 = 6,20 m — 2,51 m = 3,69 m „

Gegenwärtig hatte das Hochwasser (z. B. das von 1879) in der Strecke von oberhalb des Eselsschwanzes bis nach Rheineck, d. h. von No. 111 + 180 bis No. 117 + 360, lang 4300 m, ein Abflussgefäll = 8 m — 5,50 m = 2,50 m. Hievon ist abzuziehen die Stauung durch die Doppelkrümmung des Eselsschwanzes, die Herr Wey auf 0,63 m nach Pegelbeobachtungen beziffert, so erhält man als Normalgefäll für geraden Auslauf 2,50 m — 0,63 m = 1,87 m = 0,435 ‰ für obige Länge von 4300 m bei Hochwassern. Der Niederriethdurchstich würde den Rheinlauf unter No. 113 + 530 auf 2500 m Länge abkürzen und bei hohem Wasserstand als Abflussgefäll 2500 · 0,435 = 1,0875 m oder rund = 1,09 m bedürfen. Es würde sich somit bei No. 113 + 530 der Hochwasserstand

von 1879 senken um 3,82 m — 1,09 = 2,73 m, und „ 1880 „ „ 3,69 m — 1,09 = 2,60 m.

Für einen 1868ger Rheinstand würde die Senkung der Wasserhöhe am Eselsschwanz noch grösser. Herr P. gibt auf S. 109 an, dass ein solches Hochwasser bei geschlossenem Rheinlauf 2 m höher stehen würde, als dasjenige von 1879, also ca. auf 5,82 m über dem Bodensee. Um dieser grössern Wassermenge Rechnung zu tragen, erhöhen wir das Ausleitungsgefäll im Niederrieth um die Hälfte, was jedenfalls nicht zu wenig ist, und erhalten alsdann 1,09 + 0,55 = 1,64 m Ausflussfall, sowie eine Senkung

des hohen Rheinstandes am Eselsschwanz = $5,82\text{ m} - 1,64\text{ m}$
= $4,18\text{ m}$.

Man wäre beinahe versucht, mit dem Dichter auszurufen:

„Willst du immer weiter schweifen,
Sieh' das Gute liegt so nah!“

Eine ähnliche Vertiefung, und nicht bloss $0,68\text{ m}$, wird auch die Flusssohle erleiden, insofern das Material derselben abschwemmbar ist, was beim Niederrieth der Fall sein wird.

Dieses bedeutende Senkungsergebnis der Rheinhochwasser, welches sich bei normalem Ausbau des obern Flusslaufes parallel nach der obern Rhein correction fortsetzen dürfte, ist wahrlich wichtig genug, nicht vernachlässigt zu werden — wenn die obern Durchstiche nicht realisierbar würden — und es würde jetzt schon weithin rheinaufwärts die Erhöhung von Wuhren und Dämmen, sowie Hebung von Rheinbrücken unnöthig machen, und dem untern Rheinthale vollkommene Sicherheit verschaffen gegen die höchsten bekannten bisherigen Rheinstände. Ob sich dann auch bei kleinern Rheinständen im Bodensee Deltabildungen dem Ausfluss hindernd in den Weg stellen, schadet dies dem Rheinthale nichts, denn der Ausfluss der Hochwasser wird dadurch nicht beeinträchtigt.

Eine Theilung des Rheinlaufes, jedoch nur sobald eine gewisse Wasserhöhe erreicht ist, an der Spitze des Eselsschwanzes, wie sie das untere Rheinthale als Ableitung des ihnen schädlichen Theils vom Hochwasser durch das Rinnsal im Niederrieth anstrebt, ist durchaus nur als eine provisorische Vorkehrung aufzufassen und sie kann so lange, bis die Rheindurchstichfragen reif werden, ganz dem Bedürfniss genügen. Diesfalls sieht Herr P. die Folgen einer solchen Theilung auf S. 115 viel zu schwarz an. Wir müssen daher auch noch diese Anschauungen zu berichtigen suchen. Als Senkungsergebnis für einen dem 1868er Hochwasser entsprechenden Rheinstand bei Rheineck bestätigt auf S. 111 Herr P. die angestellten Berechnungen des Herrn Wey, wonach bei 2 m , 3 m und $5,05\text{ m}$ tiefen Abgrabungen in der Rinnsaleinmündung die bezüglichen Senkungen im Rhein $0,95\text{ m}$, $1,30\text{ m}$ und $2,27\text{ m}$ betragen würden; wenn nur die fatalen vermehrten Geschiebsablagerungen und Barrenbildungen im Rinnsal nicht wären, die bei Hochwassern, während deren Dauer von Abhilfe keine Rede sein kann, für die Gegend zwischen Rheineck und dem Bodensee schreckliche Folgen haben könnten, wie Herr P. meint.

