



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000304078





DIE  
REGULIERUNG DES EISERNEN THORES

UND DER  
ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU

SOWIE DIE  
ERGEBNISSE DER GROSSCHIFFFAHRT NACH DEREN ERÖFFNUNG  
AM 1. OCTOBER 1898.

---

VON  
INGENIEUR PAUL KLUNZINGER.

---

SEPARAT-ABDRUCK AUS DER »ALLGEMEINEN BAUZEITUNG« HEFT 3, 1899.

*F. Nr. 22933*

HIERZU SIEBEN TAFELN.



WIEN 1899.

IM SELBSTVERLAGE DES VERFASSERS.

DRUCK VON R. v. WALDHEIM.

*75.*

REGULIERUNG DES EISERNEINER THORES

VEREINIGTE KUNSTANSTALTEN FÜR MASCHINENBAU

BRUNNEN-VERLAGS-ANSTALT FÜR VERLAGS-ANSTALTEN

1897



IV 34523



Akc. Nr. 3950/50

### 1. Beschreibung der Kataraktenstrecke vor der Regulierung.

Die 107 km lange Donaustrecke Ó-Moldova bis unterhalb des Eisernen Thores (s. Übersichtsplan Fig. 1, Taf. Nr. 1) durchbricht das Banater Gebirge, welches die natürliche Verbindung der Karpathen mit dem Balkan bildet, und scheidet so das ungarische Tiefland von dem rumänischen.

Während die Donau in den beiden Tiefebenen sehr geringe Gefälle, unter 5 cm per Kilom. zeigt, tritt in dieser Strecke ein Gesamtgefälle von 61 m — 36 m = 25 m, also nahezu 24 cm per km auf, und dieses vertheilt sich der Hauptsache nach auf die einzelnen Katarakte (s. Längenprofil Fig. 2, Taf. Nr. 1).

Die Erosion hat daher hier nicht in dem Maße die Ausgleichung des Gefälles bewirkt, wie dies bei den Durchbruchstrecken an der oberen österreichischen Donau geschah, wo mindestens dasselbe durchschnittliche Gefälle auftritt, wie in den anliegenden Flachlandstrecken.

Aus Bohrungen im Alföld geht die Thatsache hervor, dass sich bei 200 m Tiefe, also 120 m unter dem Meeres-Niveau, dieselben Schichten zeigen, wie sie heute noch von den Tieflandflüssen Ungarns angeschwemmt werden. Da nun die obere Schwelle des Banater Durchbruches 57 m über dem Meere und rund 180 m über der Sohle der alten Flussanschwemmungen im Alföld liegt, so zieht Prof. Dr. A. Penk \*) daraus den bestimmten Schluss, »dass das pannonische Becken ein Senkungsfeld sei, dessen Einsenkung so rasch erfolge, dass die Flüsse durch ihre Sedimente gerade noch das entstehende Loch der Erdoberfläche auszugleichen vermochten, und dessen Einbruch heute höchst wahrscheinlich noch fortdauert«.

Betrachtet man weiters die geringe erodierende Wirkung des feinen Sandes, welchen die Donau wegen ihres geringen Gefälles gerade noch bis zu diesem Durchbruche herzuführen vermag, und die verhältnismäßig geringen Mengen von Geschieben mit stärkerer Erosionswirkung, welche die im Durchbruchgebiete einmündenden Wildbäche in das Donaubett bringen, so ist es begreiflich, warum diese Durchbruchsstrecke noch Katarakte aufweist, wie sie in der gesammten übrigen Donau nicht vorkommen.

Ähnliche Verhältnisse finden sich auch am Rheine bei Bingen.

Die verschiedenen Erscheinungen in dieser Kataraktenstrecke sind unschwer aus der langsamen Erosion zu erklären. Die Gesteinsarten widerstanden je nach ihrer Härte, Schichtungsrichtung und Gleichartigkeit der Erosion in verschiedener Weise, und so musste sich die Oberfläche der Flusssohle diesen Widerständen entsprechend verschieden gestalten. Bei der großen Mannigfaltigkeit der geologischen Beschaffenheit des durchbrochenen Gebirges zeigt sich daher auch eine sehr unregel-

\*) »Die Donau« (Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, XXXI. Jahrg., Heft 1. Commissionsverlag von Ed. Hölzel, Wien.)

mäßige Form der Flusssohle und das über derselben fließende Wasser ist gezwungen, allen diesen Unregelmäßigkeiten zu folgen.

In diesem Gewirre von Strömungen musste sich die Schifffahrt eine fahrbare Rinne suchen, deren Richtung sich bei jedem Wechsel des Wasserstandes änderte und welche zeitweise bei kleinem Wasserstande überhaupt nicht zu finden war. Diese Schwierigkeiten hat die Schifffahrt, welche sich auf den anliegenden Flachlandstrecken mit größter Leichtigkeit vollzog, seit Jahrtausenden so gut als möglich zu bewältigen gesucht.

Bei Básiás, dem Endpunkte der Temesvár-Básiáser Eisenbahn tritt die Donau an das dem Lokvagebirge zugehörige steile linke Ufer heran, 4 km unterhalb Básiás taucht die Insel Ostrovo auf und am rechten Ufer, das auf der ganzen Kataraktenstrecke zum Königreich Serbien gehört, mündet bei Gradistje der kleine Fluss Pek.

Bei Ó-Moldova, 25 km unterhalb der Eisenbahnstation Básiás, erweitert sich der bis dahin regelmäßige Strom und theilt sich in zwei Arme, er bildet so ein 2 km breites Becken, dann treten die steilen Ufer immer näher, am rechten, serbischen Ufer die wegen ihrer Höhlen bekannten Golubaczer Gebirge. In der Nähe der am linken Ufer liegenden Ortschaft Corónini hebt sich mitten aus dem linken Stromarme die etwa 16 m über NW. ragende Felsspitze »Bábakáj« empor, das erste Zeichen der nun bald folgenden Kataraktenstrecke.

Nun verengen steile, beiderseits bis an den Strom tretende Kalkfelsen das Bett bis auf 400 m. Von hier ab vermehrt sich die Stromtiefe auf 20 m bis 25 m. 10 km thalwärts tritt bei km 43/44 aus dem auf 900 m erweiterten Strombette die vom linken Ufer ausgehende granitene Felsbank Sztenka, Fig. 3, Taf. Nr. 1, hervor und bildete das erste Schifffahrtshindernis, indem daselbst bei kleinem Wasser nicht die nöthige Fahrtiefe vorhanden war.

Unterhalb Drenkova, 57 km von Básiás, beginnt nun die eigentliche Kataraktenstrecke. Nach einer scharfen Strombiegung nach rechts zieht sich vom rechten Ufer aus die aus kristallinem Schiefer bestehende Felsbank Kozla, km 60, Fig. 4, Taf. Nr. 1, quer über den Strom und drängte die Strömung ganz nahe an das linke Ufer.

Gleich unterhalb trieb der vom Wildbache Belareka erzeugte Schuttkegel im Verein mit der bei km 62 beinahe die ganze Strombreite durchsetzenden Felsbank Dojke die Strömung wieder an das rechte Ufer, und bildete infolge der Schwellung und des darauf folgenden Überfalles, welcher bei Nullwasser auf 1 km Länge 0·8 m beträgt, eine der gefährlichsten Strecken. An dieser Stelle wurden auch Gedenktafeln aus den Zeiten der römischen Kaiser Tiberius, Domitianus und Vespasianus gefunden.

Unmittelbar unterhalb Dojke verengten die steilen Felsufer den Strom bis auf 380 m, dann treten sie zurück und es erweiterte sich das tiefe Bett von hier bis km 70 auf 800 m. Diese Strecke enthält ein vom linken Ufer ausgehendes schmales Felsriff »Pietra lunga« und zwei »Bivole« genannte, aus dem

Wasser tretende Klippen, denen man ausweichen kann. Unterhalb *km* 69 verengt sich der Strom wieder auf *400 m* und erweitert sich dann bei *km* 70 auf *1100 m*.

In der Strecke *km* 70/74 wird das Strombett von den aus quarzigen Kalksteinschichten bestehenden Felsbänken Izlas und Tachtalia, Fig. 5, Taf. Nr. 1, durchsetzt, welche vom linken Ufer ausgehen, und nur nahe am rechten Ufer eine in scharfen Windungen und starken Strömungen liegende Schifffahrtsrinne ließen.

Bei *km* 74 trat am rechten Ufer die steile, aus gewundenen ammonitenreichen Kalksteinschichten bestehende Felsnase Greben vor, und im Vereine mit der vom linken Ufer her streichenden Felsbank Vrány verengte sich der hier nur *400 m* breite Strom bei Niederwasser bis auf *200 m*, und vereinigte sich das Wasser auf eine enge, *20 m* bis *40 m* tiefe Stromrinne, welche sich nun unterhalb der Grebenspitze plötzlich nach rechts wendete und sich bei dieser Biegung in einen *2000 m* breiten Strom mit Inselbildungen verwandelte. Die tiefe Rinne hielt sich am rechten Ufer, während die übrige Stromerweiterung bei NW. nur *1 m* Tiefe mit einem aus flachen Felsplatten gebildeten Bette zeigte.

Bei der Fahrt durch Izlas und Tachtalia an der Grebenspitze vorbei musste der tiefen Rinne ausgewichen werden; aber auch bei Hochwasser war die durch die plötzliche Erweiterung bedingte starke Strömung wegen Strudelbildungen sehr gefährlich.

Der flache Felsboden der Stromerweiterung erhebt sich in der Nähe der Ortschaft Szvincza vom linken Ufer her am höchsten.

Die Stromerweiterung dauert *5 km* lang bis zur serbischen Stadt Milánovác, wo der Strom nur mehr *700 m* breit ist. Gleich darnach erweitert er sich wieder auf *1200 m* und nun tritt vor einer Stromkrümmung nach links, dem südlichsten Punkte Ungarns zwischen *km* 85 und 86 die aus hartem Serpentin bestehende, *1200 m* breite Felsbank »Jucz«, Fig. 6, Taf. Nr. 1, quer über den Strom, welche bei kleinem Wasserstande

infolge ihrer wehrartigen Stauwirkung nach oben und darauf folgenden Absturzes von *2 m* auf *1000 m* ein gefährliches Schifffahrtshindernis bot, welches nur in der Mitte der rechtsseitigen Stromhälfte bei *0,7 m* Tiefe bei NW. zu überwinden war.

