

Bauliche und maschinelle Mittel
zur Herstellung einer
Schifffahrts-Strasse
auf dem
Ober-Rhein
und sonstigen
Geschiebe führenden Flüssen
mit Bezugnahme auf den
Kretz'schen Patent-Spülbagger.

Vortrag

gehalten in der vereinigten Sitzung des Karlsruher Bezirks-
Vereins deutscher Ingenieure und des badischen Ingenieur-
und Architekten-Vereins am 3. Juli 1897

durch

Fr. Kretz,
Civil-Ingenieur.

F. Nr. 27 753



Karlsruhe.

Verlag von Wilh. Jahraus.
1897.

G. 40.

29.

G. 40

29

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298259

Bauweise und maschinelle Mittel

Schiffahrts-Strasse

Ober-Rhein

Verlag

xx
247

Bauliche und maschinelle Mittel

zur Herstellung einer

Schifffahrts - Strasse

auf dem

Ober-Rhein

und sonstigen

Geschiebe führenden Flüssen

mit Bezugnahme auf den

Kretz'schen Patent-Spülbagger.

Vortrag

gehalten in der vereinigten Sitzung des Karlsruher Bezirks-Vereins deutscher Ingenieure und des badischen Ingenieur- und Architekten-Vereins am 3. Juli 1897.

durch

Fr. Kretz,

Civil-Ingenieur.

F. No. 21753



Karlsruhe.

Verlag von Wilh. Jahraus.
1897.

xx
247

Bauliche und maschinelle Mittel
zur Herstellung einer
Schiffahrts-Strasse

Ober-Rhein



II 31579



Akc. Nr. 2448/50

Mittel zur Verbesserung der Schifffahrt Geschiebe führender Flüsse, besonders des Ober- Rheines, mit besonderer Berücksichtigung des Kretz'schen Spülbaggers.

Vorwort.

Fast bei allen schiffbaren Flüssen, am allermeisten aber bei den Geschiebe führenden, tritt jährlich ein oder mehrere Male, selbst wochenlang der Uebelstand ein, dass die Schifffahrt an einzelnen Stellen in Folge des von Schwellenbildungen verursachten zu niedrigen Wasserstandes nicht mehr oder nur mit verminderter Ladung stattfinden kann.

In dem gleichen Falle befindet sich der Rhein und speziell der Oberrhein.

Die Frage der Schiffbarmachung des Oberrheines hat eine grosse Anzahl Vorschläge hervorgerufen, welche aber in ihrer grossen Mehrheit den Charakter einer mehr oder weniger zweifelhaften Lösung in sich tragen.

Dies hat mich, der ich mich jahrelang mit dieser Frage beschäftigte, veranlasst, auf einem von den seitherigen Lösungsarten verschiedenen Wege der Sache näher zu treten, und ich erlaube mir Ihnen meine bezüglichlichen, von Versuchen unterstützten Vorschläge vorzulegen.

Hydrotechnische Verhältnisse des Oberrheines.

Um zunächst ein klares Verständniss dieser Verhältnisse zu erhalten, glaube ich, dass es nicht unnöthig ist, die charakteristischen Eigenthümlichkeiten des Oberrheines noch einmal vorzuführen:

Vor Allem ist zu bemerken, dass der Oberrhein von Basel ab auf einer circa 25 m hohen Schichte Gerölle läuft, welches aus einem Gemische von gröberem Kies bis zum feinsten Sand, der Sohle des früheren Rheinsees, besteht.

Hierzu kommt noch das Geschiebe, das die Nebenflüsse in geringer Menge hinzuführen. Von Basel aufwärts kommt fast nichts mehr hinzu, da die Rheinsohle daselbst aus festem Material besteht und die Schweizerflüsse in den Schweizerseen ihr Geschiebe ablagerern.

Da der Rhein zwischen Basel und Mannheim zu den Flüssen zählt, deren Beschleunigung nicht durch Reibung an der Sohle aufgehoben wird, so wächst seine lebendige Kraft in kürzester Zeit in solchem Maasse, dass er das Bett angreift und der Stromstärke entsprechende Massen Gerölle so lange vor sich herschiebt, bis seine Wassergeschwindigkeit so weit reduziert ist, dass das Geschiebe liegen bleibt. Dann geht er je nach der Form der angeschwemmten Kieshaufen rechts oder links oder an beiden Seiten derselben vorbei und beginnt seine Thätigkeit von Neuem.

Dadurch erhält das Längenprofil des Flussbettes eine wellige Form, welche je nach Stärke des Hochwassers mehr oder weniger markirt ist.

Die durch den Strom ausgehöhlten Strecken zwischen zwei Anhäufungen bilden alsdann Wasserbehälter, welche für die Erhaltung eines gewissen Wasserstandes im Rhein, also für seine Schiffbarkeit, von allergrösster Wichtigkeit sind.

Auf der anderen Seite bilden aber die bedeutendsten dieser Erhöhungen ein Hinderniss für die Schifffahrt, da diese Stellen nur Schiffe von sehr geringem Tiefgange passiren können.

Die Rheinsohle erhält dadurch das Bild einer Kette ovaler, an der tiefsten Stelle verengter Wasserbehälter, mit einem etwas vertieften Einlauf und Auslauf.

Da aber die Stromrichtung und dadurch die Mittellinie der Krafrichtung durch die Gestalt der Uferlinien und des vorhandenen Flussprofils nach rechts oder nach links gedrückt wird, wird auch der höchste Punkt der oben genannten Kiesablagerungen bald mehr nach rechts oder nach links zu liegen kommen und der dadurch geschaffene Wasserbehälter in der Regel eine nach der Uferlinie gekrümmte Form erhalten.

Bei Eintritt eines mittleren Wasserstandes treten die höchsten convexen Theile der Ablagerung zu Tage, während der unter Wasser bleibende Theil durch die Strömung etwas ausgewaschen wird und Sattelform erhält.

Den über Wasser sichtbaren Theil der Ablagerung heisst man, wie Ihnen bekannt, Kiesbank, den unter Wasser Schwelle; die Linie der grössten Wassertiefe, welche der Linie der grössten Stromstärke entspricht, Thalweg.

Dass der Thalweg nicht strikte die Achse des Rheines als Weg einhält, sondern sich in Folge der Form der Ufer

und der Rheinsohle bald dem rechten, bald dem linken Ufer nähern muss, ist nach Gesagtem nur natürlich. Der Thalweg schlängelt sich, oder wie es technisch heisst serpentirt bei jedem Flusse, dessen Gefälle zu gross ist, als dass die Beschleunigung durch die Rauigkeit der Sohle vernichtet wird.

Das Serpentiren ist also ein charakteristisches Merkmal aller Geschiebe führenden Flüsse und kann nur dadurch beseitigt werden, dass man deren Gefälle entsprechend vermindert, resp. ihren Lauf verlängert, die Ufer geradlinig, die Rauigkeit an der Flusssohle so macht, dass die Wassergeschwindigkeit konstant bleibt ohne die Sohle anzugreifen.

Wenn Jemand dieses Problem lösen könnte, dann wäre auch die Frage der Schiffbarmachung des Oberrheines und aller anderen Flüsse mit genügendem Wasser gelöst.

Leider ist dies bis jetzt noch nicht gelungen und wird auch aus später angeführten Gründen nicht gelingen.

Das Serpentiren des Oberrheines ist nicht, wie ich erst neulich in einem Werke las, die Hauptursache der Schwellenbildung, so wenig die Schwellenbildungen im Allgemeinen die Ursache des Serpentirens sind, sondern beide sind in der Hauptsache die Folgen zu starken Gefälles.

Allerdings beeinflussen sich beide wechselseitig in Bezug auf ihre Form und ihre Lage; aber keines ist der Erzeuger des andern.

Da mit der Beseitigung der Ursache des Serpentirens des Thalweges auch die Schiffbarkeit erreicht wäre, ist es von Interesse, deren Möglichkeit oder deren der Schifffahrt etwa genügende Verminderung zu prüfen.

Ein Geradelegen des Flusslaufes mit gleichzeitiger Verminderung des Gefälles ist von vornherein als unmöglich ausgeschlossen; zur Zeit wird die durch die Beschleunigung hervorgerufene wachsende Wassergeschwindigkeit und lebendige Kraft am Oberrheine

1. durch die Reibung an der Sohle,
2. durch den Transport der Geschiebe,
3. durch die Kurven der Korrektionswerke,
4. vor Allem aber durch den direkten Widerstand in der zwischen den Schwellen concaven Rheinsohle aufgehoben.