An einem Pegel an der Spitze des Eselsschwanzes hat Herr Rheiningenieur Wey anno 1883 beim Hochwasser eine Stauung des Rheines von $0,63\text{ m}$ beobachtet. Eine solche Fallhöhe entspricht einer Geschwindigkeit von $3,52\text{ m}$ pro Secunde, welche bei der gegenwärtigen doppelten Umbiegung im Fluss verloren geht, und eben durch diesen Stau zur Weiterbewegung des Wassers in veränderter Richtung neu erzeugt werden muss. Es sollte nun klar sein, dass wenn ein Theil dieser verlorengehenden Geschwindigkeit und lebendigen Kraft des Wassers für die Fortbewegung der Geschiebe erhalten werden kann, nach Verhältniss im Eselsschwanz weniger Sinkstoffe zur Ruhe kommen. Das ist nun der Fall für jenen Theil der Rheinhochwasser, der durch das geöffnete Rinnsal geradeaus mit der zugebrachten Flussgeschwindigkeit in den nahen Bodensee sich ergiessen würde und dorthin auch den mitgeführten Trieb sand und Schlamm ausleitet. Also wird, wegen der eigenthümlichen Bildung des Eselsschwanzes, durch die beabsichtigte Hochwassertheilung die Geschiebsablagerung im Eselsschwanz eher vermindert als vermehrt werden, womit die Befürchtungen des Herrn P. sich von selbst wiederlegen. Freilich, weil das Rinnsal die grössere Zeit des Jahres hindurch trocken bleiben muss und darin Gras wächst, so wird, wenn der Rhein überläuft, höher steigt und wieder zurückgeht, gegen das Ende des Durchflusses im Gras Sand und Schlamm liegen bleiben. Diese frischen Ablagerungen können aber bei wieder steigendem Rhein keine hemmende Barre bilden, weil die dann stärkere Strömung sie wieder abtreibt; sie könnten nur nachtheilig werden, wenn sie während mehreren Jahren unbeachtet bleiben und verwachsen würden. Da

das Rinnsal ein starkes Abflussgefäll besitzt, so können solche Sand- und Schlammdepots, die beim Absinken des Rheines im Gras hängen bleiben, nur an der Einmündung bei der Spitze des Eselsschwanzes von Bedeutung werden, wie das die Erfahrung früherer Jahre, wo das Rinnsal geöffnet war, bestätigt. Man müsste daher von Zeit zu Zeit die Oeffnung des Rinnsals wieder vornehmen, wenn inzwischen die massgebenden Behörden nicht so verständig sind, sich über einen vollkommenen Rheindurchstich zu einigen.

Trotz der Ableitung eines Theils des Rheinhochwassers im Rinnsal könnten, wenn die jenseitigen Rhein anwohner ihre Ufer ebenso viel erhöhen sollten, wie es auf Schweizerseite geschieht, in Zukunft noch beinahe gleich hohe Wasserstände bei Rheineck vorbeifliessen als bisher, so dass eine Gefahr wegen Versandung des Rheinlaufes in dieser Strecke ebenso wenig bestehen wird, als dies bisher stattgefunden hat. — Gegen die bisherigen Hochwasser sind Dämme und Ufer bei Rheineck hoch genug; die Rinnsalöffnung soll nur dafür dienen, das befürchtete Uebermass an Wasser, das bei geschlossenem Rheinlauf ein 1868er Hochwasser bringen könnte, in einer am wenigst empfindlichen Weise für das untere Rheinthale unschädlich abzuleiten.