Nach weiterem regelmäßigem Laufe des Stromes verengt sich derselbe bei *km* 100 plötzlich auf *190 m*, indem an beiden

Ufern bis *700 m* hohe, steile Kalkgebirge bis an den Strom herantreten. Es ist dies die berühmte Stromenge des Kazan (s. Textfigur 1). Bei Niederwasser bildet die hier stellenweise bis *54 m* tiefe, das ist *10 m* unter das Meeres-Niveau reichende Stromrinne keinerlei Schifffahrtshindernis, jedoch bewirkt diese Verengung bei Hochwasser einen bedeutenden Stau nach oben und dann eine starke Strömung nach unten; auch stellt sich hier regelmäßig der Eisstoß. Am rechten Ufer finden sich in den steilen Felsen eingehauene Strecken von Saumwegen und die Trajans-Tafel bei *km* 110 (s. Textfigur 2), aus welchen auch erhellt, dass das Donaubbett seit 2000 Jahren keine nachweisbaren Veränderungen erfahren hat; am linken Ufer ist die 1837 vollendete Széchényi-Straße dem Felsen abgerungen und gibt die von dem Ungarischen Ingenieur- und Architekten-Verein daselbst eingesetzte »Széchényi-Tafel« (s. Textfigur 3) hiervon Kunde.

Von *km* 110 bis Orsova zeigt der Strom außer einer Erweiterung bei *km* 113 auf *1300 m* mit der Ogradina-Insel keine Unregelmäßigkeiten und fließt hier in einem *400 m* breiten, regelmäßigen Bett.

Unterhalb der Stadt Orsova liegt bei *km* 122 die gleichnamige Grenzstation

der königl. ungar. Staatsbahn am linken Ufer des Cserna-Flusses, welcher bei *km* 121 in die Donau mündet und derselben viel Schotter zuführt, man schreibt die von Türken bewohnte Insel Ada-Kaleh oder Neu-Orsova (s. Textfigur 4), *km* 124 bis *km* 125, einer Ablagerung früherer Geschiebeausbrüche des Cserna-Flusses zu.

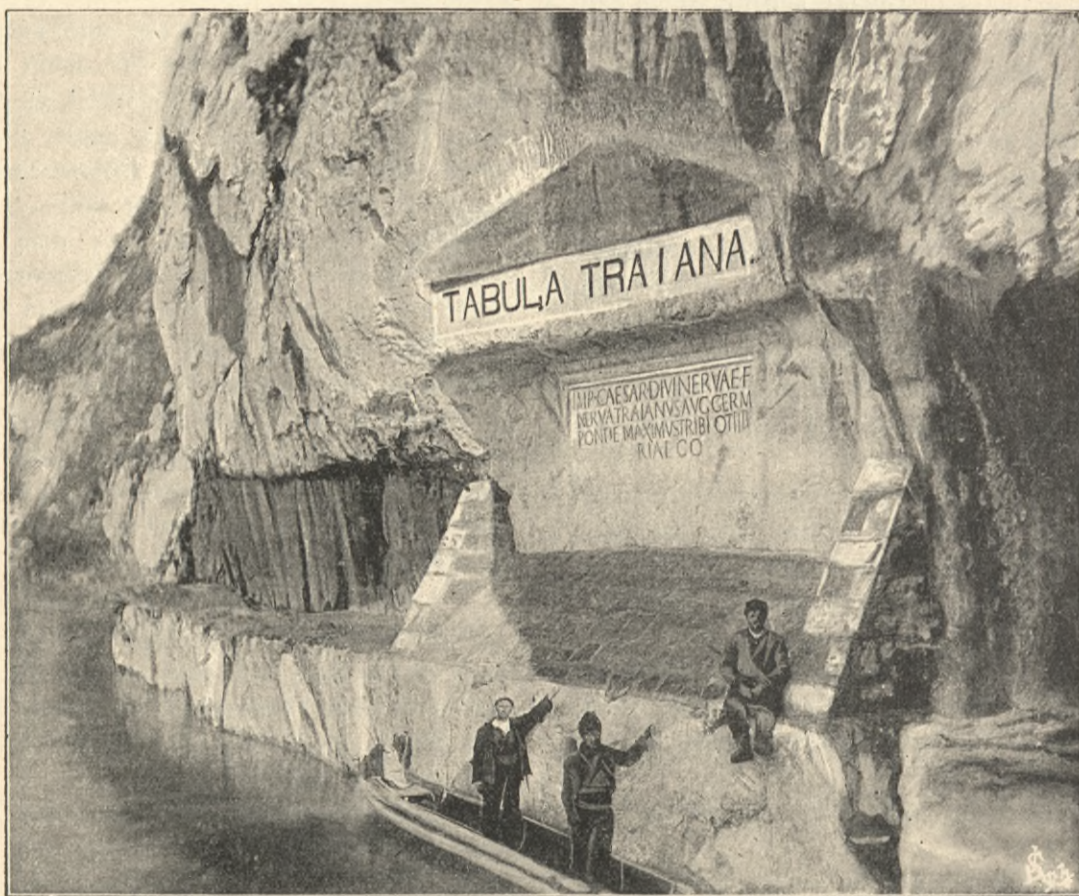
Die Schifffahrt geht durch den schmäleren, weniger klippenreichen linken Arm, Fig. 11, Taf. Nr. 1. Unmittelbar unter-

Figur 1.



DIE KAZAN-ENGE.

Figur 2.



DIE TRAJANS-TAFEL IM KAZAN.



halb dieser Insel liegt zwischen *km* 125 und 126 am linken Ufer die ungarisch-rumänische Grenze und folgt dann die erste rumänische Bahnstation Verciorova.

Wir kommen nun bei *km* 129 zu dem größten Schiffahrtshindernisse, dem Eisernen Thore (ungar. Vaskapu), Fig. 7, Taf. Nr. 1. Der hier 900 *m* breite Strom wird in schiefer Richtung vom linken zum rechten Ufer in einer Länge von 1700 *m* von der aus quarzigem Kalkstein bestehenden Felsbank Prigrada in etwa 500 *m* Breite durchsetzt, und hat sich in derselben in einer durchschnittlichen Entfernung von 200 *m* vom linken Ufer eine bei kleinem Wasser sehr gewundene, bei höherem Wasser mehr gerade Schiffahrtsrinne ausgebildet. Dieselbe ist aber bei NW. wegen ihren unregelmäßigen Strömungen und vielen Klippen nicht mehr fahrbar (s. Textfiguren 5 und 6).

Diese Rinne wendet sich dann längs des schroff abfallenden unteren Randes der Prigrada in der Richtung zu der am serbischen Ufer liegenden Ortschaft Sib und zeigt Sohlentiefen von 51 *m*, das ist 15 *m* unter dem Niveau des Meeres. Die Entstehung solcher kesselartiger Auskolkungen, wie hier und am Kazan, lässt sich dadurch erklären, dass Blöcke von hartem Gestein durch die Wirbel in fortwährender Bewegung gehalten werden und so das weichere Sohlengestein immer tiefer ausreiben, ähnlich wie bei den bekannten »Gletschermühlen«.

Bei der Millenniums-Ausstellung 1896 in Budapest waren sehr schöne Modelle der Kataraktbildungen zu sehen und gaben ein sehr anschauliches Bild derselben.

Das Niederwasser-Gefälle am Eisernen Thor beträgt auf 1 *km* ungefähr 3 *m*, und im ganzen Katarakte auf 2½ *km* nahe an 5 *m*, die Stromgeschwindigkeit bis 4 *m* und 5 *m* per Sekunde. Beim Hochwasser wird das Gesamt-Gefälle kleiner, nur 3·2 *m*.

400 *m* unterhalb dem »Plochia« genannten unteren Ende der Prigrada tritt dann noch eine Reihe von »Kleines eisernes Thor« genannten Klippen bis *km* 132 auf, über

welchen trotz der großen Tiefen bei NW. nicht genug Wassertiefe für tieftauchende Fahrzeuge vorhanden war.

Bei *km* 145 von Baziás liegt am linken Ufer die Stadt Turn-Severin. Sie hat ihr Wachstum vom kleinen Schifferdorfe an hauptsächlich der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrtsgesellschaft zu verdanken, welche dort wegen des Kataraktes

seinerzeit eine Werfte mit allen zum Aus- und Umladen und Landtransport nöthigen Anlagen schaffen musste.

Von hier aus bis zur Mündung der Donau in das Schwarze Meer bei Sulina, auf 939 *km*, bestehen für tief tauchende Fahrzeuge keine Hindernisse mehr.

## 2. Die Abflussverhältnisse in der Kataraktenstrecke.

Die klimatischen Unterschiede in den verschiedenen Zuflussgebieten der Donau bis zur Kataraktenstrecke verursachen hier ein von den Wasserverhältnissen der oberen Donau abweichendes Bild.

Letztere hängen von den Niederschlagsverhältnissen nördlich der Alpen ab, erstere auch von den Gebieten der Drau und Save, also von den Süd- und Ostabhängen der Centralalpen, dann von den Nordabhängen des Balkan, endlich von den Gebieten der Theiss, also von den Süd- und Westabhängen der Karpathen.

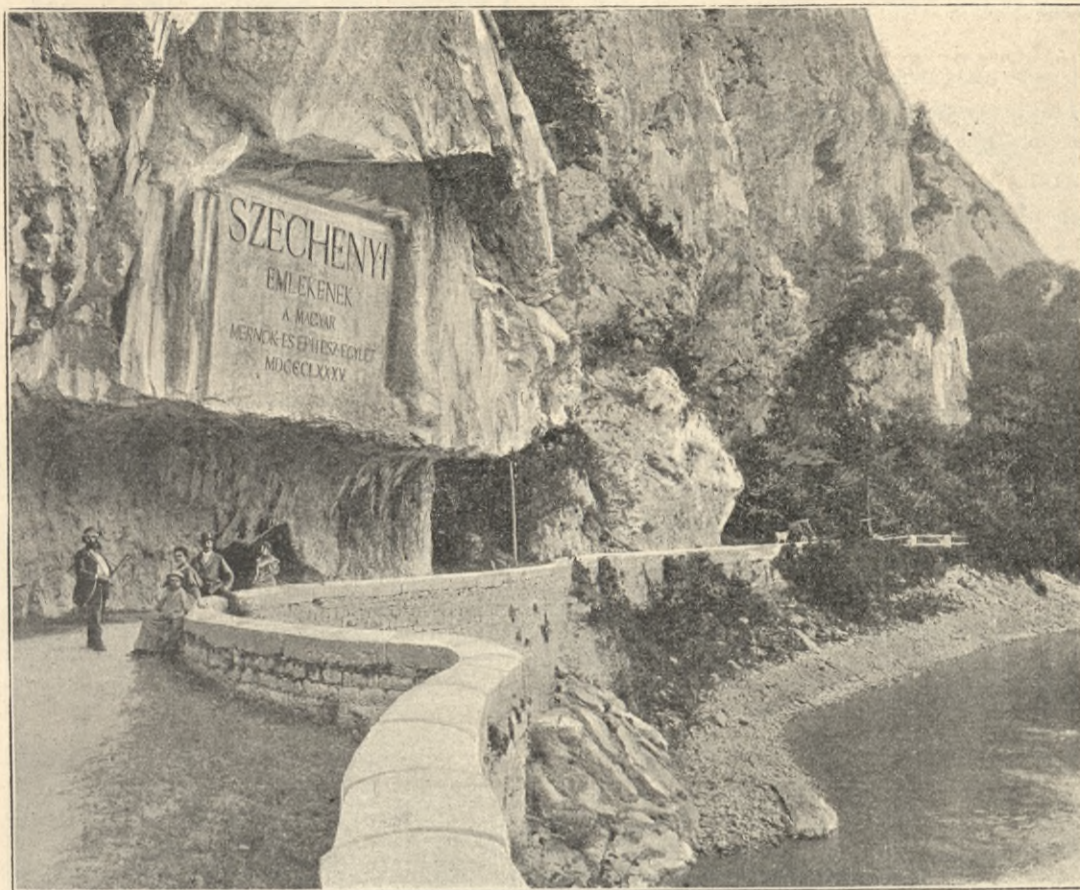
In den Gebieten der Drau und Save herrschen die Herbstregen vor und ist es namentlich letztere, welche schon wegen der Nähe ihres Niederschlags-Gebietes bezüglich ihrer Anschwellungen eine maßgebende Wirkung auf die Wasserstände in der Kataraktenstrecke, für welche

der Pegel in Orsova als Maßstab gilt, ausübt.