Eine Korrektion, welche einen konstanten Zustand im Flussbette herstellen sollte, müsste vor Allem die Beweglichkeit der Rheinsohle aufheben, die Schwellen in bestimmter Form festlegen und der Sohle zwischen den Schwellen eine solche concave Gestalt geben, dass selbst beim höchsten Wasserstand die

Wassergeschwindigkeit nicht über ein bestimmtes Maximum wachsen könnte. Ausserdem müsste Sorge getragen werden, dass keinerlei Geschiebe mehr in das korrigirte Flussbett gelangen könnte. Ersteres liesse sich, wie ich später nachweisen werde, technisch ausführen, finanziell aber nicht. Letzteres lässt sich auch technisch kaum ausführen.

Rhein-Korrektion von Tulla.

Betrachten wir, was zur Verbesserung der Wasserverhältnisse des Oberrheines bis jetzt geschehen ist, so kommen wir zuerst auf die Tulla'sche Rheinkorrektion, welche vor Allem die Aufgabe der Besserung der sanitären Verhältnisse des Rheinthales und die Gewinnung grösserer Länderkomplexe hatte.

Allerdings glaubte man, auch eine grössere Schiffbarkeit dadurch zu erreichen; schon damals spukte der Gedanke der Herstellung eines Normalprofiles zur Heilung aller Uebel des Rheines und man glaubte, dass die gewählten Profile hierzu geeignet seien.

Statt dessen ergab sich, dass durch die Verkürzung des Flusslaufes

1. das Wasser rascher kam und rascher ablief und dadurch einen höheren, wenn auch kürzeren Hochwasserstand und einen geringeren Mittel- und Niederwasserstand und dadurch eine geringere Fahrtiefe erzeugte,
2. die Schwellenbildungen markirter und dadurch der Schifffahrt gefährlicher wurden.

Mit anderen Worten, es zeigte sich von Neuem, dass die Verkürzung der Wasserläufe mit starkem Gefälle im Allgemeinen eine Verschlechterung der Fahrinne hervorruft.

Schiffbarmachungsprojekte.

Nachdem nun in den siebziger, achtziger und neunziger Jahren zum Zweck der Fahrrinnenverbesserung schiffbarer Flüsse zahllose Messungen besonders im Rhein, im Mississippi, in der Donau, in der Rhone etc. vorgenommen waren, wurden die gefundenen Gesetze der Wasserbewegung in mathematische Form gebracht, um daraus Schlüsse über Mittel und Wege zur Schiffbarmachung von Flüssen zu ziehen.

Besonders war es die aus den Messungen abgeleitete Formel von Gangouillet und Kutter, welche als Fundament für Berech-

nung der Anlagen der projektirten Schiffahrtkorrektionswerke diene und als Beweis für deren Möglichkeit angeführt wurde und noch wird.

An Hand dieser Formel wurden die Normalprofile für alle Stromgeschwindigkeiten, für alle Wassermengen und Wassertiefen, überhaupt für alle Verhältnisse der Wasserläufe entwickelt.

Die in den letzten Jahren aufgetauchten ernstesten Vorschläge zur Schiffahrtkorrektion des Oberrheines gipfeln alle in mehr oder weniger verschiedener Weise in dem Gedanken, dem Flusse solche Querprofile zu geben, dass die lebendige Kraft desselben bis zu einem gewissen Grad aufgehoben wird.

So sagt Herr Professor Sayer in seiner Denkschrift „Über die Verbesserung der Schiffbarkeit des Oberrheines von Mannheim bis Strassburg“ Seite 40: „Das in Ziffer 8 bezeichnete Ziel kann in vollkommener Weise erreicht werden durch Herstellung eines Gerippes, dessen Widerstandsfähigkeit grösser ist als die angreifende Kraft des Wassers. Da diese Letztere in verschiedenen Punkten eines Stromquerschnittes verschieden gross, so wird auch das zuschaffende Gerippe nicht überall die gleiche Festigkeit zu bieten haben.

Ziffer 10. Sofern die Festlegung des Strombettes in vollkommener Weise erfolgt, ist es ganz gleichgiltig, in welcher Form dies geschieht.“

Bezüglich der Geschiebe, welche noch nach der Korrektion in die Fahrrinne kommen, sagt Seite 35:

„Eine mässige Geschiebebewegung in der Schiffahrtsrinne kann bei der unter allen Umständen reichlichen Wassertiefe erhebliche Nachtheile oder Belästigungen nicht im Gefolge haben, und es wird auch von vornherein die Mitwirkung von Baggermaschinen in Aussicht genommen werden müssen.“

Herr Baurath A. Doell in Metz sagt in seinem Buche „Die Regulirung geschiebeführender Wasserläufe besonders des Oberrheines durch eiserne Leitwerke, Grundschwellen und Bühnen“ Folgendes:

„Die Fortschritte, die die Technik seit 1833 gemacht hat, müssen dazu benützt werden, die Stromsohle durch Grundschwellen zu festigen und dem Niederwasserbett durch Leitwerke und Bühnen ein unzerstörbar festes Gerippe zu geben, in dem die Schiffahrt stets die nöthige Wassertiefe

findet, die Kiesbänke die Tiefen ausfüllen und in dem, in Folge des streckenweise verglichenen mittleren Längengefalles, eine so geringe Geschwindigkeit eintritt, dass sie ohnmächtig ist, die Geschiebe wie bisher aus der Sohle auszuwaschen, aber kräftig genug bleibt, auch zur Zeit der kleinsten Wasserstände kleinen Kies und Sand fortzuführen, um den Stromschlauch frei zu halten.“

Der Unterschied zwischen den beiden Vorschlägen beruht darin, dass der eine die nöthigen Bauten aus Faschinat, Senkwürsten und Steinpflaster etc. herstellt, der andere die Einbauten aus Eisen herstellen will.

Formel von Gangouillet und Kutter und deren Werth zur Berechnung der Schifffahrts-Korrektionswerke.

Sayer und Doell entwickeln ihre Vorschläge auf Basis der Formel von Gangouillet-Kutter

$$v = 23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{J} \cdot \sqrt{R J} \\ 1 + \left(23 + \frac{0,00155}{J} \right) \frac{n}{\sqrt{R}}$$

wobei v = die mittlere Wassergeschwindigkeit des Flusses

n = dessen Rauigkeitscoefficient

J = Gefälle pro lfd. Meter

$R = \frac{\text{Wasserquerschnitt}}{\text{Benetzter Umfang}}$ bedeutet.

Es sollen nämlich n , J , R so gewählt werden, dass v so klein ausfällt, dass selbst bei Hochwasser keine oder fast keine Geschiebebewegung stattfinden soll.

Ist ein Flussbett so ausgebaut, dass eine gleichmässige Geschwindigkeit auf einer Strecke erhalten bleibt oder die Wassergeschwindigkeit nur so wenig abnimmt, dass die Abnahme vernachlässigt werden kann, so wird nur:

Die Beschleunigung durch Widerstände im Flussbett vernichtet, während die mittlere Geschwindigkeit, welche als Anfangsgeschwindigkeit von stromaufwärts empfangen wird, unverändert am Ende der Messstrecke wieder abgegeben wird.

Daraus folgt, dass die mittlere Geschwindigkeit weder von den Widerständen im Flussbett, noch von dem Gefälle der bezüglichen Strecke, noch vom Wasserquerschnitt, noch vom benetzten Um-

fange abhängt und dass aus dieser Formel keine Schlüsse auf die Wahl von n , J und R für regulirte Flüsse gezogen werden können.

Betrachten wir die Formel weiter, so finden wir den Werth des zu wählenden Rauigkeitscoefficienten

$$I. n = \pm \sqrt{\frac{VR^3 J}{\left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) v} + \frac{\left(v R + \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \sqrt{R^3 J}\right)^2}{2 v \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right)}} - \frac{v R - \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right) \sqrt{R^3 J}}{2 v \left(23 + \frac{0,00155}{J}\right)}$$

Nun können wir auch den Rauigkeitscoefficient (Reibungscoefficient) durch den Quotient der durch die Rauigkeit pro Sekunde auf einen Meter Weg verbrauchten Stromarbeit und dem Gewichte der pro Sekunde durchfliessenden Wassermenge ausdrücken.