Dass die Geschiebführung des Rheines im untern Theil noch keine gefährlichen Dimensionen erreicht hat, und so lange der Verkleinerungsprozess der Geschiebsmühlen oder Serpentin in der obern Correctionsstrecke fortdauert, auch nicht so bald erreichen wird, das soll noch nachstehende Tabelle klar machen, welche nach den hydrographischen Mittheilungen des schweizerischen Ober-Bauinspectorats zusammengestellt ist.

Jahrzahl:	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875
Kleinst.Rheinstand:	+ 6,78	6,63	7,02	6,91	7,08	7,23	7,23	6,60	6,99
Jahrzahl:	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	
Kleinst.Rheinstand:	+ 6,81	6,78	6,90	6,90	6,72	6,85	7,04	7,03	m.

Diese kleinsten Wasserstände sind am Pegel bei Au, also oberhalb des projectirten Fussacherdurchstiches, beobachtet worden und ihre geringen Differenzen, sowie die Unregelmässigkeit derselben zeigen deutlich, dass wohl vorübergehende kleine Erhöhungen der Sohle sich einstellen, die aber in folgenden Jahren wieder verschwinden; eine eigentliche bleibende oder fortschreitende Erhöhung der Rheinsohle bei Au lässt sich aber aus diesen Beobachtungen nicht nachweisen. Ebenso wenig kann dies weiter abwärts beim Eselsschwanz und bei Rheineck vorbei nachgewiesen werden, so dass die, von Herrn P. so stark betonte Geschiebfrage zum Glück für diese untere Rheinstrecke noch nicht besteht.

Wir schliessen diesen Bericht, indem wir kurz die in demselben nachgewiesenen Sätze hinstellen, wie folgt:

1. Eine Weiterleitung des geregelten Rheinauslaufes weit in den Seespiegel hinaus zur Gewinnung einer grössern Seetiefe und die Verschiebung der natürlichen Deltabildung des Flusses an die Spitze solcher kilometerlangen Steindämme ist nachtheilig für die Zwecke der Correction, bringt enorme unnütze Kosten und Gefällsverlust, sowie gar keinen Vortheil.

2. Die Tiefe der Normalsohle eines geregelten Flusslaufes, oder auch Durchstiches, sei es, dass sie künstlich, oder in Folge natürlicher Austiefung erzeugt worden, richtet sich nach Bedarf und Gefäll höchster Wasserstände. Sie reinigt sich jeweilen beim Eintreffen so starker Strömungen von selbst. Beim Rhein wird somit, wenn die höchsten Wasserstände $2,6\text{ m}$ bis 4 m gesenkt werden, auch die Sohle eine ähnliche Austiefung erleiden und nicht bloss $0,6\text{ m}$, wie Herr P. wiederholt annimmt.

3. Die von den untern Rheingemeinden gegenwärtig gewünschte Ausleitung eines Theils des Rheinhochwassers im sog. Rinnsal oberhalb Gaissau ist als provisorium zu betrachten, bis die Durchstichfragen entschieden sind. Sie soll anstatt einer projectirten Wuhrerhöhung um 1 m bis 2 m dienen und in der untern Rheingegend die höchsten Rheinstände um so viel senken.

4. Weil diese Rinnsalausleitung in gleicher Richtung mit dem Zufluss erfolgen soll, so wird hiedurch die lebendige Kraft des Rheines weniger geschwächt als beim bisherigen completen Rückfließen desselben, also kann auch von einer vermehrten Geschiebsablagerung keine Rede sein.

5. Uebrigens ist für die untere Rheinstrecke weder Erhöhung der Flusssohle, noch grosse Geschiebsablagerung während einer Reihe von Jahren nachweisbar, und dieser günstige Umstand dürfte noch eine lange Reihe von weiteren Jahren bleiben, bis die obere Correction rationell umgebaut wird, wo alsdann der Transport und die Abschleifung der Geschiebe nur noch von der Länge der Durchflussstrecke bedingt sein wird.