Die höchsten Flutwellen der oberen Donau dauern auf ihrem 1320 *km* langen Laufe von Passau bis Orsova etwa 22 Tage, während die Save-Hochwasserwellen von Sissek schon in fünf bis sechs Tagen in Orsova anlangen.

Die Flutwellen verflachen sich auch gleichzeitig und nur wenn sie von beiden Seiten zusammenkommen, entstehen die größten Hochwässer in der Kataraktenstrecke. Einen großen

Figur 3.



DIE SZÉCHÉNYI-TAFEL IM KAZAN.

Figur 4.



A D A - K A L E H.

Gewinn für die Erhöhung der im Hochsommer in beiden Gebieten auftretenden kleinen Wasserstände bilden nun die Herbstregen im Savegebiete, wenn sie wie gewöhnlich im October eintreten. Verspäten sich die Anschwellungen im Savegebiete, so bleiben auch die Wasserstände in den Katarakten niedrig, ausnahmsweise treten wohl auch Theissanschwellungen rechtzeitig auf. Ebenfalls ausnahmsweise kommen auch hier zu dieser Zeit Hochwässer vor, wenn die Sommerhochwässer der oberen Donau ihren Einfluss auf die untere Donau noch in die Herbstzeit hinein ausüben.

In den Jahren 1840 bis 1895 war der niedrigste Wasserstand am Orsovaer Pegel am 15./16. October 1865  $0.26 m$  über Null, der höchste am 17. April 1895  $6.48 m$  über Null, somit ein Unterschied von  $6.22 m$ .

Bei Eisbildung treten hier eigenthümliche Verhältnisse auf. Der Eisstoß bildet sich regelmäßig in Kazan; hier baut sich alles von oben kommende Eis auf, so dass gleichzeitig auch eine Wasserstauung eintritt und der Abfluss gestört wird; infolgedessen kommen zu solchen Zeiten unterhalb des Kazan abnorm tiefe Wasserstände vor, wie am 11. Jänner 1866 mit  $0.58 m$  unter Null in Orsova. Dem Umstande, dass im Kazan die Eisgänge aufgehalten werden, hat der Winterstand in Orsova seine bis jetzt ungestörte Lage zu verdanken.

Abgesehen von den Eisverhältnissen bestehen jährlich zwei charakteristische Perioden. Das höhere Wasser tritt meist auf in den Monaten April, Mai und Juni, das kleinere gegen September, October, November und December, und letztere sind gerade diejenigen Monate, in welchen die Schifffahrt die Aufgabe hat, die Ernteerträge der unteren Donaugegenden nach West-Europa zu führen.

Diese Verhältnisse gelten jedoch bloß im Durchschnitte. So tritt das Frühjahrshochwasser zuweilen im April, häufig erst Ende Mai und im Juni ein; im allgemeinen erfolgt das Steigen schneller als das Fallen. Auch ändert sich der Charakter, wie oben schon angeführt wurde, durch sommerliche und herbstliche Flutwellen; das kleinste Wasser bleibt im August, auch im Herbst öfters vollständig aus, und bei der Verspätung im October treten Ende December die höchsten Wasserstände ein.

Das Graphikon, Fig. 5, Taf. Nr. 3, zeigt das durchschnittliche Bild der in den Jahren 1840 bis 1895 wahrgenommenen größten, mittleren und kleinsten, sowie die daraus sich ergebenden Normalwasserstände am Pegel in Orsova \*).

Aus dem Längenprofil der Strecke Báziás-Eisernes Thor, Fig. 2, Taf. Nr. 1, ist die große Unregelmäßigkeit der Sohle, die Gestaltung des Nullwassergefalles, sowie die des Hochwassers zu entnehmen.

In charakteristischen Zügen gestalten sich die Gefällsverhältnisse des Niederwassers wie folgt:

\*) Siehe B. v. Gonda: »Die Regulierung des Eisernen Thores und der übrigen Katarakte an der unteren Donau« Budapest, 1896.

| Bezeichnung des Ortes           | Bei   | Strecke lang | Cote über Meer | Absolutes   Relatives Gefälle |                 |
|---------------------------------|-------|--------------|----------------|-------------------------------|-----------------|
|                                 |       |              |                | m                             | m per km        |
| Báziás . . . . .                | —     | —            | 62.23          | —                             | —               |
| Ó-Moldova . . . . .             | 24.3  | 24.3         | 61.29          | 0.94                          | 0.038           |
| Vor Sztenka . . . . .           | 41.9  | 17.6         | 59.79          | 1.50                          | 0.085           |
| Vor Kozla-Dojke . . . . .       | 59.6  | 17.7         | 57.32          | 2.47                          | 0.139           |
| Ende Jucz . . . . .             | 88.4  | 28.8         | 44.18          | 13.14                         | 0.456           |
| Eisernes Thor, Anfang . . . . . | 128.5 | 40.1         | 41.26          | 2.92                          | 0.073           |
| „ „ Ende . . . . .              | 131.1 | 2.6          | 36.10          | 5.16                          | 1.980           |
| Zusammen . . . . .              | —     | 131.1        | —              | 26.13                         | 0.199 im Mittel |

Von diesen Gefällen verbrauchten die einzelnen Katarakte allein, und zwar: der Sztenka-Katarakt . . . . . auf  $2.4 km$   $0.75 m$   
 „ Kozla-Dojke-Katarakt . . . . . „  $5.0$  „  $1.60$  „  
 „ Izlas-Tachtalia-Greben-Katarakt „  $17.6$  „  $5.70$  „  
 „ Jucz-Katarakt . . . . . „  $5.7$  „  $4.00$  „  
 das Eisernes Thor . . . . . „  $1.5$  „  $4.27$  „  
 und auf weiteren . . . . .  $1.0$  „  $0.88$  „

Bei Hochwasser nehmen die einzelnen Katarakte keinen Einfluss mehr auf das Oberflächen-Gefälle; letzteres entspricht vielmehr mit Ausnahme kurzer Verstärkungen unmittelbar bei den Flussverengungen den oben nachgewiesenen charakteristischen Durchschnitts-Gefällen in der Strecke bis zum Greben  $km$  75. Von dort bis vor dem Kazan,  $km$  96, entsteht durch den Stau infolge bedeutender Verengung des Flussbettes beim Kazan eine Verminderung des Gefalles, während durch die Stromenge selbst und dann bis zur Ada-Kaleh-Insel,  $km$  125, ein viel stärkeres Gefälle auftritt, als das des Niederwassers beträgt.

Oberhalb des Eisernen Thores liegt die Hochwasserlinie  $4 m$  über NW., unterhalb erhebt sich dieselbe auf  $6.7 m$ . Das absolute Gefälle desselben wird daher beinahe um die Hälfte verringert.

Diese Gestaltung der Hochwasserlinie in der Kataraktenstrecke verursacht andere Strömungsverhältnisse als bei kleinem Wasser. Der Sztenka-Katarakt verschwindet bei Hochwasser ganz. An der Kozlaer Felsbank wächst die Geschwindigkeit und bricht sich das Wasser an der  $km$  63 bis  $km$  64 linksseitig vorspringenden Felsennase, wodurch Wirbel verursacht werden. Die Verengung bei der Grebener Spitze bewirkt nach oben einen Stau und kommen daher die Katarakte Izlas und Tachtalia nicht zur Erscheinung. Dagegen tritt oberhalb der Grebenspitze ein starkes Gefälle bei steigendem Hochwasser ein, welches durch die plötzliche Erweiterung verursacht ist. Während nämlich bei kleinem Wasser dort das Gefälle auf  $700 m$  kaum  $0.8 m$  beträgt, steigert sich dasselbe bei Hochwasser beinahe auf das doppelte. Im Verein mit der großen Erweiterung und den scharfen Wendungen der Stromrichtung werden dadurch gefährliche Wirbelbewegungen veranlasst, welche diesen Katarakt bei Hochwasser zu dem gefährlichsten machen. Die Stauwirkung des Kazan erstreckt sich nun aber auch bis hierher und verkürzt beim höchsten Wasser die Länge der Stromschnelle am Greben von  $700 m$  bis auf  $200 m$ . Dieselbe Stauwirkung bei Hochwasser

Figur 5.



DAS EISERNE THOR VOM LINKEN UFER AUS.

lässt auch die Gefälle bei Szvnicza und Jucz vollständig verschwinden.

Durch den bedeutenden, bis 9,5 m über NW. betragenden Stau vor der Stromenge des Kazan entsteht nun in dieser Enge selbst eine große Geschwindigkeit, welche im Verein mit dem vor der Kazan-Enge aufragenden Kalnikfelsen Strudel erzeugt, welche das Passieren der Fahrzeuge bei Hochwasser nur bei großer Vorsicht und für die Bergfahrt nur mit starken Zugkräften ermöglicht.

Die secundlichen Wassermengen in der Kataraktenstrecke wurden von der Bauleitung in den Jahren 1893 bis 1895 bei Wasserständen zwischen 104 m und 632 m ober Null Orsovaer Pegel an einem 1 1/2 km oberhalb Orsova liegenden Querprofil der Donau bestimmt, welches bei kleinem Wasser 470 m Breite und 8 m bis 10 m Tiefe, bei Hochwasser 550 m Breite und 14 m bis 16 m Tiefe zeigt. Die Geschwindigkeits-Messungen erfolgten mit einem für elektrische Signale eingerichteten Woltmann'schen Flügel, System Amsler, auf Grund genauer Vorherbestimmung der Coefficienten. Die Messungen wurden in Entfernungen von 20 m bis 60 m und von der Oberfläche bis zum Grunde vorgenommen, unter gleichzeitiger Bestimmung der Gefälle der Wasseroberfläche.

| Wasserstand am Orsovaer Pegel in Metern | Wassermenge per Secunde Cubikmeter | Mittlere Geschwindigkeit per Secunde Meter |
|---|------------------------------------|--|
| 0                                       | 1.680                              | 0.453                                      |
| + 1.0                                   | 2.400                              | 0.690                                      |
| + 2.0                                   | 3.650                              | 0.935                                      |
| + 3.0                                   | 5.512                              | 1.187                                      |
| + 4.0                                   | 7.500                              | 1.440                                      |
| + 5.0                                   | 10.400                             | 1.740                                      |
| + 6.0                                   | 13.500                             | 2.090                                      |
| + 6.5                                   | 17.000                             | 2.500                                      |

Figur 6.