Die durch diese absorbirte Arbeit (A) pro lfd. Meter Fluss beträgt aber, wenn J das bezügliche Gefäll bedeutet und Q die Wassermenge pro Sekunde:

$$II. A = 1000 \cdot Q \cdot J$$

und der Rauigkeitscoefficient nach Obigem

$$III. n = \frac{1000 Q \cdot J}{1000 Q} = J$$

Der Rauigkeitscoefficient, der der regulirten Strecke zu Grunde gelegt werden müsste, wäre nichts Anderes als das mittlere Gefälle.

Dieser Coefficient ist aber unabhängig von der mittleren Wassergeschwindigkeit, von dem benetzten Umfange und dem Wasserquerschnitt. Er gibt nur an, welche Arbeit im Strom pro Arbeitseinheit durch Widerstände im Flussbett zur Errichtung und Erhaltung einer konstanten mittleren Wasserbewegung, das ist zur Vernichtung der Beschleunigung erforderlich ist.

Aus diesen Gründen wäre die Formel II. zur rechnerischen Vorherbestimmung des Widerstandes, welcher zur Regulirung der schiffbaren Flüsse erforderlich sein wird, der Formel I. vorzuziehen, welche ja ohnedies grossentheils aus Messungen an Flüssen wie Mississippi, Rhein, Donau, Rhone etc. entwickelt sind, welche eben nicht in obigem Sinne als regulirt betrachtet werden und desshalb auch keine Anhaltspunkte für Anlage eines regulirten Wasserlaufes geben können.

Aber auch das Gefälle ist auf einer bestimmten Strecke kein konstantes. Die Schwellen bilden meistens die Bruchpunkte des Gefälls und selbst das Gefäll zwischen zwei Schwellen bildet eine in der Mitte nach abwärts gebogene Linie, die in einzelnen Fällen vor der unteren Schwelle sogar etwas aufwärts steigt.

Je nach der Höhenlage der Schwellen kann aber das Gefälle zwischen Beiden unter Umständen das mittlere Gefälle um 50—60% übersteigen oder um 30% darunter liegen.

Also auch der Rauigkeitscoefficient ist innerhalb gewisser Grenzen veränderlich.

Doch könnte man diesem Umstande dadurch Rechnung tragen, dass man in Formel II. für J den doppelten Werth $2J$ setzen würde.

Nehmen wir an, dass im Rhein bei Maxau bei Hochwasser pro Sekunde 2000 cbm Wasser im eigentlichen Flussprofil bei einem mittleren Gefäll von 0,00035 m passiren, so wäre pro lfd. Meter Flussbett ein Nutzwiderstand von (nach Formel II.)

$$A = 1000 \cdot 2000 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,00035 = 700 \text{ kgm}$$

zu erzeugen resp. pro Sekunde 700 cbm Arbeit des Wassers zu vernichten.

Da die lebendige Kraft des Rheins bei 1,6 mittlerer Geschwindigkeit an dieser Stelle = $\frac{1000 \cdot 2000 \cdot 1,6^2}{2 \cdot 9,8} = 261\,000 \text{ kgm}$

auf einen lfd. Meter Fluss beträgt, wozu durch die Beschleunigung noch 700 kgm kommen, aber auch 700 kgm pro Sekunde wieder vernichtet werden müssen; um eine konstante Geschwindigkeit zu erhalten, müsste also bei Hochwasser circa der 360ste Theil der ganzen lebendigen Kraft oder ein zwanzigstel der Geschwindigkeit des Rheines zum Zweck der Regulirung vernichtet werden.

Technisch liesse sich dies dadurch ausführen, dass man dem Längenprofil des Rheins eine sägenartige unveränderliche Gestalt geben würde; aber dabei müsste jede Zufuhr von Sand und Geschieben in das regulirte Bett verhindert werden.

Da aber jedes Projekt nicht nur eine technische, sondern auch eine finanzielle Seite hat, so wollen wir auch diese in Betracht ziehen.

Um die Kosten der Regulirung so günstig als möglich zu gestalten, will man mit einzelnen die Stromkraft brechenden Gerippen, Schablonen beginnen, mit Bühnen und Grundschwellen nachhelfen und erst nach und nach die Flusssohle ausbauen. Ich halte diese Bauweise für theurer, als wenn ganze Strecken auf einmal ausgebaut werden. Die Unterhaltung

und Erhaltung einzelner Querbauten kostet viel mehr, als diejenige der vollständig ausgebauten Strecke, weil die bewegliche Rheinsohle zwischen denselben doch in Bewegung bleiben und die Wirkung der baulichen Anlage grösstenteils illusorisch machen wird.

Eine Festlegung der Flusssohle ist aber nur möglich auf gewachsenem Boden, und da dieser sich im Rheine erst 4—5 m (im Mittel) unter der jetzigen Sohle befindet, so müssten, um eine dauernde Arbeit zu erhalten, zwischen Karlsruhe und Mannheim allein

$107\ 000 \times 250 \times 4 = 107\ 000\ 000$ Kubikmeter Kies ausgebaggert werden.

Würde dann die Sohle mit Steinen, sei es in Form von Pflaster, oder Senkwürsten oder sonst einer Form befestigt und würden auf den Quadratmeter Sohle nur ein halber Kubikmeter guter Qualität verwendet, so wären hierzu

$0,5 \times 107\ 000 \times 250 = 13\ 375\ 000$ Kubikmeter Steine erforderlich.

Rechnet man den Kubikmeter Stein incl. Legen zu 10 Mk. und das Baggern des Kieses zu 20 Pfg. per Kubikmeter, so erhält man nur für diese Beiden allein als Kosten der Regulirung dieser Strecke

$$13\ 375\ 000 \times 10 + 107\ 000\ 000 \times 0,2 = \\ \mathbf{155\ 150\ 000\ Mk.}$$

Die Zinsen dieses Anlagekapitals, sowie die voraussichtlichen Unterhaltungskosten der Anlagen würden genügen, jährlich 250 000 Tonnen Kohlen per Bahn von Mannheim nach Strassburg zu transportiren.

Es wäre also ein sehr schlechtes finanzielles Geschäft, das der Staat durch diese Regulirung machen würde.

Nun kommt aber noch hinzu, dass es eben absolut unmöglich ist, die Geschiebe, die von oberhalb Strassburg im Rhein kommen und die von dessen Nebenflüssen zwischen Strassburg und Mannheim herbeigeführt werden, aus der regulirten Fahrinne fern zu halten und dass deshalb schon während des Baues die Sohlenbefestigung wieder mit Sand und Kies überzogen würde.

Dadurch sind die Bedingungen zur Schwellenbildung wieder gegeben und damit die ganze Arbeit werthlos.

Allerdings liegt die Möglichkeit vor, dass die Schwellenbildung anfangs weniger markirt sein wird; aber für den Schiffer ist es gleich, ob er wegen einer 10 cm hohen, oder 60 cm hohen Schwelle nicht fahren kann.

Die Schifffahrtsstörungen werden fast die gleichen sein, wie vorher, grösser noch, wenn die lose Steinlage an der Sohle durch Unterspülung an einzelnen Stellen in einen Zustand versetzt wird, der dem Hochwasser eine genügende Angriffsfläche bietet, um mit Kies gemengte Steinanhäufungen zu bilden, welche für die Schifffahrt im höchsten Grade gefährlich sind.

Auch die Erfahrung zeigt, dass es wohl möglich ist, an einzelnen Stellen durch bauliche Anlagen eine Besserung der herrschenden Zustände zu schaffen, aber sie hat ebenso gezeigt, dass die darunter liegenden Flussstrecken in gleichem Maasse dadurch geschädigt werden.

Mancher Wasserbauingenieur glaubt, wie in den technischen Zeitschriften häufig zu lesen ist, eine wesentliche Verbesserung der ihm unterstellten Flussläufe erreicht zu haben, aber sehr häufig sind die Schiffer, welche diese Strecken befahren, entgegengesetzter Ansicht.

Die Regulirung geschiebeführender Flüsse zum Zwecke der Schifffahrt ist und bleibt, meiner Ansicht nach, in 99 unter 100 Fällen eine ungelöste Aufgabe.

Nun ist die Frage: ist es denn absolut nöthig, dass der Rhein durch bauliche Anlagen, deren Erfolg mindestens sehr zweifelhaft ist, schiffbarer gemacht wird, oder kann man die vorhandenen Schifffahrtshindernisse auf andere Weise beseitigen?

Langjähriges Studium und umfangreiche Versuche haben mir die Ueberzeugung gebracht, dass die Schiffbarmachung geschiebeführender Flüsse auch auf anderem Wege erreicht werden kann.

Schiffbarmachung des Oberrheines auf maschinellm Wege. Eimerbagger.