Mittheilungen aus dem Laboratorium für theoretische Maschinenlehre am eidgenössischen Polytechnikum *).

2. Versuche über das Wesen des Spaltverlustes bei Vollturbinen.

Man findet gelegentlich den Wasserverlust am Spalt einer Vollturbine nach der gewöhnlichen Ausflussformel

$$Q = \mu F \sqrt{2g(\delta h)}$$

berechnet, worin bedeutet

Q das in 1 Secunde verlorene Wasservolumen in m^3 ,

μ den Ausflusscoefficienten,

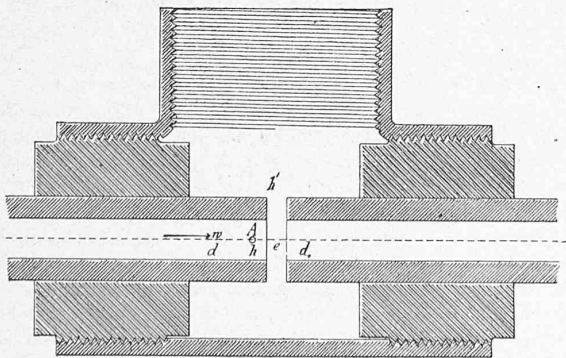
F den Spaltquerschnitt,

δh den Spaltüberdruck, d. h. die Differenz zwischen dem hydraulischen Druck im Spalt und dem hydrostatischen Druck aussen um denselben.

Es ist aber doch fraglich, ob diese Formel für den vorliegenden Fall überhaupt anwendbar ist. Dieselbe setzt bekanntlich voraus, dass sich das Wasser innerhalb der Mündung vollkommen in Ruhe befinde. Der Wasserstrahl dagegen, welcher an den Spalt einer Turbine gelangt, besitzt eine gewisse Geschwindigkeit parallel zur Mündungsebene. Diese Geschwindigkeit hat aber ganz andere Ursachen, als jene, mit welcher Wasser parallel zur Ebene z. B. einer Mündung in dünner Wand an den Mündungskanten ankommt. Jedenfalls müsste daher, selbst wenn man die obige Formel anwenden dürfte, doch der Ausflusscoefficient μ durch besondere Versuche bestimmt werden, da die Benutzung irgend eines der bekannten Coefficienten der Hydraulik, als auf den vorliegenden Fall gar nicht passend, von vornherein ausgeschlossen ist.

Die nachstehend mitgetheilten Versuche sollten mir einige Anhaltspunkte zur Beurtheilung der wirklichen Verhältnisse bei diesem Spaltverluste liefern. Leider war es mir nicht möglich, eigentliche Turbinen zu untersuchen. Ich musste mich also darauf beschränken, auf andere Art eine wesentlich möglichst ähnliche Wasserbewegung herzustellen.

Zu diesem Zwecke liess ich an einem grösseren Gas-T-Stück (für ungefähr 55 mm Rohrdurchmesser) die gegen-



überliegenden Oeffnungen durch eingeschraubte Messingstücke dicht schliessen, wie es die obenstehende Figur zeigt. Die Messingstücke waren coaxial durchbohrt und in diese Bohrungen Röhren gesteckt, die, bei der Länge der

*) Vide Nr. 2 dieses Bandes.

Dichtungsflächen, nie Wasserverluste zeigten. Das Wasser strömte von links zu. Der Durchmesser des linken Rohres betrug $d = 12,08 \text{ mm}$. Unmittelbar vor seinem Ende war eine seitliche Bohrung A angebracht, die zu einem Manometer führte und also den hydraulischen Druck in der Mündungsebene, h , zu messen gestattete. Das rechte Rohr wurde im Verlaufe der Versuche auf grössere Durchmesser, d_0 , ausgebohrt. Es konnte in verschiedenen Abständen e vom linken eingestellt werden. Das durch diesen Zwischenraum zwischen beiden Röhren abströmende Wasser trat zunächst in das T-Stück, und bei genügender Menge lief es an der dritten nach aufwärts gerichteten Oeffnung desselben über. Der hydrostatische Druck war $h^1 = 0,07 \text{ m}$. In diese obere Oeffnung konnte noch ein längeres Rohr eingeschraubt werden, wodurch h^1 auf $0,50 \text{ m}$ stieg.