DAS EISERNE THOR BEI SEHR KLEINEM WASSERSTANDE. (60 m über dem niedrigsten Pegel bei Orsova)

Für das Nullwasser, welches während dieser Erhebungen nicht eingetreten ist, konnte die schon 1830 bis 1835 von Vásárhelyi bestimmte Wassermenge von 1680 m<sup>3</sup> per Secunde beibehalten werden, da sie von der neu bestimmten Consumtions - Curve nur unwesentlich abweicht. Aus den Ergebnissen der Messungen ist obige Tabelle zusammengestellt.

Das Verhältnis zwischen der kleinsten und der bisher größten Wassermenge beträgt demnach: 1.680 : 17.000, also nahezu 1 : 10.

Wir fügen nun noch eine übersichtliche Tabelle bei über die Strom- und Wasserverhältnisse der unteren Donau von Básiás bis Sib auf der Schifffahrtsstraße vor der Regulierung.

Die Strom- und Wasserverhältnisse der unteren Donau von Básiás bis Sib auf der Schifffahrtsstraße vor der Regulierung.

| Nr. | Benennung des Stromabschnittes  | Entfernung von Básiás km | Strombreite m |      | Tiefe in der Schifffahrtsstraße unter Null, dem kleinsten Wasserstande im Jahre 1834 m |       | Höchster Wasserstand über Null m                   | Höhe des kleinsten Wasserstandes im Jahre 1834 |                                | Anmerkung                            |
|-----|---------------------------------|--------------------------|---------------|------|--|-------|--|--|--------------------------------|--------------------------------------|
|     |                                 |                          | Min.          | Max. | Min.   | Max.  |  | Höhe über der Adria m                          | Gefälle cm per Kilom.          |                                      |
|     |                                 |                          |               |      |  |       |  |  |                                |                                      |
| 1   | Básiás-Ó-Moldova                | 24.380                   | 400           | 1100 | 7.00   | 20.00 | 8.10   | { 62.187<br>61.248 }                           | 3.70                           | { Insel u. Sandbänke im Flussbett    |
| 2   | Ó-Moldova-Babakáj               | 32.270                   | 200           | 1450 | 2.10   | 15.20 | 8.40   | 60.670   | 9.00                           |                                      |
| 3   | Babakáj-Sztenka                 | 44.000                   | 320           | 1100 | 2.40   | 24.50 | 7.70   | 59.492   | 10.00                          |                                      |
| 4   | Sztenka                         | 45.000                   | —             | 900  | —  | 8.70  | 8.10   | 59.344   | 11.00                          |                                      |
| 5   | Sztenka-Kozla                   | 59.950                   | 410           | 1520 | 3.70   | 24.20 | 7.10   | 57.647   | 11.47                          |                                      |
| 6   | Kozla-Dojke                     | 62.330                   | 350           | 770  | 1.80   | 25.50 | 7.00   | 55.873   | { 74.70<br>182.00 }            | Durchschnitt Maximum                 |
| 7   | Dojke-Izlas                     | 69.850                   | 400           | 900  | 4.70   | 22.60 | 7.00   | 54.328   | 20.00                          |                                      |
| 8   | Izlas-Tachtalia-Greben-Szvnicza | 77.290                   | 420           | 2020 | 0.20   | 22.30 | { Izlas 1888<br>4.30<br>Szvnicza<br>1830<br>7.30 } | 48.701   | 75.60                          | Bei Tachtalia                        |
| 9   | Szvnicza-Jucz                   | 84.570                   | 700           | 1550 | 3.80   | 9.40  | 7.30   | 48.032   | 9.10                           | Bei Greben                           |
|     | Jucz                            | 87.380                   | —             | 840  | 0.70   | 4.30  | —  | 44.903   | 111.50                         |                                      |
| 10  | Jucz-Katarakt                   | { 85.255<br>86.255 }     | —             | —    | 2.10   | —     | —  | —  | { 235.36<br>297.75 }           | Maximum                              |
| 11  | Jucz-Kazan                      | 100.000                  | 450           | 1200 | 3.00   | 12.10 | 9.30   | 43.657   | 10.00                          |                                      |
| 12  | Kazan-Enge                      | 109.000                  | 170           | 580  | 8.10   | 52.00 | 9.60   | 43.386   | 3.50                           |                                      |
| 13  | Kazan-Orsova                    | 120.000                  | 380           | 710  | 5.60   | 17.00 | 7.60   | 42.922   | 3.60                           |                                      |
| 14  | Orsova-Verciorova               | 125.330                  | 400           | 1020 | 2.30   | 12.20 | 6.50   | 42.130   | 15.20                          |                                      |
| 15  | Verciorova-Eisernes Thor        | 128.530                  | 680           | 1130 | 2.00   | 7.00  | —  | 41.256   | 28.30                          |                                      |
| 16  | Eisernes Thor-Sib               | 131.120                  | 670           | 1150 | 0.30   | 51.00 | —  | 36.100   | { 417.00<br>200.00<br>320.00 } | Maximum<br>410 m lang<br>1600 m lang |

### 3. Die Schiffsverkehrsverhältnisse in der Kataraktenstrecke vor der Regulierung.

Dass die früher geschilderten Stromverhältnisse dieser Strecke die Schifffahrt außerordentlich erschwerten, ja sogar bei sehr niedrigem Wasserstande ganz unmöglich machten, braucht nicht weiter erörtert zu werden. Auch die beste Signalisierung der Fahrstraße genügte oft nicht, weil die Steuerung der Fahrzeuge in den rapiden Wendungen bei starker Strömung nicht möglich war. Die Schifffahrt konnte auch nur mittelst eines geübten, verlässlichen Lootsen-Corps ermöglicht werden, welches die Lenkung der thalfahrenden Schiffe in der Regel in Drenkova, bei niedrigem Wasserstande aber schon in Moldova, die bergfahrenden Schiffe aber in Turn-Severin übernahm. Die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft hat eigene angestellte Lootsen. Die Versicherungs-Gesellschaften knüpften auch in der Regel die Versicherung an die Bedingung der Führung der Schiffe thalwärts durch Lootsen.

Bei Greben besteht eine von der königl. ungar. Regierung unterhaltene Signalstation, ein eiserner Mast mit zwei roth und weißen Kugeln, die, wenn aufgezogen, die freie Bergfahrt, wenn herabgelassen die freie Thalfahrt bezeichnen. Außerdem hatte die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft verschiedene Bojen eingelegt, sowie Richtungssignale an den Ufern aufgestellt.

Das Hauptübel aber bestand darin, dass bei niedrigerem Wasserstande nicht jene Wassertiefe vorhanden war, welche die ungehinderte freie Schifffahrt erforderte. Bei einem Pegelstande von  $+ 1.25$  in Orsova waren auf den verschiedenen Katarakten an Wassertiefen vorhanden: am Eisernen Thor  $0.65$  m, Jucz bis Kozla-Dojke  $1.10$  m, in Sztenka  $1.40$  m, und beim Babakáj  $1.75$  m, und musste hiernach der Verkehr und die Verfrachtung geregelt werden.

Die auf der unteren Donau verkehrenden größeren Schleppe konnten mit einer Tauchtiefe von  $1.83$  m das Eiserne Thor nur bei einem Wasserstande von  $3.50$  m über Null O.-P. zu Berg passieren, in den übrigen Katarakten bei  $+ 2.8$  m O.-P. Solche Schleppe führen meist Getreide zu Berg und Kohle zu Thal.

Schleppe mit Stückwaren gehen meist zu Thal und konnten bei einer Tauchtiefe von  $1.4$  m bis  $1.5$  m oberhalb Orsova erst bei  $+ 2.5$  m, über das Eiserne Thor bei  $+ 2.8$  m fahren.

Die Grenze des Transportes mit Dampfschiffen bestimmte sich durch den Tiefgang von  $0.7$  m der eigens für die Kataraktenstrecke gebauten Schleppdampfer der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft mit  $+ 1.03$  m oberhalb und  $+ 1.26$  m unterhalb Orsova. Fiel das Wasser unter diese Höhe, so musste der Transport mittelst Ruderplätten geschehen, was bei den oberen Katarakten noch bei einem Wasserstande von  $+ 0.87$  m O.-P. möglich war. Das Eiserne Thor konnte aber bei diesem Wasserstande nicht mehr passiert werden, und es mussten die Waren in Orsova oder Verciorova ausgeladen, per Bahn nach Turn-Severin gesendet und dort wieder aufs Schiff geladen werden.

Wenn nun der Wasserstand unter  $+ 3.50$  O.-P. sank, so musste, um das Eiserne Thor passieren zu können, ein Theil der Last in ein anderes Fahrzeug geschafft werden, und zwar so viel, als es die dem niedrigeren Wasserstande entsprechende geringere Tauchtiefe erforderte.

Für die Thalfahrt geschah dieses Lichten schon in Moldova, auch schon in Baziás bei einem Wasserstande von  $+ 1.84$  m am Drenkovaer Pegel, welcher etwa einem Wasserstande von  $+ 2.55$  m am Orsovaer Pegel entspricht, und zwar auf  $1.5$  m und bei noch niedrigerem Wasserstande auf immer geringere Tauchung, so dass bei einem Wasserstande von  $+ 0.58$  D.-P. =  $+ 1.39$  O.-P. der Schlepp bis auf  $0.76$  m Tiefgang erleichtert werden musste.

Bei dem Pegelstande von  $+ 0.16$  m D.-P. =  $+ 0.87$  m O.-P. konnten die Schiffe überhaupt nur leer die Katarakte passieren. Dann wurden die Güter, meist nur Eilgüter, von Drenkova aus, *km* 57, bis Tiszovicza unterhalb Jucz, *km* 91, per Wagen geführt, dort wieder auf Plätten verladen und bis Verciorova, *km* 125, per Wagen transportiert, dort auf der Eisenbahn bis Turn-Severin geführt, wo erst wieder der Weitertransport per Schiff geschah.

Ähnlich musste auch der Personenverkehr bei einem Wasserstande von unter  $+ 0.32$  m D.-P. =  $+ 1.03$  m O.-P. vor sich gehen.

Für die Bergfahrt, bei welcher sich gerade im Herbst bei kleinem Wasserstande am meisten Fracht ansammelt, musste bei der geringen Zahl von Schleppdampfern von nur  $0.6$  bis  $0.7$  m Tauchtiefe das Schleppen der Plätten über die Katarakte hauptsächlich mit Ochsen geschehen, und zwar auf der Strecke Tiszovicza-Drenkova mit Benützung der Széchényi-Straße. Zum Ziehen einer Platte mit kaum  $50$  t Last durch die Katarakte waren sechs bis acht Paar Ochsen erforderlich.

