

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizerische Bauzeitung
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	3/4 (1884)
<b>Heft:</b>	23
<b>Artikel:</b>	Ueber das Rinnal-Project oberhalb Gaissau zur Sicherung des untern Rheinthalens
<b>Autor:</b>	Legler, G.H.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-11948">https://doi.org/10.5169/seals-11948</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

INHALT: Ueber das Rinnal-Project oberhalb Gaissau zur Sicherung des untern Rheinthal 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-

schiessenden Meere. Automatische Bremsen. Ueber die Normativbestimmungen für Verträge zwischen Techniker und Auftraggeber. Ueber den Sicherheitspuffer von Heydrich. Unterrichtscurse über Verkehrs-wesen 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 Rinnal-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 Rinnal 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 vermutlich die Seedämme bei der Juragewässerrection 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 Verbindungscanäle 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 Seegerölle oder durch seine nicht sehr schweren Geschiebe, die allmälig 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 Triebstand 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 gröberem 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 Rheinanwohner, 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 paralleler

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 geschwächterem 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 Weiteren, die Sohlenvertiefung im Rhein für den Niederriethdurchstich betrage 0,68 m und sagt weiter unten: „Die unbedeutende Senkung „der Flussohle, 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 eingetragen ist, und worauf derselbe wiederholt in seinem Bericht zurückkommt, bedarf einer wesentlichen Berichtigung. Die Vertiefung der Flussohle richtet sich zunächst nach dem Material, aus welchem sie besteht; wäre die Sohle felsig, so kann sie sich gar nicht vertiefen, bei compactem Lehmboden 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 Flussohle nach dem Gefäll und Bedarf für die Hochwasser.

Aus dem Längenprofil des Herrn Rheiningenieurs Wey in seinem Rinnalbericht 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 4 300 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 4 300 m bei Hochwassern. Der Niederriethdurchstich würde den Rheinallauf unter No. 113 + 530 auf 2 500 m Länge abkürzen und bei hohem Wasserstand als Abflussgefäll 2 500 · 0,435 = 1,0875 m oder rund = 1,09 m bedürfen. Es würde sich somit bei No. 113 + 530 der Hochwasserstand

$$\text{von 1879 senken um } 3,82 \text{ m} — 1,09 = 2,73 \text{ m, und}$$

$$\text{„ 1880 } " 3,69 \text{ m} — 1,09 = 2,60 \text{ m.}$$

Für einen 1868er Rheinstand würde die Senkung der Wasserhöhe am Eselsschwanz noch grösser. Herr P. gibt auf S. 109 an, dass ein solches Hochwasser bei geschlossenem Rheinallauf 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 also 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 Flussohle erleiden, insofern das Material derselben abschwemmbar ist, was beim Niederrieth der Fall sein wird.

Dieses bedeutende Senkungsresultat der Rheinhochwasser, welches sich bei normalem Ausbau des obern Flusslaufes parallel nach der obren Rheincorrection fortsetzen dürfte, ist wahrlich wichtig genug, nicht vernachlässigt zu werden — wenn die obren Durchstiche nicht realisirbar würden — und es würde jetzt schon weithin rheinaufwärts die Erhöhung von Wuhren und Dämmen, sowie Hebung von Rheinbrücken unnötig machen, und dem untern Rheintale 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 Rheintale 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 Eselschwanzes, wie sie das untere Rheintal als Ableitung des ihnen schädlichen Theils vom Hochwasser durch das Rinnal 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 berichtigten suchen. Als Senkungsresultat für einen dem 1868 er Hochwasser entsprechenden Rheinstand bei Rheineck bestätigt auf S. 111 Herr P. die angestellten Berechnungen des Herrn Wey, wonach bei  $2\text{ m}$ ,  $3\text{ m}$  und  $5,05\text{ m}$  tiefen Abgrabungen in der Rinnaleinmündung 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 Rinnal nicht wären, die bei Hochwassern, während deren Dauer von Abhülfe 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 Rinnal geradeaus mit der zugebrachten Flussgeschwindigkeit in den nahen Bodensee sich ergieissen 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 Rinnal 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 Rinnal ein starkes Abflussgefäß 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 Rinnal geöffnet war, bestätigt. Man müsste daher von Zeit zu Zeit die Oeffnung des Rinnals 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 Rinnal könnten, wenn die jenseitigen Rheinanwohner 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 Rinnalöffnung 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 Rheintal unschädlich abzuleiten.