Der Rhein schafft sich seine Existenzbedingungen selbst. Er schafft sich selbst so viele Hindernisse im Flussbett, als zur Vernichtung der Beschleunigung nöthig sind, durch seine Auskolkungen, Schwellen- und Kiesbankbildungen.

Das Einzige, was hierbei für die Schifffahrt störend wirkt, ist die übermässige Höhe und dadurch geringe Wassertiefe der Schwellen.

Zur Zeit werden diese Untiefen mittelst Bagger auf Fahrtiefe ausgebaggert. Aber ein Blick in die Berichte der oberrheinischen Handelskammern zeigt, dass trotzdem während

langer Zeit des Jahres der Oberrhein nur mit halber Ladung oder gar nicht befahren werden kann.

Der Bagger arbeitet zu langsam und zu kostspielig, und es kommt häufig vor, dass, ehe die Arbeit noch recht fertig ist, Hochwasser oder starkes Mittelwasser die Fahrrinne wieder zuschüttet, und noch häufiger kommt es vor, dass kein Geld mehr zum Baggern vorhanden ist.

Im Jahre 1893 war die Rheinstrecke Mannheim—Strassburg nur an 26 Tagen mit voller Ladung befahrbar. Daraus erwächst den Schiffbesitzern ein sehr grosser Schaden; ein regelmässiger Betrieb ist unmöglich und unsicher und die Frachtsätze werden dadurch unmässig hoch.

Der Oberrhein verliert dadurch seine Bedeutung als Schifffahrtsstrasse, die ihm bei seinem Wasserreichthum zusteht.

Aber auch mit grösseren Baggern, wie sie in allerneuester Zeit angewendet werden, ist nicht viel gewonnen, da die geringe Höhe der zu baggernden Masse nur eine sehr ungünstige Ausbeutung der verwendeten Kraft ermöglicht und der Tiefgang dieser Bagger das Baggern an seichter Stelle sehr erschwert.

So fördert der am Ostseekanal verwendete Lübecker Bagger nach Mittheilung bei 12stündiger Arbeit mit 95 ind. Pferdekraften im Mittel 1500 cbm Baggermasse: also nur

$$\frac{1500}{12 \cdot 95} = \text{vol. } 1 \cdot 5 \text{ cbm pro Pferdekraftstunde.}$$

Der grösste Flussbagger der Welt, der amerikanische Mississippi-Bagger „Beta“ 700 cbm pro Stunde bei 200 HP, also 3,5 cbm pro Pferdekraftstunde.

Aber das sind Alles keine Leistungen, welche die herrschende Schifffahrtskalamität auf dem Oberrhein in genügendem Maasse heben könnten.

Da jedoch, wie eingangs dargethan, eine wesentliche Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse daselbst durch bauliche Anlagen kaum zu erwarten ist, so bleibt doch nichts übrig, als auf maschinellem Weg eine möglichst günstige Lösung dieser Frage herbeizuführen und zwar in der Weise, dass jeder Dampfer oder Schlepper in die Lage versetzt wird, mit geringen Ausgaben sich selbst zu helfen und dass er nicht mehr zu warten braucht, bis das nöthige Geld zum Baggern bewilligt wird.

Ich bin fest überzeugt, dass jeder Schiffer gern bereit ist, die ihm dadurch entstehenden Kosten zu tragen, wenn er dadurch in die Lage versetzt wird, die ganze Zeit fahren zu können, während welcher die Schifffahrt auf dem Niederrhein offen ist.

Kretz'scher Spülbagger.

Aus diesen Gründen habe ich einen Apparat konstruirt, der als Armaturstück eines jeden Dampfers freie Schifffahrt ermöglichen soll.

Da die zu hoch gelegenen Schwellen das Hinderniss der Schifffahrt bilden, die Schwellen aber anderseits Existenzbedingungen des Rheines sind und ohne diese sich die Fahrwassertiefe des Oberrheines wesentlich verringern würde, erschien es mir nothwendig, die Breite der Fahrrinne durch dieselben auf das absolut nöthige Minimum zu beschränken.

Nach Angabe erfahrener Schiffsleute beträgt diese absolut nöthige Fahrinnenbreite 4—6 m mehr als die Schiffsbreite.

Eine Breite von 60—90 m, wie sie durch Baggerung entstehen soll, ist für den Schifffahrtsbetrieb allerdings bequemer. Es steht auch gar nichts im Wege, dass die Rheinbauverwaltung die Fahrrinne, wie sie mein Apparat erzeugt, entsprechend verbreitert, wenn nur erst die Schiffe einmal fahren können.

Nöthig ist diese Verbreiterung zwar nicht, da erfahrungsgemäss eine genügend tiefe Fahrrinne von 10—12 m Breite sich in kürzester Zeit durch die Strömung auf 20—30 m erweitert; dagegen erfordert die Baggerung einer 30 m breiten Fahrrinne 3mal so viel Arbeit und vor Allem Zeit, als eine 10 m breite, und während gebaggert wird, kann nicht gefahren werden.

Bezüglich der Wegschaffung des Baggermaterials möchte ich hier bemerken, dass es für die Schifffahrt gleichgiltig ist, wohin dasselbe verbracht wird, wenn es nur aus der Fahrrinne entfernt wird. Der Rhein hat aber seitlich und in den Tiefen zwischen den Schwellen Platz genug hierfür. Dieser Umstand erlaubt eine ausserordentliche Reduktion der Räumungsarbeit und die Anwendung anderer Apparate als der gewöhnlichen Bagger.

Approximativer Kraftverbrauch des Rheines zum Geschiebetransport bei Hochwasser.

Zur Konstruktion eines solchen Apparates war es nun wünschenswerth, annähernd zu wissen, welche Kraft der Rhein an einer bestimmten Stelle zum Transport des Kieses verwendet und zwar das Maximum von Kraft.

Unter Vernachlässigung der unendlich kleinen Verminderung der mittleren Stromgeschwindigkeit pro lfd. Meter, lässt sich sagen:

Jeder im Beharrungszustand befindliche Fluss vernichtet bei Hoch- wie bei Niederwasser durch Widerstände im Flussbett nur die lebendige Kraft der Beschleunigung, während die von stromaufwärts empfangene mittlere Geschwindigkeit fast unvermindert weiter gegeben, also nicht verbraucht wird.

Sie hat deshalb auf die Arbeitsleistung im Flussbett nur den Einfluss, dass die durchfließende Wassermenge von ihr abhängig ist.

Rechnen wir die Arbeit, welche z. B. bei Maxau auf einen Meter Flusslänge durch Widerstand im Strombett absorbiert wird nach der Formel

$$I. A = 1000 QJ$$

wobei A die Reibungsarbeit, Q das Wasserquantum pro Sekunde, J das mittlere Gefälle, so finden wir bei Niederwasser, wo keine Geschiebebewegung stattfindet, also die ganze Beschleunigungsarbeit durch die Sohlenrauhigkeit aufgehoben wird, wenn $Q = 400$ cbm und $J = 0,00035$ m, beträgt

$$II. A = 140 \text{ kgm} = 2 \text{ HP.}$$

Für Hochwasser, wobei nicht nur die Sohlenrauhigkeit, sondern auch der Geschiebetransport bewältigt wird, wenn $Q = 2000$ cbm im eigentlichen Flusslauf und $J = 0,00035$ m ist

$$III. A = 700 \text{ kgm} = 10 \text{ HP.}$$

Die Differenz zwischen II. und III. ergibt, dass die Geschiebebewegung bei Hochwasser circa 3—4mal so viel Kraft verbraucht, als die Rauhigkeit in dem Flussbette; aber im Mittel nicht mehr als 8 HP.

Verfahren des Rheins bei Kiesbewegungen.

Die Wahrnehmung, dass der Rhein mit so ausserordentlich geringen Kräften kolossale Massen Geschiebe bewegt, veranlasste mich, die Art und Weise gründlich zu studiren, in welcher derselbe das Lösen und Transportiren des letzteren bewerkstelligt, um die Arbeitsweise womöglich auch anzuwenden.

Der Abbruch der Kiesanhäufungen im Rhein beginnt in der Regel auf der stark abfallenden Rückseite der Schwellen und deren Fortsetzung, der Kiesbänke, und schreitet stromaufwärts fort, während an der ansteigenden Seite sich der Kies und Sand von den Schwellen und Kiesbänken oberhalb anlegt. Dadurch scheinen dieselben aufwärts zu wandern.