Auf Taf. Nr. 3, Fig. 4 theilen wir eine die Schiffbarkeit der Katarakte in den Jahren 1840 bis 1896 charakterisierende Darstellung der Zeitperioden mit, in welcher die verschiedenen Wasserstandsstufen über  $2.70$  m,  $+ 2.70$  bis  $+ 2.30$ ,  $+ 2.30$  bis  $+ 1.40$ ,  $+ 1.40$  bis  $+ 1.20$ ,  $+ 1.20$  bis  $+ 0.90$  und unter  $+ 0.90$  m am Orsovaer Pegel aufgetreten sind. Daraus ist besonders der außerordentliche Wechsel der Wasserstände in den einzelnen Jahren zu entnehmen.

Ferner finden wir aus einer Zusammenstellung der Tage, an welchen die Schifffahrt in den Jahren 1840 bis 1895 gehindert war, dass während der vierzig Jahre von 1840 bis 1880 in der  $275$  Tage betragenden Schiffsaison  $28$  bis  $254$ , im Durchschnitte  $117$  Tage hindurch, die Schifffahrt mit den bis dahin gebräuchlichen  $1.50$  m tief tauchenden Schiffen gehindert war; diese konnten also jährlich bloß  $158$  Tage in der Kataraktenstrecke verkehren.

In den  $15$  Jahren von 1881 bis 1895 war der Verkehr der neuesten,  $1.83$  m tief tauchenden Schiffe mit voller Ladung jährlich  $114$  bis  $275$ , im Durchschnitte  $230$  Tage unmöglich, und nur  $45$  Tage möglich.

Wenn nun auch die vollbeladenen Schleppe der unteren Donau an diesen verhältnismäßig wenigen Tagen die nöthige Fahrtiefe in der Kataraktenstrecke vorfanden, so war doch ihre Remorquierung umso schwieriger, je höher der Wasserstand sich gestaltete. Die große Geschwindigkeit im Verein mit den sich entwickelnden Stromwirbeln waren die Ursache, dass, während der Anhang der regelmäßigen Schleppdampfer in der unteren und mittleren Donau fünf und mehr solche größere vollbeladene Schleppe beträgt, in der Kataraktenstrecke nur ein bis zwei geschleppt werden konnten, ja es war an den Stromschnellen des Eisernen Thores und bei Greben oft mit dem stärksten Dampfer kaum möglich, einen Schlepp zu befördern und es musste öfters ein zweiter Dampfer zu Hilfe genommen werden.

### 4. Arbeiten in der Kataraktenstrecke aus römischer Zeit.

Die so außerordentlich ungünstigen Schiffsverkehrsverhältnisse in dieser Strecke der Donau, welche sonst oberhalb und unterhalb auf weite Strecken der Schifffahrt sehr günstig ist, gaben schon zur Zeit der römischen Herrschaft, wo die Donau die nördliche Grenze der Provinz Moesien bildete, und besonders zur Zeit, als dieselbe sich auch nach dem nördlich der Donau liegenden Dacien ausbreiten wollte, Veranlassung, alles aufzubieten, um die Schifffahrt daselbst aufrecht zu erhalten. Die Römer führten am rechten Ufer den früher erwähnten, heute noch stellenweise sichtbaren, zum Theil in Felsen gehauenen Saumweg aus, wie es auch die noch heute erhaltenen Gedenktafeln der römischen Kaiser Tiberius, Domitianus, Trajanus und Vespasianus bezeugen. Dass die Römer auch das Eiserne Thor am rechten Ufer mittelst eines Canals zu umgehen suchten, für welchen die im Schottermateriale der dortigen Wildbäche aufgeführten sogenannten »Römischen Schanzen« gehalten wurden, ist nicht erwiesen.

Endlich erbaute Kaiser Trajan für seine Angriffe auf Dacien im Jahre 103 n. Chr. unterhalb der heutigen Stadt Turn-Severin eine Brücke über die Donau, deren Landpfeiler heute noch bestehen und deren Mittelpfeiler noch so weit unter Wasser erhalten sind, dass ihnen bei sehr kleinem Wasser von der Schifffahrt ausgewichen werden muss. Nach dem Tode Trajans gab sein Nachfolger Hadrian die Eroberung Daciens auf, und sogar die Brücke wurde zerstört, um den Einbruch von Norden abzuhalten.

## 5. Die Arbeiten des Ingenieurs Paul Vásárhelyi in den Jahren 1832 bis 1846.

Nach der römischen Herrschaft kam die Zeit der Völkerwanderung mit ihrer Zerstörung aller Reste früherer Cultur, dann der türkischen Herrschaft, und erst nachdem diese wieder zurückgedrängt wurde, und nach den Napoleonischen Kriegen schenkte man der Schifffahrt an der unteren Donau einige Aufmerksamkeit, denn vor dem Zeitalter der Eisenbahnen und der Dampfschiffe konnte der Massenverkehr nur auf den Wasserstraßen abgewickelt werden, und in demselben Maße als die Schifffahrt an Bedeutung gewann, steigerte sich auch der Anspruch auf die Schiffbarkeit der Ströme.

Schon anfangs dieses Jahrhunderts begannen die Aufnahmen und Bestimmungen der hydrographischen Verhältnisse des Donaustromes in Österreich, dann von 1818 an auch in Ungarn.

Am 14. April 1829 erhielt der ungarische Mappings-Ingenieur Paul Vásárhelyi den Auftrag, die Aufnahmen der unteren Donau zum Zwecke ihrer Schiffbarmachung zu beginnen und derselbe führte sie in der Kataraktenstrecke in den Jahren 1832 bis 1834 durch.

Außer den kartographischen Aufnahmen im Maßstabe 1 Zoll = 50 Klafter = 1 : 3600 wurden die der Längen- und Querprofile der Katarakte, die Nivellierung der Ufer und des Wasserspiegels, sowie die Geschwindigkeitsmessungen vollendet.

Diese Arbeiten führte Vásárhelyi mit großer Sachkenntnis durch trotz der großen Schwierigkeiten, welche nicht allein die natürlichen, sondern auch die politischen Verhältnisse hervorriefen, indem die türkischen Behörden alle möglichen Hindernisse in den Weg legten.

Dagegen waren die Wasserstandsverhältnisse in dieser Zeit, besonders in dem trockenen Jahre 1834, für die Aufnahmen außerordentlich günstig, indem der Wasserstand so niedrig war, wie er seither nie mehr aufgetreten ist.

Die Aufnahmen Vásárhelyi's haben deshalb einen nicht hoch genug zu schätzenden Wert.

Es dürften diese Arbeiten nicht ohne Grund in Zusammenhang gebracht werden mit dem am 11. April 1828 den englischen Schiffbauern James Andrews und Josef Prichard ertheilten ausschließlichen Privilegium für Dampfschiffe ihrer eigenen Construction und für die Schifffahrt mit denselben auf der Donau.

Auf dieser Grundlage constituirte sich am 13. März 1829 die erste Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft mit Sicherung des Privilegiums auf 15 Jahre, welches letzteres am 12. April 1831 auch auf die ungarischen Länder ausgedehnt wurde.

Graf Stephan Széchenyi, der für alle die Hebung Ungarns bezweckenden Maßregeln begeistert eingetreten, spielte bei dieser Gründung eine hervorragende Rolle.

Vom Jahre 1830 an ließ er sich die Hebung und Befreiung der Schifffahrt auf der Donau bis zum Schwarzen Meere mit aller Energie angelegen sein, er fuhr selbst am 24. Juni 1830 von Pest aus auf einem Holzschiff nach der unteren Donau, kam — nach einer wahren Argonautenfahrt — am 5. Juli nach Orsova, dann fuhr er weiter bis zum Schwarzen Meere und von da mit Segelschiff nach Constantinopel, um dort die Umgebung des Sultans für die Schiffbarmachung der Donau zu gewinnen. Nachdem dies keinen nennenswerten Erfolg hatte, kehrte er zu Land wieder nach Hause zurück.

Bei dieser Donaureise fasste Graf Széchenyi den Gedanken, die Schiffbarmachung der Katarakte trotz aller entgegenstehenden natürlichen und politischen Schwierigkeiten zu erstreben. Handelte es sich doch dabei offenbar um die Möglichkeit der Ausdehnung der Dampfschiffahrt bis zum Schwarzen Meere, und damit um eine epochemachende Erweiterung des Verkehrs überhaupt und den Aufschluss des Orients für die Binnenländer, insbesondere für sein jenem am nächsten gelegenes Vaterland Ungarn.

Nachdem Graf Széchenyi zuerst die Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft selbst zur Beseitigung der Schifffahrtshindernisse in dem damals für ihre kleinen Schiffe noch nicht so nothwendigen großen Maße wie heute vergebens zu bewegen gesucht hatte, wendete er sich nun mit einigem Erfolg an die Hof- und Regierungskreise.

In dem Palatine und dem ungarischen Kanzler fand er die beste Unterstützung, und letzterer richtete an den Kanzler Fürsten Metternich am 10. März 1833 das Ersuchen um Einleitung diplomatischer Schritte bezüglich dieser Regulierung.

Man suchte ohneweiters die Felsen, welche der Schifffahrt die größten Hindernisse boten, zu sprengen und erhielt hierzu die Beihilfe des Banater Corps-Commandos, welches vor den ausländischen Behörden diese Sprengungsarbeiten als Hilfe gegen die Wassergefahren bei den Messungen und Aufnahmen oder als bloße Proben und belanglose Experimente bezeichnen musste.

Am 30. Mai 1833 wurde Graf Széchenyi zum königl. Commissär für die Leitung der Durchführung der geplanten Regulierungsarbeiten ernannt, die Landesbau-Direction stellte demselben Vásárhelyi mit seinem ganzen Personale zur Verfügung und wurde demselben auch von Seite des Hofkriegsrathes der Hauptmann Philippovich zugetheilt, um ihm das Wohlwollen und Mitwirkung des Banater Militär-Commandos zu sichern, welches auf Vásárhelyi und seine Ingenieure eifersüchtig war.

Am 5. Juli 1833 kam Széchenyi mit dem neuen Dampfer »Franz I.« nach Pancsova und hatte dort mit Vásárhelyi eine Unterredung. Es handelte sich vorerst um die Fortsetzung der Aufnahmen bis zur Trajansbrücke und um die Sondierungen am Eisernen Thor.