Dass die Geschiebführung des Rheines im untern Theil noch keine gefährlichen Dimensionen erreicht hat, und so lange der Verkleinerungsprozess der Geschiebsmühlen oder Serpentinen in der obren Correctionsstrecke fortduert, 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

Kleinstd.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

Kleinstd.Rheinstand: + $6,81$   $6,78$   $6,90$   $6,90$   $6,72$   $6,85$   $7,04$   $7,03\text{ m}$ .

Diese kleinsten Wasserstände sind am Pegel bei Au, also oberhalb des projectirten Fussacherdurchstisches, 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 Durchstichs, 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  $4\text{ m}$  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. Rinnal oberhalb Gaissau ist als Provisorium zu betrachten, bis die Durchstichfragen entschieden sind. Sie soll anstatt einer projectirten Wuhrerhöhung um  $1\text{ m}$  bis  $2\text{ m}$  dienen und in der untern Rheingegend die höchsten Rheinstände um so viel senken.

4. Weil diese Rinnalsausleitung in gleicher Richtung mit dem Zufluss erfolgen soll, so wird hiernach 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 Flussohle, noch grosse Geschiebsablagerung während einer Reihe von Jahren nachweisbar, und dieser günstige Umstand dürfte noch eine lange Reihe von weiten Jahren bleiben, bis die obere Correction rationell umgebaut wird, wo alsdann der Transport und die Abschleifung der Geschiebe nur noch von der Länge der Durchflusstrecke 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

$$Q = \mu F V^2 g (\delta h)$$

berechnet, worin bedeutet

$Q$  das in 1 Secunde verlorene Wasservolumen in  $m^3$ ,  
 $\mu$  den Ausfluscoeffizienten,

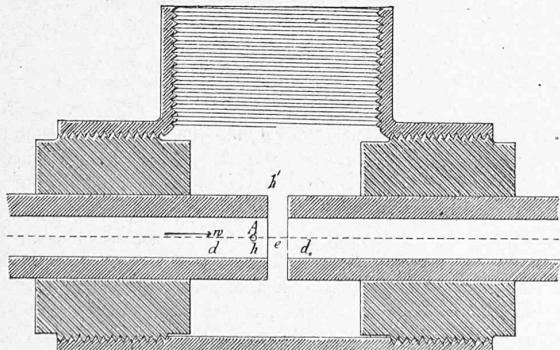
$F$  den Spaltquerschnitt,

$\delta h$  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 befindet. 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 Ausfluscoeffizient  $\mu$  durch besondere Versuche bestimmt werden, da die Benutzung irgend eines der bekannten Coeffizienten 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 Spaltdruck,  $h^1$  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 gesamme 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 nötig 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 Röhre waren so gut bearbeitet, dass sie beim einfachen Aneinanderstoßen hinreichend dicht schlossen.

2.  $d_0 = 12,10 \text{ mm}$ ,  $e = 1,1 \text{ mm}$ .  $\mu$  nimmt mit wachsenden Geschwindigkeiten sehr langsam ab, scheint aber für ganz kleine Geschwindigkeiten doch unendlich gross zu werden. Stellt man es als Function von  $\delta h$  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 Hahnstellungen und bei Werthen des Spaltüberdruckes zwischen  $\delta h = 0,5 - 1,5 \text{ m}$  (höherer Ueberdruck wurde nicht erreicht und auch dieser nur bei der ersten Hahnstellung) den Ausfluscoeffizienten unbedenklich constant annehmen zu

$$\mu = 0,99.$$