Durch die vermehrte Geschwindigkeit im Hauptstromschlauch wird das stille Wasser hinter den Kiesbänken in sehr rasche drehende Bewegung gesetzt und der Fuss derselben unterspült; der Absturz rutscht nach und nach zusammen, das Abbruchmaterial wird in den Hauptstrom geschwemmt und abgeführt.

Da die Geschwindigkeit an der Sohle am unteren Fusse der Schwelle am grössten ist, so erfolgt auch hier ein Unterwaschen und successives Wegschwemmen von unten nach oben.

Um diese Wirkungsweise des Rheins nachzuahmen, musste der projektierte Apparat das Baggermaterial ebenfalls unterspülen, wodurch das darüber liegende Gerölle stromabwärts in Bewegung gesetzt und durch künstlich erzeugte Strömung aus der Fahrrinne geführt wird.

Da der Transport unter Wasser geschieht, wobei das Transportgewicht sich um 65⁰/₀ vermindert und ein Heben der Baggermasse über Wasser, wie dies bei den jetzigen Rheinbaggern nöthig ist, nicht stattfindet, musste sich auch der Kraftverbrauch bei meinem Apparat dementsprechend geringer stellen, wenn ich ihn in analoger Weise wirken lassen konnte.

Prinzipien des Kretz'schen Spülbaggers.

Mein Programm war desshalb: einen hydraulischen Apparat zu konstruieren, der

1. die zu leistende Arbeit auf ein Minimum reduziert,
2. dessen Wirkungsgrad ein Maximum ist,
3. der die grösste Kraftentfaltung erlaubt.

Ich glaube, dass mir dies in der Hauptsache in meinem sog. Spülbagger, den ich mir erlaube Ihnen heute in einem Versuch vorzuführen, geglückt ist.

Beschreibung des Spülbaggers.

Dieser Apparat soll, wie der Schneepflug vor der Lokomotive, dem Dampfer oder Schlepper vorgehängt oder in dieselben eingebaut, von den Dampfmaschinen derselben getrieben werden.

Vortheilhaft ist, dass, wenn der Fall eintritt, dass die Schifffahrtsrinne hergestellt werden soll, der betreffende Dampfer fast seine ganze Kraft hierzu überschüssig hat, da er doch nicht weiterfahren kann.

Es ist deshalb eine Dampfmaschinenanlage nur bei ganz besondern Fällen erforderlich.

Mein Spülbagger besteht im Wesentlichen aus zwei im Winkel miteinander verbundenen Spülröhren, welche seitlich mit einer entsprechenden Anzahl schräg rückwärts und etwas abwärts stehenden Ausflusssdüsen versehen sind.

In diese Spülröhren wird Wasser unter einem Druck vom Schiff aus eingepumpt, wie es die Festigkeit des Baggermaterials und die jeweilige Wassertiefe verlangt; gewöhnlich mit 0,9—1,5 Atmosphären Druck.

Bei der Arbeit wird der Bagger vom Schiffe aus, dem er vorgehängt wird, so tief gesenkt, dass die Ausflusssdüsen circa 30 cm über Baggertiefe zu liegen kommen und der Kies auf Baggertiefe durch die sägeartig wirkenden Wasserstrahlen unterwühlt wird.

Die Wasserstrahldüsen sind so angeordnet, dass der mit Wasser gemengte Kies, welcher durch die Unterspülung einstürzt, sich in horizontaler Richtung spiralförmig längs des Spülrohres bewegt und ausserhalb der Fahrrinne ablagert.

Diese Anordnung der Düsen ist deshalb nöthig, damit die Wasserstrahlen keine aufwärts gehende Bewegung erhalten, wodurch deren lebendige Kraft für die Baggerung verloren wäre, und dass deren Kraftrichtung und -Wirkung längs der Spülröhren geht und den Kiestransport besorgt.

Die Richtung der Ausstrahldüsen hängt deshalb auch von der Konsistenz des Baggermaterials ab und ist verstellbar. Abbruch- und Transportarbeit muss im richtigen Verhältniss zu einander stehen, weil alsdann der Nutzeffekt des Apparates ein Maximum ist.

Soll der Spülbagger in Thätigkeit treten, so wird das Spülwasser, sobald der Apparat die Baggermasse berührt, durch die Ausflusssdüsen gegen Letztere ausgestrahlt und das Schiff in dem Maasse vorgefahren, dass die Spülröhren sich möglichst nahe an die Schwellen anlegen. Gewöhnlich werden sich die Röhren durch die Reaktion des Wasserstrahles mit dem Schiff von selbst vorwärts bewegen, während sich das Geschiebe längs der Spülröhren in ganz kurzer Zeit aus der Fahrrinne entfernt.

Aus Spezialversuchen konnte ich feststellen, dass die Fahrrinne sich bei einem Druck von 1—1,5 Atmosphären um 4—6 m breiter als der Bagger gestaltete. Durch erhöhten Druck liesse sich auch eine entsprechend grössere Breite erzielen.

Baggerversuche.

Um nun die Richtigkeit der Wirkungsweise meines Spülbaggers zu prüfen, wurde eine Reihe Versuche, deren Ergebnisse Ihnen vorliegen, mit der einen Seite eines für ein 5 Meter breites Schiff bestimmten Apparates in natürlicher Grösse angestellt. Die eine Hälfte des Baggers genügt für die Versuche vollständig, da ja eine Baggerseite genau so arbeitet wie die andere und hierdurch nur die Hälfte Kraft nothwendig ward.

Das verwendete Spülrohr war 4 m lang und hatte 40 Ausstrahldüsen von je 400 □mm Querschnitt.

Da ein Versuch im Rheine selbst genaue Beobachtung der Resultate wegen der Undurchsichtigkeit des Wassers nicht zulässt, und die Wirkung des Wasserstrahles ja nur von der Druckdifferenz vor und hinter den Ausflussdüsen abhängt, konnte der Versuch auch in einem Graben vorgenommen werden, dessen Sohle aus dem gleichen Material besteht, wie das Rheinbett bei Maxau.

Dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Oberbürgermeisters Schnetzler und des verehrl. Stadtrathes von Karlsruhe, sowie der gütigen Unterstützung des Herrn Gas- und Wasserwerkdirektors Reichard ist es zu danken, dass nun die Versuche im städtischen Wasserwerk hier gemacht werden konnten.

Ich erlaube mir hier öffentlich diesen Herren meinen Dank auszusprechen, ebenso dem Herrn Ingenieur Geppert und Herrn Assistent Hoffstetter für ihre werktätige Beihilfe, sowie sämmtlichen Herren, welche den verschiedenen Proben beiwohnten, besonders aber Herrn Professor Hofrath Brauer für seine wissenschaftlichen Rathschläge.

Resultate der Versuche.

Die Resultate der Versuche, welche unter Kontrolle der Herren Beamten des städtischen Wasserwerkes vorgenommen wurden, sind in beiliegender Tabelle A zusammengefasst.

In einem 16 m langen, 0,72 m tiefen und 3 m, später durch Ausspülung 4,6 m breiten zu diesem Zweck eigens hergestellten Graben, wurde der Bagger an einem Ende so tief eingegraben, dass derselbe beim Fortbewegen eine 80 cm tiefe Fahrrinne herstellte.

Das Baggermaterial bestand aus dem Diluvium der Rheinebene, Sand mit Kies, und hatte beim Durchsieben

10 0/0	Rückstand bei	25 mm	Maschenweite
9 0/0	„	20 mm	„
31 0/0	„	10 mm	„
15 0/0	„	5 mm	„
und 35 0/0	grogen und feineren Sand.		

Beim Versuch I. war dies Material in gewachsenem Zustand, mit eisenhaltigem Letten untermischt und sehr fest. Ein Meter der Grabenlänge war nicht so hart, dagegen stark durchwurzelt; darunter eine Wurzel von 5 cm Dicke.

Trotzdem der Bagger hieran lange zu thun hatte, bis die Wurzeln herausgespült waren, legte er im Mittel doch einen Weg von 1,06 m pro Minute zurück, bei 1,6 Atmosphären Druck in dem Spülrohr und 47,2 Pferdekraften.

Dieser Versuch wurde nur gemacht, um mich zu überzeugen, ob der Apparat auch bei der gewachsenen Rheinsohle, welche einige Meter unter der beweglichen Sohle liegt, verwendbar sei.

Das Resultat ist, dass er im Stand wäre, eine 100 m lange, 80 cm tiefe, gewachsene Kiesbank in 1 Stunde 40 Minuten zu durchfahren.