Trotz der vom Pascha von Neu-Orsova (Ada-Kaleh) in den Weg gelegten Hindernisse (er wollte nämlich die zur Aufnahme der Querprofile nöthigen Seile nicht bis ans rechte Donauufer spannen lassen) giengen die Aufnahmen vorwärts und in der zweiten Hälfte des Jahres 1834 konnte Vásárhelyi schon die Pläne für einen Umgehungs canal mit Schleusen für die Katarakte Izlas und Tachtalia und am Eisernen Thor vorlegen. Széchenyi überzeugte sich nun davon, dass die geplante Schiffbarmachung der Katarakte eine längere Zeit erfordern werde und dass es vor allem nothwendig sei, einerseits für das Aufwärtsziehen der Schiffe, andererseits bei Einstellung der Schifffahrt für die Ermöglichung des Transportes überhaupt einen entsprechenden Communicationsweg von Moldova bis über das Eisernen Thor hinab zu schaffen.

Vásárhelyi verfasste noch im Jahre 1833 die hierfür nöthigen Pläne und es wurde die Arbeit selbst sofort in Angriff genommen, und zwar an der schwierigsten Strecke durch den Kazan, wo dieser Weg theils durch Sprengungen in den steilen Felswänden, theils mit Stützmauern hergestellt werden musste.

Graf Széchenyi führte nun, nachdem im Herbst 1833 die Pläne für die Regulierung der Katarakte von Vásárhelyi in ihren Hauptzügen fertiggestellt waren, den praktischen Gedanken aus, im Verein mit letzterem nach England zu reisen, um dort, wo ähnliche Arbeiten in größerer Ausdehnung schon ausgeführt wurden, Studien zu machen, und zwar hauptsächlich 1. über die Felsensprengungen unter Wasser, 2. den Steinbau im Wasser, 3. Steinaushebemaschinen zum Reinigen des Stromes und 4. seicht tauchende Schiffe, um trotz der Felsen sicher, bequem und rasch fahren zu können. Beide fuhren am 28. November 1833 von Wien ab und kam Vásárhelyi anfangs Mai 1834 wieder zurück.

Bei dieser Studienreise fand Vásárhelyi Gelegenheit, in die damalige Technik des Canalbaues genaue Einsicht zu gewinnen, mit Männern von vielseitiger Erfahrung zu verkehren, und die von ihm verfassten Regulierungspläne standen infolgedessen auch auf der Höhe der damaligen Wissenschaft des Wasserbaues, und entsprachen gleichzeitig den damaligen Anforderungen an die Donauschifffahrt.

Nach seiner Rückkehr benützte Vásárhelyi die Gelegenheit des eingetretenen außerordentlich kleinen Wasserstandes zur Ergänzung der Pläne.

Mittlerweile nützte er aber auch diesen günstigen Wasserstand dazu aus, um mit mehr als 500 Mann die aus dem Wasser hervorragenden schädlichen Felsen zu beseitigen, und wurden im ganzen 3620 m<sup>3</sup> Felsen mit dem Aufwand von 12.000 fl. ausgesprengt, auch Fürst Milos von Serbien ließ 500 bis 1500 Leute am rechten Ufer beim Eisernen Thor arbeiten. Am

15. December 1834 unterbreitete Vásárhelyi dem königl. Commissär Grafen Széchényi die fertigen Regulierungspläne der Katarakte mit einem Generalberichte.

Dieser Bericht, sowie weitere Nachweise über Verhandlungen und Expertisen bis zum Jahre 1879 finden sich in dem vom Donau-Verein in Wien 1880 herausgegebenen Werke: »Actenstücke zur Regulierung der Stromschnellen der Donau zwischen Moldova und Turn-Severin.«

Nach diesem Berichte beantragte Vásárhelyi (s. Fig. 1 bis 5, Taf. Nr. 2) bei Sztenka bei dem Umstande, als eine den Ansprüchen der damaligen Schifffahrt noch genügende, nur mit Bojen zu versehende Schifffahrtsstraße für die Thalfahrt vorhanden war, nur einen auch nicht als dringend bezeichneten 950 m langen, 2.5 m über Null reichenden Faschinendamm mit Steinbelag auszuführen, welcher für die Bergfahrt vom Treppelwege am linken Ufer aus dienen sollte; denn die weit von diesem Ufer entfernte, in der Felsbank vorfindliche, oben bezeichnete Fahrrinne konnte für den Seilzug vom linken Ufer aus doch nicht benützt werden. Diese Erwägung bildete auch den Hauptleitfaden für seine übrigen Vorschläge, und plante er deshalb auch die neue Schifffahrtsstraße so nahe als möglich am linken, mit Treppelwegen versehenen Ufer.

Bei den durch die Felsbänke Kozla und Dojke erzeugten Katarakten glaubte Vásárhelyi die Fahrbarkeit schon durch den im Jahre 1834 bei sehr niedrigem Wasserstande am linken Ufer bis zur Tiefe des damaligen Wasserstandes ausgesprengten, 30 m breiten und 113 m langen Canal hergestellt zu haben, und er nahm an, dass, weil der niedere Wasserstand selten eintrete, die regelmäßige Schifffahrt auch selten gestört werde und die Dampfschiffe im Canale beinahe immer werden verkehren können.

Auch bei dem nächsten Katarakte, dem Izlas und Tachtalia hat Vásárhelyi 1834 schon Sprengungen am linken Ufer in einer Breite von 40 m vornehmen lassen. Er hielt es jedoch für nothwendig, hier den Katarakt mittelst eines Seitencanals am linken Ufer und einer (nach seinen Plänen etwa 57 m langen, 15 m weiten) Kammerschleuse zu umgehen, wobei ersterer oberhalb der Schleuse durch einen im Flussbette aufgeführten Damm zu bilden wäre, der aus Faschinen hergestellt und mit Stein verkleidet würde. Auch in der nun folgenden Strecke von Greben bis unterhalb Szvinicza glaubte Vásárhelyi nach seinen bis dahin nur theilweise vollendeten Sondierungen mit der Aussprengung einer bis 4 km langen Rinne am linken Ufer auszukommen, welche wohl zum Theile auch nur in einer Ausräumung von Schotter bestehen würde.

Wegen der in dieser Strecke vorhandenen geringeren Wassertiefe machte er auch den Vorschlag, die Kataraktenstrecke überhaupt nur mit Dampfschiffen von einer Tauchtiefe von 3' = 0.94 m zu befahren.

Auch zwischen Szvinicza und Jucz, wo am linken Ufer die Tiefe stellenweise zu geringe war, wurde im Jahre 1834 Felsen in bedeutenderer Quantität gesprengt, wodurch die Bergfahrt erleichtert wurde.

Am Juczer Wasserfall projectierte Vásárhelyi wie beim Izlas einen Umgehungscanal mit Kammerschleuse am linken Ufer mit Benützung des vom Juczer Bach gebildeten Schuttkegels.

Das gefährlichste und größte Hindernis der Schifffahrt »das Eisernen Thore« ließ Vásárhelyi sehr genau aufnehmen, insbesondere bei dem sehr niedrigen Wasserstande von 1834, welcher am 23. October das kleinste seither aufgetretene eisfreie Niederwasser zeigte und dem Nullpunkte des Orsovaer Pegels entspricht.

Das Gefälle nächst dem rechten Ufer betrug auf 2000 m 5.18 m, nächst dem linken Ufer bei dem gleichen Wasserstande 5.22 m, bei einem Wasserstande von + 3.16 im Jahre 1833 betrug das Gefälle nur 3.31 m, ein Beweis, dass das untere Wasser bei wachsendem Wasserstande stärker steigt als das obere. Bei diesem Wasserstande betrug die durchschnittliche Geschwindigkeit in der Mitte der Strömung 4.19 bis 4.75 m, bei Null, Orsovaer Pegel war die Geschwindigkeit im ganzen Abschnitte 2.8 m bis 3.2 m per Secunde.

Vásárhelyi schlug die Umgehung des Eisernen Thores mittelst eines zwischen den Wildbächen Kazajna und Kozavec bei Sib projectierten Canals am rechten, serbischen Ufer vor und projectierte hier eine doppelte Kammerschleuse, um das bedeutende Gefälle von 4.85 m zu überwinden.

Vásárhelyi begründete diesen Vorschlag erstens mit der großen, für die Schifffahrt unüberwindlichen Strömung, welche bei einem offenen Canale entstehen müsste und dann mit den großen Kosten eines solchen, wie es die Sprengungen am Binger Loche bezeugen, wo mit 260 Bohrlöchern nur 31 m<sup>3</sup> unter Wasser gesprengt wurden, was 15.000 fl. gekostet habe. Diese Gründe haben Vásárhelyi wohl auch dazu bewogen, bei den oberen Katarakten Sprengungen unter Wasser durch Umgehungscanäle am linken Ufer so viel als möglich zu vermeiden.

Es ist besonders interessant, wie Vásárhelyi bei diesem Project am oberen Ende des Canals die Bedürfnisse der Schifffahrt, nämlich der Einfahrt aus dem freien Strome von unten her mit der Abweisung der von oben kommenden schwimmenden Gegenstände und Geschiebe verband und außerdem im oberen Drittel des Canals eine als Sammelplatz der Schiffe brauchbare und zugleich als etwaiger Ablagerungsplatz für Sinkstoffe dienende Erweiterung anordnete.

Die Kosten für diese Regulierungsarbeiten in den Katarakten veranschlagte Vásárhelyi wie folgt:

|   |            |
|---|------------|
| Damm bei Sztenka . . . . .                              | 20.000 fl. |
| Izlas- und Tachtalia-Canal und Schleuse . . . . .       | 250.000 „  |
| Damm und Sprengungen von Greben bis Szvinicza . . . . . | 200.000 „  |
| Canal und Schleuse beim Jucz . . . . .                  | 200.000 „  |
| Canal und Doppelschleuse beim Eisernen Thore . . . . .  | 350.000 „  |
| Zusammen 1,020.000 fl.                                  |            |

Außerdem berechnete er für Straßen und Treppelwegherstellungen 350.000 fl.

Im Jahre 1837 wurde diese Straße dem Verkehre übergeben, doch wegen Geldmangel und geringem Interesse an diesen Regulierungsarbeiten nahmen diese selbst einen geringen Fortschritt und mit dem Tode Vásárhelyis im Jahre 1846 wurden die Arbeiten ganz eingestellt.

Es muss hier noch bemerkt werden, dass die Vásárhelyi'schen Aufnahmen der Kataraktenstrecke bis zum Jahre 1883 allen bis dahin aufgestellten Projecten zur Hauptgrundlage dienten, und dann erst durch nachträgliche Aufnahmen ergänzt wurden.

## 6. Die Pläne von Wex und Meusburger.

Als im Jahre 1854 während des Krimkrieges die Donaufürstenthümer von den österreichischen Streitkräften besetzt wurden, erhielt die Schifffahrt der Kataraktenstrecke wieder einen hohen Wert.

Die österreichische Regierung entsendete den Ingenieur Meusburger, dann den Ober-Ingenieur Wex zum Studium der Regulierung des Eisernen Thores.