Es würde hiernach bei diesem Apparat, verglichen mit einer eigentlichen Turbine, das linke Rohr dem Leitrade entsprechen, das rechte dem Laufrade, der Zwischenraum zwischen beiden dem Spalt, h dem Spaltüberdruck, h^1 dem Druck ausserhalb des Spaltes, und der Spaltüberdruck wäre $\delta h = h - h^1$. Um den verschiedenartigen Querschnittsveränderungen der Laufradcanäle nach der Austrittsseite des Laufrades hin einigermaßen Rechnung zu tragen, war weiter rechts an dem rechten Rohr ein Hahn eingeschaltet, der verschieden eingestellt werden konnte. Benutzt wurden gewöhnlich nur vier Einstellungen, die so bezeichnet sind, dass bei der vierten der Hahn ganz offen war.

Das T-Stück war über einem Kasten angebracht, in welchen das oben überfliessende Wasser einströmte. Letzteres wurde dann durch einen am Kasten dicht befestigten Canal nach dem Aichgefäss abgeleitet. In den gleichen Canal gelangte auch das durch das rechte Rohr (d_0) abströmende Wasser. Auf diese Weise konnte zunächst die gesammte Wassermasse gemeinschaftlich gemessen werden. Unmittelbar nach einem solchen Versuche wurde ein zweiter unter möglichst den gleichen Pressungen ausgeführt, bei welchen aber das am Spalt austretende Wasser durch eine Oeffnung unten im Kasten abgelassen wurde, so dass nur das durch das rechte Rohr strömende in das Aichgefäss gelangte. Die Differenz der beiden so gefundenen Wassermengen war gleich dem Spaltverlust. Eine directe Messung des letzteren, z. B. durch Benutzung zweier Aichgefässe, hätte zu complicirte Anordnungen nöthig gemacht.

Wenn nun auch bei diesem Apparat das Ueberströmen des Wassers zwischen den beiden Röhren im Wesentlichen gleichartig erfolgt, wie bei dem Spalt einer Turbine, so weichen die speciellen Verhältnisse doch zu sehr ab, um die gefundenen numerischen Resultate auf Turbinen anwenden zu dürfen. Ich unterlasse daher eine vollständige Mittheilung aller Versuche und beschränke mich auf eine kurze Angabe nur der wesentlichen Ergebnisse, sowie auf eine Discussion der letzteren, wobei ich zunächst die verschiedenen Einstellungen getrennt behandeln muss. Zur Berechnung der Versuche möge noch bemerkt werden, dass ich den Spaltquerschnitt mit

$$F = e \pi \frac{d + d_0}{2}$$

eingeführt habe.

1. $d_0 = 12,10 \text{ mm}$, $e = 0$ ergab keine Spaltverluste; die Endflächen der Rohre waren so gut bearbeitet, dass sie beim einfachen Aneinanderstossen hinreichend dicht schlossen.

2. $d_0 = 12,10 \text{ mm}$, $e = 1,1 \text{ mm}$. μ nimmt mit wachsenden Geschwindigkeiten sehr langsam ab, scheint aber für ganz kleine Geschwindigkeiten doch unendlich gross zu werden. Stellt man es als Function von δh dar, so ist sein Werth von der Einstellung des Hahnes am rechten Rohr abhängig, und zwar so, dass derselbe mit zunehmender Eröffnung des Hahnes etwas abnimmt, aber nur sehr wenig. Für praktische Rechnungen dürfte man bei den drei ersten Hahneinstellungen und bei Werthen des Spaltüberdruckes zwischen $\delta h = 0,5 - 13,5 \text{ m}$ (höherer Ueberdruck wurde nicht erreicht und auch dieser nur bei der ersten Hahnstellung) den Ausflusscoefficienten unbedenklich constant annehmen zu

$$\mu = 0,99.$$