Wahrscheinlich lässt sich das Ergebniss beim gleichen Kraftaufwand wesentlich verbessern, wenn bei halbem Spülwasser der doppelte Druck angewendet würde.

Die Versuche II. und III. erfolgten nun in gelockertem Material, wie solches die bewegliche Rheinsohle bildet.

Hier wurde bei 1,5 Atmosphären Druck und gleicher Baggertiefe 3 resp. 4 m Weg pro Minute zurückgelegt, bei einem Kraftaufwand von 43,2 HP; also der dreifache Weg.

Da bei diesen Versuchen die Oberfläche des Wassers sehr bewegt und wirbelnd war, indem die abgebrochenen Kiesmassen in dem ausserordentlich engen Graben mit 1,52 m hoher fester Wandung zu steil gegen das Spülrohr zurückgeworfen wurden und den Ablauf störten, wurden die Versuche IV., V. und VI. bei nur 1 resp. **0,95** Atmosphären Druck vorgenommen.

Das Resultat war ein ganz ausserordentliches:

Die Wasserfläche wurde glatt und ruhig, die Kiesbewegung ging ohne jede sichtbare Störung vor sich; statt 43 HP wurden nur 23,3 HP nothwendig und der Baggerweg stieg von 3 resp. 4 m auf 6,4 m resp. 8 m pro Minute bei 80 cm Baggertiefe.

Allerdings waren bei den letzten Versuchen auch die Abflussbedingungen günstiger; während bei dem ersten Versuch die Oeffnung zwischen Bagger und Ufer, durch welche der Kies abfliessen musste, nur 50 cm breit war, verbreiterte sich dieselbe in Folge der Baggerung auf fast 1,80 m bei den letzten Versuchen.

Es kann als sicher angenommen werden, dass im freien Rhein, wo die Kiesbewegung durch keine hohe, feste Seitenwand eingeengt ist, sich die Abflussverhältnisse noch weit günstiger gestalten werden.

Bei unseren Versuchen musste, wegen Mangel an Breite des Versuchsgrabens, der ausgebaggerte Kies wieder hinter den Bagger gespült und in einer Höhe von 80 cm abgelagert werden.

Es ist dies ein Arbeitsverlust, der im Rhein nicht vorkommt und der Baggerung dort noch zu gute kommt.

Um zu ermitteln, welchen Einfluss das Vorhandensein grösserer Steine in der Fahrrinne auf den Gang des Baggers ausübt, wurden bei den Versuchen V. und VI. vor dem Baggern mehrere 20—30 cm hohe Mauersteine an verschiedenen Stellen eingelegt.

Die Steine wurden, ohne den Gang des Spülbaggers sichtlich zu beeinflussen oder aufzuhalten, durch denselben so tief versenkt, dass er ohne sie zu berühren darüber hinwegfahren konnte.

Wir haben Eingangs gesehen, dass ein Bagger, wie er auf dem Rhein verwendbar ist, pro Pferdekraftstunde nur 1,5 cbm fördern kann.

Die Versuche IV., V. und VI. zeigen, dass mein Apparat $\frac{42 \cdot 60}{1,4 \times 23,3} = \text{vol. } 80 \text{ cbm}$ pro Pferdekraftstunde, also bis 50 Mal mehr leistet.

Rechnet man hierzu die 3—4fach geringere Fahrinnenbreite, welche ein mit dem Spülbagger armirtes Schiff erfordert, da es durch denselben stets in der Rinne gehalten wird, resp. die 3—4 Mal geringere Baggerzeit, so ergibt sich, dass bei Verwendung meines Apparates, die Zeit der Schifffahrtssperre durch Geschiebeablagerung 100—200 Mal geringer wird wie seither.

Ich denke, meine Herren, dass dieser Erfolg gross genug ist, um die Aufmerksamkeit unserer Hydrotechniker zu verdienen.

Ein Punkt, über den die Versuche keine Klarheit geben können, ist die Frage, ob sich nicht ein Theil des Baggermaterials wieder hinter dem Schiff in die Fahrrinne legen werde.

Wenn dies der Fall wäre, so könnte es nur längs der Seitenböschungen der Fahrinnen geschehen.

Da der Apparat ein Armaturstück jedes Dampfers werden soll, so wird auch der einzelne Dampfer dadurch in keiner Weise in der Fahrt behindert.

Bei Schleppern würde durch mehrmaliges Durchfahren, was selbst bei den grössten Schwellen höchstens eine Stunde beanspruchen würde, die Fahrrinne vollständig rein und für die geschleppten Schiffe passirbar.

Auch das Bedenken, ob der Bagger stromabwärts ebenso gut arbeite wie stromaufwärts, ist dadurch gehoben, dass Versuche mit veränderter Stromrichtung gemacht und deren Resultat annähernd gleich ausgefallen ist.

Schlussfolgerung aus den Versuchen.

Ziehen wir aus dem Gesagten die Schlussfolgerung, so können wir sagen:

„Bei Anwendung des beschriebenen Spülbaggers“ sind:

1. Geschiebeablagerungen der Flüsse kein Hinderniss mehr für die Schifffahrt, da deren Wegräumung nur wenige Minuten erfordert,
2. die Schiffe im Stand, jederzeit und bei jedem Wasserstand mit voller Ladung zu fahren,
3. die Schiffbesitzer unabhängig von dem technischen und finanziellen Baggernkönnen der Rheinbauverwaltung,
4. die Fahrten zahlreicher, regelmässiger und dadurch lohnender und werden
5. trotzdem die Frachtsätze für die Empfänger am Oberrhein billiger.

Aber nicht nur für Strom- und Geschiebeverhältnisse, wie sie zwischen Mannheim und Strassburg herrschen, eignet sich mein Spülbagger, auch die Befahrung der Strecke Strassburg—Basel ist für ihn nur eine Frage der Kraft.

Verwendungsweise des Baggers.

Besonders aber wird mein Bagger an den unteren Wasserläufen der schiffbaren Flüsse und an deren Mündungen von wesentlicher Bedeutung.

Obgleich hier wegen der geringen lebendigen Kraft der Ströme sehr wirksam zur Schaffung und Erhaltung der Schiffbarkeit mit Buhnen gearbeitet wird, so ist doch die Schifffahrt auch da sehr häufig durch Sandbänke behindert.

Mit meinem Apparat versehen, könnten die Dampfschiffe alle diese Sandbänke fast ohne Aufenthalt durchfahren und was die Hauptsache ist, nie auffahren.

Von besonderem Werth wäre derselbe für Bugsirdampfer oder Schlepper, um den Weg für die geschleppten Schiffe zu bahnen.

Um bei auf Kiel gebauten Schiffen vor dem Auffahren auf den Sand zu schützen, oder sie wieder flott zu machen, müsste

der Apparat rechts und links dem Kiel entlang geführt werden. Der Druck in den Spülrohren müsste dabei so kräftig werden, dass die Wasserstrahlen 1—2 m über Schiffsbreite hinaus wirken können, während die Wasserzuführung direkt von Innen zu geschehen hätte.

Für den Fall eines Schraubenbruches könnte der Apparat ohne jede Aenderung als Schiffspropeller dienen.

Als besonderes Baggerschiff ausgebaut, würde er die gleichen Dienste leisten, als ein mit dem Apparat versehenes Dampfschiff.

Noch eine Anwendung will ich hier erwähnen. Es ist bekannt, dass die Bergung auf den Sand gelaufener Schiffe meist sehr schwierig und deshalb ungemein kostspielig ist, manchmal 100,000 Mk. und noch mehr kostet. Auch hierbei lässt sich der Spülbagger unter Anpassung an die Verhältnisse mit ausserordentlich grossem Nutzen verwenden, aber es würde zu weit führen, dessen Anwendungsweise hier näher zu beschreiben.

Meine Herren! Ich glaube mit dieser meiner Arbeit einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der Frage der Schiffbarmachung des Oberrheines und damit sämtlicher Geschiebe führender Flüsse geliefert zu haben.

Ich glaube den Nachweis geliefert zu haben, dass es vortheilhafter ist, sich mittelst eines Apparats, dessen Wirkungsart und Wirkungsfähigkeit durch praktische Versuche unter städtischer Kontrolle und in Gegenwart technischer Autoritäten unantastbar festgestellt wurde, nach Bedürfniss selbst eine Fahrrinne zu schaffen, als auf die Herstellung von Korrektionsprojekten zu warten, deren Vollendung und Resultate noch im Reich der Zukunft liegen.