Es wurden nun nach dem Berichte des Ober-Ingenieurs Wex vom 20. Jänner 1855 (s. »Actenstücke« und Fig. 5, Taf. Nr. 2) mehrere Alternativpläne ausgearbeitet, und zwar einer mit Aussprengung der Felsen auf der linken rumänischen Seite mit entsprechendem Steindamme und ein zweiter mit Herstellung eines offenen Canals zwischen Steindämmen am serbischen rechten Ufer vom Kazajna-Bach über die Felsbank Prigrada bis zur Ortschaft Sib, und zwar nach Meusburger in gerader, nach Wex in concaver Richtung.

Der freie Canal sollte 60 m Breite und eine Tiefe von 2.2 m am Einlaufe, von 1.9 m am Auslaufe unter dem kleinsten Wasserstande von 1834 erhalten. Der von Wex vorgeschlagene Canal am rechten Ufer sollte eine Länge von 2660 m und das Gefälle von 5.22 m, somit 1.97 m per km erhalten, und es wurde angenommen, dass derselbe im Trockenem ausgesprengt werden könne. Die Kosten wurden mit 1.8 Millionen Gulden veranschlagt.

Am 12. December 1855 sprach sich Meusburger für eine Verbesserung der bestehenden Schifffahrtsrinne durch Felsensprengungen aus, derselbe machte auch im Vereine mit

dem Schiffscapitän Dinelli detaillierte Aufnahmen, und wurde ein Relief des Eisernen Thores angefertigt.

Da die Kosten dem k. k. Handelsministerium zu hoch erschienen, beantragten sie eine im Trockenem mögliche Aussprengung einer Cunette durch das im oberen Theil des Eisernen Thores querliegende Felsriff mit dem Kostenbetrage von 405.000 fl. Auch diese Pläne gelangten nicht zur Ausführung.

#### 7. Die Pläne von Mac Alpine.

Mit Art. XV des Pariser Friedensactes vom 30. März 1856 wurde die Schifffahrt auf der Donau und ihren Mündungen von allen Abgaben befreit.

Diese Bestimmung wurde nun durch den am 13. März 1871 zu London geschlossenen Vertrag zu Gunsten einer beschleunigten Regulierung der Katarakte und des Eisernen Thores abgeändert, und den Ufermächten unter gewissen Einschränkungen das Recht zuerkannt, zur Deckung der Kosten dieser Arbeiten eine provisorische Schifffahrts-Taxe auf dieser Strecke insoweit einzuhellen, bis die zur Ausführung der Arbeiten contrahierte Schuld getilgt sein werde.

Nachdem auf diese Art für die Geldbeschaffung eine sichere Grundlage geschaffen war, durfte man hoffen, dass diese Arbeiten ihrer Verwirklichung wesentlich näher gerückt seien.

Bald darauf erging auch von dem General-Director der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft, Ritt. v. Cassian, im Verein mit einigen Freunden, an den durch große Strombauten am Mississippi in Amerika rühmlichst bekannten Ingenieur W. Mac Alpine die Einladung, diese Strecke der Donau persönlich zu prüfen und darüber ein Gutachten zu erstatten.

Der vom 15. November 1871 datierte Bericht ist in den »Actenstücken« enthalten (s. Fig. 1 bis Fig. 5, Taf. Nr. 2); Mac Alpine suchte die betreffenden Schifffahrtsrinnen in den Katarakten so gut als möglich fahrbar zu machen und schlug als Mittel hierzu vor: die Aussprengung von 60 m breiten Canälen im freien Strome zum Zwecke der Verbesserung der scharfen Windungen und die gleichzeitige Wasserzuführung oder Hebung des Wasserspiegels mittels Steindämmen behufs Ausgleichs der Gefälle.

Außerdem gibt er auch lehrreiche Parallelen mit amerikanischen Flüssen und deren Verkehrsentwicklung und bestimmt daraus das Maß der Anforderungen für die Verbesserung der Schifffahrtsstraße. Auch diese Pläne kamen nicht zur Ausführung.

#### 8. Die Vorschläge der internationalen Commission vom Jahre 1874.

Im Jahre 1873 bildeten die österreichische, die ungarische und die türkische Regierung eine aus Fachmännern bestehende gemischte Commission, und zwar entsendete Österreich den k. k. Baurath Wawra, Ungarn den königl. ungar. Ober-Ingenieur L. Bodoky, die türkische Regierung den Ingenieur en chef Mougel Bey und Vely Effendi. Auch der Bericht dieser Commission ist in den »Actenstücken« enthalten (s. Fig. 1 bis Fig. 5, Taf. Nr. 2). Der Commission wurden ungarische Ingenieure zur Anfertigung von Aufnahmen zugetheilt und sie einigte sich vor allem über die Breite des erforderlichen Fahrwassers und bestimmte einhellig 60 m Breite, entsprechend dem Projecte Wex als genügend.

Die Tiefe der Canäle unter dem kleinsten Wasser hielt Mougel Bey mit 1.5 m für hinreichend, während die übrigen Techniker 2 m Tiefe umsomehr für vortheilhafter hielten, als die Schifffahrt dadurch erleichtert und die Ergebnisse der zu erhebenden Schifffahrtszölle hierdurch verbessert würden.

Mougel Bey trat auch für die Anwendung von Kammer-schleusen ein, während die österr.-ungar. Commissäre freie Canäle befürworteten.

Außerdem wurde für das Project die Errichtung wo nöthig unüberflutbarer Dämme längs der Canäle angenommen, um das Gefälle, die Richtung und die Geschwindigkeit der Strömung zu regeln.

Trotz möglicher Ermäßigung der Geschwindigkeit sollte auch die Frage der Kettenschifffahrt mit Aufmerksamkeit studiert werden.

Bei Sztenka schlug die Commission einen Canal in gerader Linie, außerhalb der bestehenden Schifffahrtslinie vor.

Zu sprengen wären hier  $7408 m^3$  zu 60 Frcs. = 444.480 Frcs.

Bei Kozla-Dojke beantragte die Commission die Aussprengung eines Canals ähnlich demjenigen Mac Alpine's, welcher theilweise mit der bestehenden Schifffahrtslinie zusammenfällt, und würden die Kosten mit Einbeziehung einer außerhalb des Canals liegenden Klippe betragen für  $31.916 m^3$  1.914.968 Frcs.

Da bei Izlas-Tachtalia die Aussprengung eines 60 m breiten, 2 m unter Null tiefen Canals längs der bestehenden Schifffahrtsstraße zu kostspielig gewesen wäre, ohne die Vertheilung, beziehungsweise die Gleichmäßigkeit der Strömung zu sichern, so plante hier die Commission, ähnlich dem Vorschlage Vászrhelyi's, aber ohne Schleuse, einen in einer solchen Entfernung vom linken Ufer zu errichtenden Steindamm, dass hierdurch ein 60 m breiter, 2 m tiefer freier Canal hergestellt würde.

In der Strecke von Greben bis über die Untiefen von Szvinicza hinab, projectierte die Commission zuerst einen von der Grebener Spitze gegen Milánovác reichenden unüberflutbaren Damm, 500 m parallel mit dem linken Ufer; dadurch sollte der Strom in Normalbreite derart geführt werden, dass nach oben ein Stau entstünde, welcher die Wassertiefen über den Untiefen und Klippen wohl hinreichend vermehrt hätte.

Angesichts der hohen 3.7 Mill. Frcs. betragenden Kosten dieses Projectes wurde eine Änderung dahin beantragt, den Strom in einem engeren Profil von 350 m Breite mit einem überflutbaren Damme am linken Ufer zu leiten, wodurch die Aushebung des Flussbettes sicher vermieden würde.

Außerdem wurde, um die große Geschwindigkeit am Greben bei Hochwasser zu mäßigen, der Damm bis 410 m unterhalb Greben als unüberflutbar projectiert und von da erst auf weitere 760 m die Krone des Dammes auf 0.36 m über das Stauungs-Niveau gesenkt, während am unteren Ende die Dammkrone 1.36 m über NW. liegt.

Da aber auch dieses Project noch 3.2 Mill. Frcs. kosten würde, so suchte man durch einen von Greben ab nur 1300 m langen, 60 m breiten, durch einen unüberflutbaren Damm getrennten Canal hart am linken Ufer diese Kosten zu ermäßigen. Der Canal könnte theilweise im Trockenem gesprengt werden und würden sich bei 2 m Canaltiefe die Kosten belaufen auf 2.685.379 Frcs.

Durch den Jucz-Katarakt wurde von der Commission an derselben Stelle, aber in anderer Richtung wie Mac Alpine ein 60 m breiter, 2 m unter NW. auszusprengender Canal beantragt mit  $20.710 m^3$  und den Kosten von 1.242.619 Frcs.

Interessant ist hier der Nachweis, dass die Commission nach den Plänen Mac Alpine's die Felsensprengung auf nur  $11.085 m^3$  berechnete trotz der fast identischen Lage über dem Riff. Sie erklärt dies daraus, dass die Sondierungsziffern, welche bei beiden Projecten auf Niederwasser reducirt wurden, bedeutend voneinander abweichen, und dass, wenn die Sondierungs-Operationen zu verschiedenen Epochen gemacht werden, man bei Beziehung derselben auf Niederwasser immer mehr von der Wirklichkeit abweiche, je höher der zu reducierende Wasserstand ist; sie vermuthet, dass die Operationen der Commission die genaueren seien, weil der Pegel von Orsova damals nur 1 m über Null zeigte.

Beim Eisernen Thor plante die Commission in der Absicht, das serbische Ufer nicht zu berühren, einen im allgemeinen diesem in einem concaven Bogen von 1795 m Radius folgenden, zwischen dem Wildbach Kazajna und der Ortschaft Sib liegenden, 60 m breiten und 2 m unter NW. liegenden, mit unüberflutbaren Dämmen eingefassten Canal von 2070 m Gesamtlänge mit 4.563 m Totalgefälle, somit dem relativen Gefälle von 2.204 m per Kilom. Die mittlere Geschwindigkeit bei NW. wurde mit 2.23 m bis 3.16 m berechnet. Bei  $126 m^2$  Querschnitt würden sonach bei NW.  $283 m^3$  bis  $398 m^3$  per Secunde durchfließen. Mit Hilfe eines Fangdammes könnte die Aus-

sprengung nahezu im Trockenen geschehen. Eine geradlinige Richtung des Canals würde um 600.000 Frcs. mehr kosten. Die Kosten werden mit 3,956.986,66 Frcs. berechnet. Die Commission bemisst die Kosten des von Mac Alpine für das Eiserne Thor beantragten Projectes mit  $98.052 m^3$  zu 60 Frcs. = 5,883.120 Frcs. ohne die von demselben beantragten Leitdämme.