Ich glaube nachgewiesen zu haben, dass mit dieser Lösung der Schiffbarmachungsfrage des Rheins den Interessen der Schiffer am meisten gedient ist, weil sie jederzeitige, rascheste Selbsthilfe ermöglicht; auch wird nicht blos in den oberen Wasserläufen, sondern auch an den unteren, wo die Möglichkeit baulicher Einwirkung von Erfolg begleitet ist, mein Apparat ein werthvolles, rasch wirkendes Mittel zu momentaner Abhilfe bei Schifffahrtsstörungen durch Versandungen sein.

Ich glaube, dass die Reinhaltung der so häufig wechselnden Fahrrinne an den Flussmündungen in keiner Weise besser und schneller und sicherer besorgt

werden könnte, als mit meinem Spülbagger, insbesondere da er fast keiner Reparatur unterworfen ist.

Ich glaube, dass die Seeschiffe, welche ebenfalls diese Flussmündung befahren, in keiner Weise besser vor Auffahren auf den Sand geschützt, und wenn aufgefahren, sich in keiner Weise leichter und schneller bergen können, als mittelst meines Spülbaggers.

Ich glaube endlich, dass ein Apparat, der die jetzt bestehenden Schifffahrtsverhältnisse wie nachgewiesen um das 30—200fache verbessert, der Beobachtung werth ist.

Desshalb erlaube ich mir, Ihnen, meine Herren, diese Abhandlung über meinen Spülbagger und seine Anwendung zur Diskussion und gefl. Kritik vorzulegen.

Leider konnte ich wegen der kurz bemessenen Zeit mein Thema nicht in der erschöpfenden Weise behandeln, wie es vielleicht wünschenswerth gewesen wäre.

Ich danke Ihnen meine Herren, dass Sie trotz der tropischen Hitze so zahlreich meinem Vortrag beigewohnt haben.

Fr. Kretz, Ingenieur.

Karlsruhe, 3. Juli 1897.

NB. Nach dem Vortrage wurde in Gegenwart der versammelten Herren ein Versuch mit dem Kretz'schen Spülbagger vorgeführt, welcher die Angaben des Herrn Ingenieurs Kretz bestätigte.

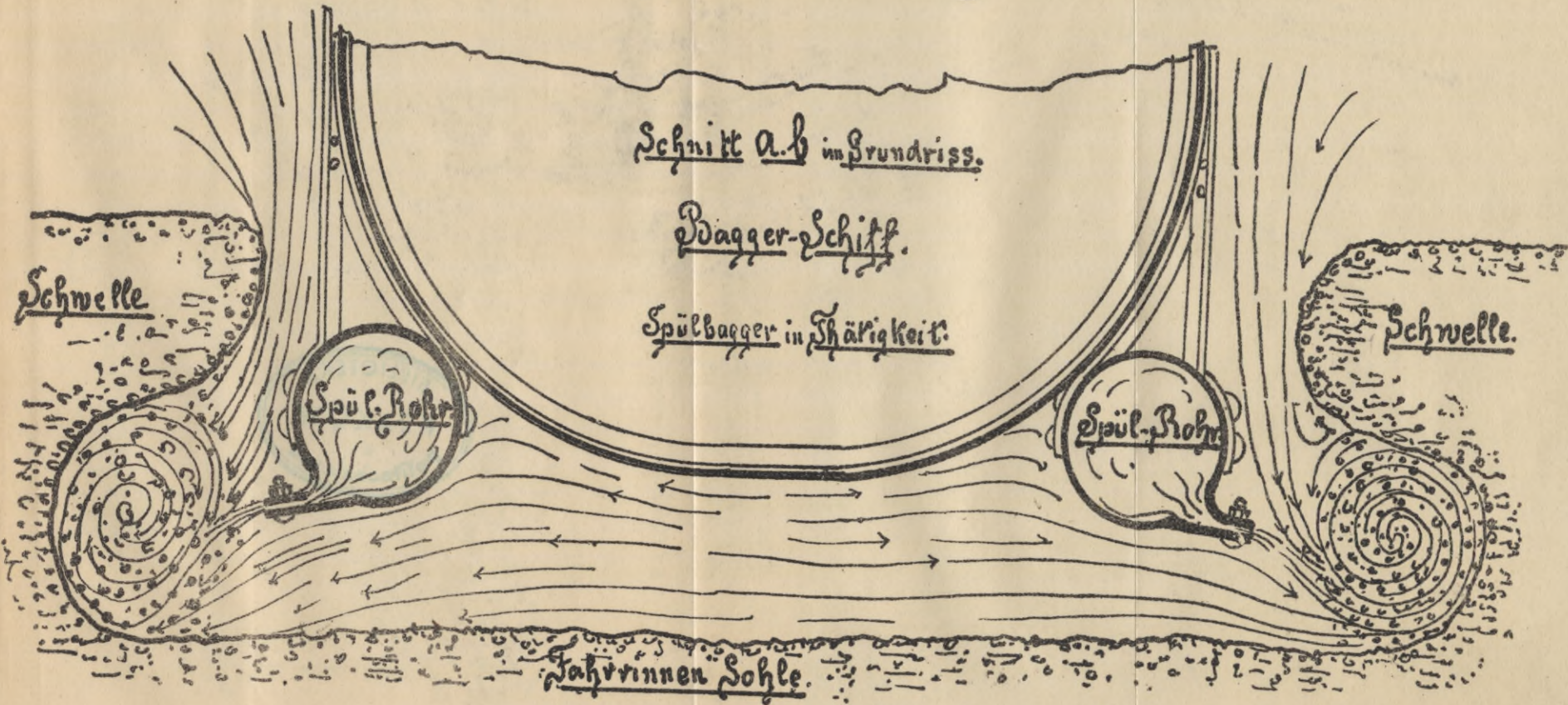
Resultate der Spülbagger-Versuche beim städt. Wasserwerk

vom 28. Oktober, 6. und 13. November, 9. und 10. Dezember 1896 und Juli 1897

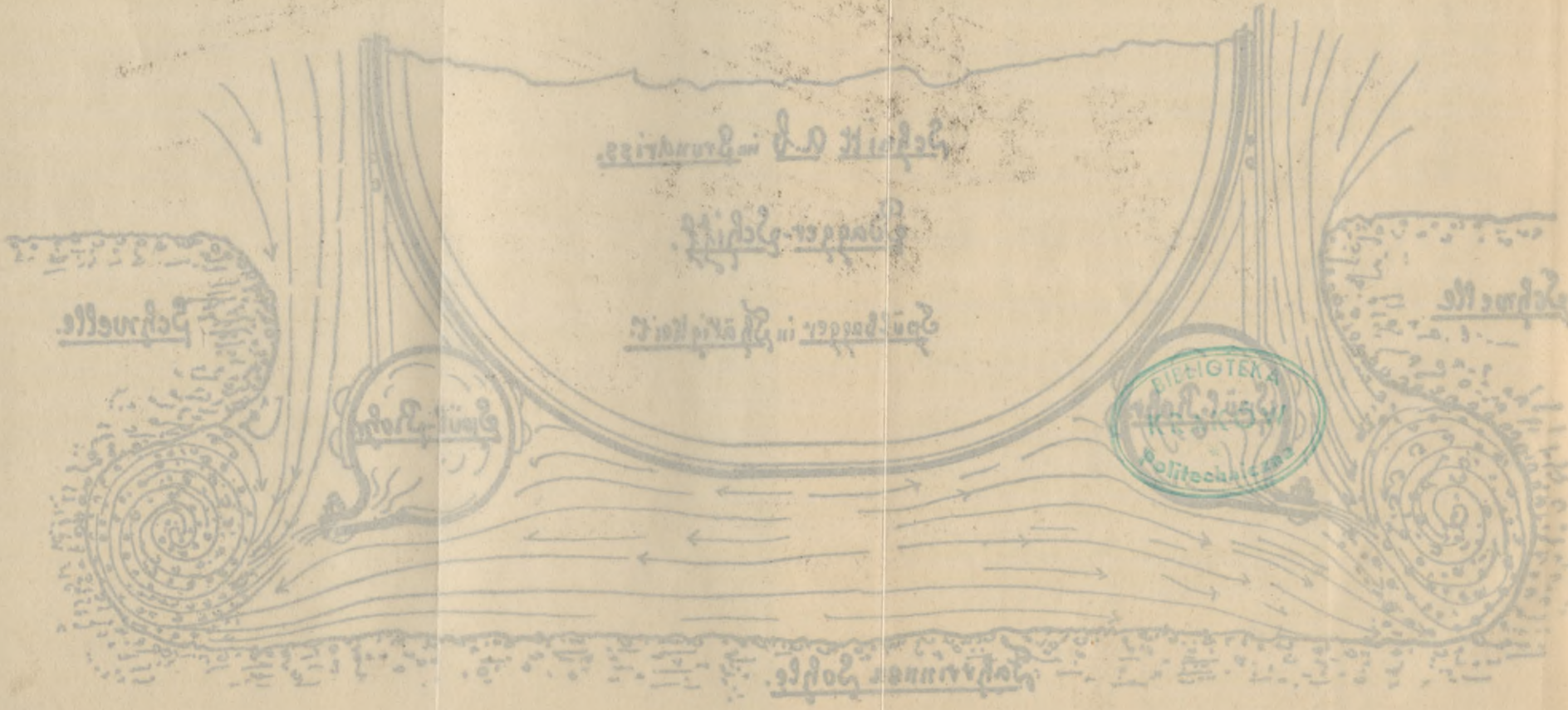
unter dem Protektorat und der Aufsicht des Stadtraths der Residenzstadt Karlsruhe und unter der
 Direktion des Herrn Gas- und Wasserwerk-Direktors Reichard durch Fr. Kretz, Ingenieur.

Bezeichnung	Versuch I.	Versuch II.	Versuch III.	Versuch IV.	Versuch V.	Versuch VI.	Versuch VII.
1. Baggergrund	gewachsen	locker	locker	locker	locker	locker	locker
2. Wassertiefe	50 cm	60 cm	50 cm	70 cm	70 cm	30 cm	65 cm
3. Länge (Baggerweg)	8,5 m	9,0 m	10 m	11 m	11 m	11 m	11,3 m
4. Breite	3,0 m	3,2 m	3,5 m	3,5 m	4,66 m	5,2 m	5,3 m
5. Tiefe über Baggerdüse	45 cm	42 cm	46,6 cm	50 cm	50 cm	50 cm	49 cm
6. Tiefe unter Baggerdüse	40 cm	38 cm	40 cm	30 cm	30 cm	30 cm	32 cm
7. Gesamt-Baggertiefe	85 cm	80 cm	86,6 cm	80 cm	80 cm	80 cm	81 cm
8. Gesamtaushub circa	20,40 cbm	23,04 cbm	30,41 cbm	31,0 cbm	41 cbm	42 cbm	43 cbm
9. Dauer der Baggerung	8 Min.	2,5 Min.	2,5 Min.	1,7 Min.	1,4 Min.	1,4 Min.	1,43 Min.
10. Wasserdruck im Spülrohr	1,6 Atm.	1,5 Atm.	1,5 Atm.	1,0 Atm.	0,95 Atm.	1,0 Atm.	1,00 Atm.
11. Baggerweg pro Minute	1,06 m	3,0 m	4,0 m	6,4 m	8,0 m	8,0 m	8,0 m
12. Spülwasser-Verbrauch							
a. pro Sekunde	0,166 cbm	0,164 cbm	0,164 cbm	0,134 cbm	0,131 cbm	0,134 cbm	0,135 cbm
b. pro Meter Weg	9,374 cbm	2,73 cbm	2,46 cbm	1,24 cbm	1,0 cbm	1,0 cbm	1,0 cbm
c. pro Kubikmeter Kies	3,91 cbm	1,08 cbm	0,802 cbm	0,44 cbm	0,27 cbm	0,28 cbm	0,28 cbm
13. Kraftverbrauch in kgm	1274880 kgm	369000 kgm	369000 kgm	136680 kgm	110000 kgm	110000 kgm	110000 kgm
14. Kraftverbrauch							
a. pro Sekunde	2656 kgm	2460 kgm	2460 kgm	1340 kgm	1310 kgm	1320 kgm	1325 kgm
b. pro Kubikmeter Kies	62985 kgm	16000 kgm	12137 kgm	4410 kgm	2700 kgm	2700 kgm	2700 kgm
c. pro Meter Weg	150000 kgm	41000 kgm	369000 kgm	12425 kgm	10000 kgm	10000 kgm	10000 kgm
15. Anzahl Pferdekräfte	47,2 HP	43,2 HP	43,2 HP	23,8 HP	23,3 HP	23,3 HP	23,4 HP

Spülbagger Patent Kretz.



Spinnweben in der Luft



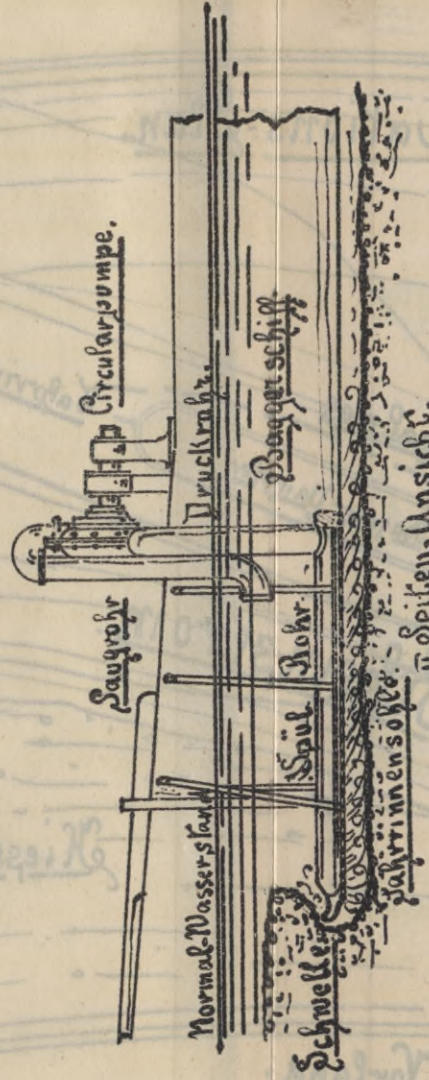
Spülbagger Patent Kretz.

Situations-Plan.

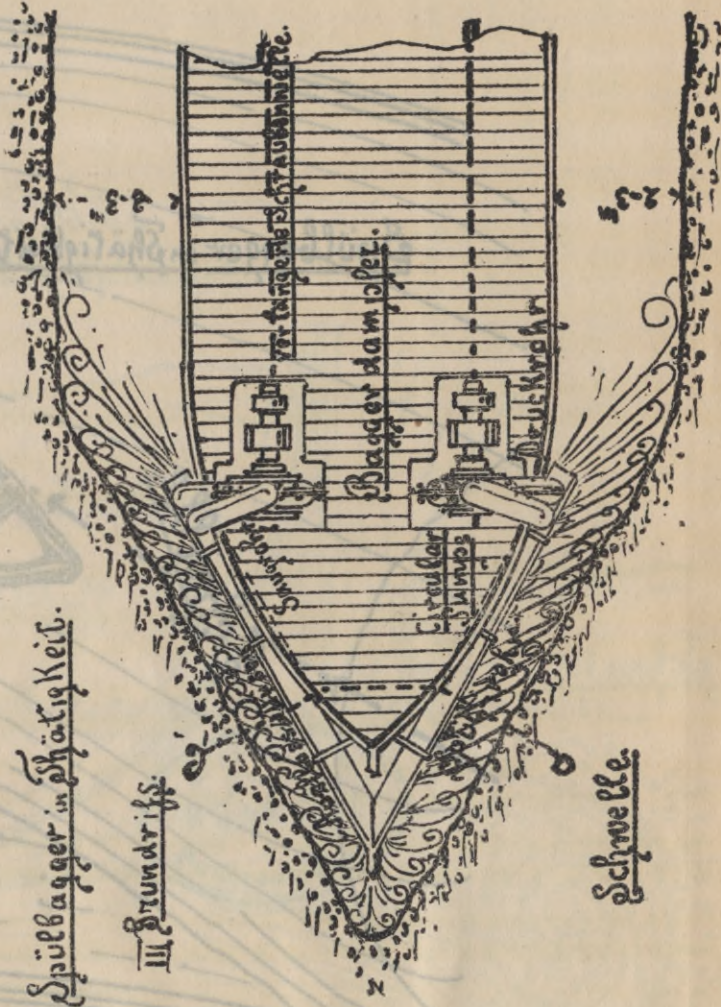


Spülbagger-Patent-Maschine

I Längenschnitt durch die Ausflusdüsen.



II Seiten-Ansicht.



III Grundriss.

Schwelle

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II
L. inw. 31579

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298259