Gesamtkosten-Zusammenstellung nach den Vorschlägen der internationalen Commission:

| Nr. | Namen der Katarakte  | Herstellungskosten bei einer Tiefe der Canäle unter Niederwasser |      |            |      |
|-----|--|--|------|------------|------|
|     |  | von 2 m  |      | von 1'7 m  |      |
|     |  | Fracs.   | Cts. | Fracs.     | Cts. |
| 1   | Sztenka . . . . .  | 444.480  | —    | 178.758    | —    |
| 2   | Kozla-Dojke . . . . .  | 1,914.968  | 04   | 1,180.200  | 60   |
| 3   | { Izlas-Tachtalia . . . . .<br>Greiben-Szvinicza . . . . . } | 4,245.716  | 67   | 3,852.150  | 63   |
| 4   | Jucz . . . . .   | 1,242.617  | 20   | 561.611    | 40   |
| 5   | Eisernes Thor . . . . .                                      | 3.956.986  | 66   | 3,802.221  | 07   |
|     | Totalsumme der Auslagen ..                                   | 11,804.770   | 57   | 9,574.941  | 70   |
|     | Hierzu für Unvorhergesehenes                                 | 1,195.229  | 43   | 1,025.058  | 30   |
|     | Totalauslagen . . . . .                                      | 13,000.000   | —    | 10,000.000 | —    |

Die internationale Commission studierte auch die Frage des künstlichen Schiffszuges und es arbeitete das ungarische Mitglied der Commission L. Bodoky eine ausführliche Studie aus. Er fand bei 90 km Länge der Drahtseile und für einen Jahresverkehr von 500.000 t mit fünf Toueuren die Investierung von 513.400 Frcs. für nothwendig, und die jährlichen Betriebskosten mit 155.000 Frcs., zu deren Deckung eine Schleppegelbühr von 0'0105 Frcs. per Tonnen-Kilom. einzuheben beantragt wurde. Die Commission nahm jedoch an, dass diese Touage besser von einer Privatgesellschaft eingerichtet würde.

Auch diese Projecte der internationalen Commission vom Jahre 1874 kamen nicht zur Ausführung.

#### 9. Bericht der von der königl. ungarischen Regierung berufenen ausländischen Experten vom Jahre 1879.

Nach Beendigung des russisch-türkischen Krieges im Jahre 1878 beschäftigte sich der nach Berlin einberufene internationale Congress der Großmächte wieder mit den Schiffahrtshindernissen der Donau.

Nachdem Österreich-Ungarn am 8. Juli 1878 in einer Convention mit Serbien die Ausführung der Arbeiten am Eisernen Thor ohne die finanzielle Mitwirkung Serbiens übernommen und Serbien sich verpflichtet hatte, alle jene Erleichterungen zu gewähren, die im Interesse der Arbeitsausführungen gefordert werden könnten, insoweit es nothwendig sein sollte, das serbische Ufer zu benützen, und nachdem Serbien von Österreich-Ungarn bezüglich der Schiffahrt auf dem Eisernen Thor die Behandlung auf dem Fuße der meistbegünstigsten Nationen zugesichert worden war, bestimmte am 13. Juli 1878 der Friedensvertrag von Berlin wie folgt:

»Artikel LVII. Die Ausführung der Arbeiten, welche bestimmt sind, die Hindernisse zu beseitigen, die sich der Schiffahrt am Eisernen Thor und bei den Katarakten entgegenstellen, wird Österreich-Ungarn anvertraut. Die Uferstaaten dieses Theiles des Flusses werden alle Erleichterungen gewähren, welche im Interesse der Arbeiten verlangt werden könnten.

»Die Bestimmungen des Artikels VI des Londoner Vertrages vom 13. März 1871, welche sich auf das Recht beziehen, eine provisorische Taxe zur Deckung der Kosten dieser Arbeiten zu erheben, bleiben zu Gunsten Österreich-Ungarns in Kraft.«

Infolge von Vereinbarungen zwischen den Regierungen Österreichs und Ungarns wurde nun die thatsächliche Durchführung der geplanten Regulierungsarbeiten von der königl. ungar. Regierung übernommen, das behufs Deckung der Kosten der Arbeiten durch den Berliner Vertrag zugesicherte Recht

der Péage-Gebüreneinhebung auf Ungarn übertragen, und behielt sich die ungarische Regierung auch die endgiltige Entscheidung bezüglich der Pläne und deren Ausführung, sowie hinsichtlich der Feststellung der einzuhebenden Schiffahrtsgebühren vor.

Im folgenden Jahre 1879 wendete sich die königl. ungar. Regierung zur Beurtheilung der gegen die damals eingetretenen Überflutungen der Theiß nothwendigen Vorkehrungen an mehrere europäische Staaten um Entsendung erprobter Fachmänner.

Deutschland sandte Herrn königl. Elbestrom-Baudirector Theodor Kozlowski aus Magdeburg, Frankreich Herrn Louis Gros, Inspecteur général aus Paris, und Herrn Louis Jacquet, Ingénieur en chef aus Lyon, Holland Herrn Waldorp, Ingénieur en chef des Waterstaat aus dem Haag und Italien Herrn Commissär P. Barilari, Vicepräsident des Consiglio sup. dei lavori publici aus Rom.

Nach Vollendung ihrer Arbeiten an der Theiß begab sich diese Commission über Einladung der königl. ungar. Regierung an das Eiserne Thor, und verfasste hierüber am 5. September 1879 einen Bericht (siehe »Actenstücke« und Fig. 1 bis Fig. 6, Taf. Nr. 2).

Diese Experten unterzogen das Gutachten der 1874er Commission einer genauen, vielfach strengen Kritik.

Im allgemeinen schließen sie sich dem Vorschlage von Niederwasser-Canälen von 60 m Breite mit der Minimalwassertiefe von 2 m an.

Mit dem Canale durch den Sztenka-Katarakt sind sie einverstanden.

Bei Kozla-Dojke sind die Experten gegen die doppelt gekrümmte Richtung in der die tiefsten Stellen aufsuchenden Trace und wenden dagegen ein, dass bei höheren als den kleinen Wasserständen die Hauptrichtung der Strömung nicht mehr in dieser gewundenen, sondern in einer mehr der Hauptrichtung der Ufer parallelen Linie auftreten werde, wodurch der eingesprengte Canal unfahrbar würde.

Dagegen schlagen die Experten hier einen der Alternativ-Trace der Commission am linken Ufer folgende Canalanlage, jedoch in ganz gerader Richtung und ohne Trennungsdamm vor.

In der zusammenhängenden, 7 km langen Strecke Izlas-Tachtalia-Greiben-Szvinicza handle es sich nicht blos darum, bei niedrigen Wasserständen genügende Fahrtiefe auf den Felsbänken zu erzielen, vielmehr ebenso wie das Gefälle bei Nullwasser, auch den Wasserstand durch die Grebener Enge bei hohen Wasserständen in Betracht zu ziehen.

Gegen den von der internationalen Commission erst vorgeschlagenen, aber wegen zu hoher Kosten als nicht rathsam aufgegebenen unüberflutbaren Damm unterhalb Greben erheben die Experten einen ersten Einwand.

Das neu geschaffene Bett müsste stets die ganze Wassermenge des Stromes aufnehmen, die Verschmälerung sei aber durch die Bedingung beschränkt, dass die Geschwindigkeiten während der Anschwellungen mäßige bleiben, und auf diese Weise werde man zur Annahme einer größeren Breite geführt, als sie für die kleineren Wasserstände vortheilhaft wäre. Die Schattenseite dieser Lösung liege darin, dass die Breite des Bettes nahezu dieselbe bleibe für alle Wasserstände.

Den zweiten Vorschlag eines überflutbaren Dammes unterhalb Greben hatte die internationale Commission trotz der durch Stau nach oben eintretenden Vortheile ebenfalls theils aus Sparsamkeitsrücksichten, theils aus dem Grunde nicht weiter empfohlen, weil die Schiffahrt bei höherem Wasser, wenn dasselbe über den Damm stürzt, gefährdet wäre.

Die Experten glaubten aber hier Abhilfe schaffen zu können, indem sie den überflutbaren Damm fortsetzen und bis an das rechte Ufer anschließen. Dadurch würde in dem großen Bassin rechts vom Damme die Seitenströmung aufgehoben und es wäre nur der Damm mit Bojen zu bezeichnen.

Bei diesem Vorschlag beantragen die Experten eine Abnahme der Grebenspitze, die Benützung derselben als Steinbruch und die Herstellung des 660 m langen Dammes nur aus diesem Steinmateriale.



Die Krone des Dammes wäre auf  $4\text{ km}$  Länge  $2\text{ m}$  über die wahrscheinlich eintretende Staulinie auszuführen, von da an aber bis zum Anschluss an das rechte Ufer bei Milánovác auf  $3\text{ m}$  darüber, damit das Wasser aus dem rechtsseitigen Bassin nicht so leicht ausströme und die Seitenströmung abgeschwächt werde.

Die Experten berechnen die Kosten dieses Dammes auf  $3\text{ Mill. Frcs.}$

Die Experten verwerfen aber die dritte Alternative der internationalen Commission bezüglich eines unterhalb Greben am linken Ufer durch einen unüberflutbaren Damm hergestellten Canals aus dem Grunde, weil die Breite desselben sehr stark wechseln und sich das Gefälle nicht ausgleichen, vielmehr sogar stellenweise concentriren, daher jedenfalls die Bergfahrt nicht erleichtert würde.

Ebenso finden die Experten den von Tachtalia bis Greben am linken Ufer mit unüberflutbaren Dämmen projectierten Canal nicht geeignet, weil die Gefällsausgleichung nicht sicher eintreten und insbesondere die für den Canal nothwendige Wassermenge bei kleinem Wasser nicht gesichert wäre, da die obere Einmündung nicht in der Strömungsrichtung liege.

Die Experten glauben, dass durch ihren Vorschlag des Staudammes unterhalb Greben die Wasserverhältnisse über den Felsbänken Izlas - Tachtalia sich infolge des Staues günstiger gestalten und dann der erste Vorschlag der internationalen Commission der Führung der Canaltrace längs des rechten Ufers vorzuziehen wäre. Sollten die näheren Studien für diese Staustrecke ungünstigere Ergebnisse liefern, so könnte auch auf den Canal am linken Ufer jedoch ohne den überschwemmbarren Damm reflectiert werden.

Am Jucz glauben die Experten, dass der von der internationalen Commission vorgeschlagene Canal, welcher ein relatives Gefälle von  $2.31\text{ m}$  per Kilom. und dieses nicht einmal gleichmäßig auf  $767\text{ m}$  Länge erhalten würde, den Anforderungen der Schifffahrt nicht entsprechen würde.

Die Experten schlagen hier wie bei Greben einen die Donau auf  $350\text{ m}$  Niederwasserbreite einschränkenden überflutbaren Damm vor, welcher  $4\text{ km}$  lang von der Mündung des Porecska-Baches bis Golubinje führen und etwa  $1.2\text{ Mill. Frcs.}$  kosten würde, auch sei für den Fall, als der Stau die Klippen des Jucz nicht vollständig bedecken würde, der Canal dort  $1\text{ m}$  tiefer auszusprengen. Falls die Tiefen längs dieses Dammes zu groß wären und dadurch zu hohe Kosten entstünden, müsste zu dem Vorschlag eines Schleusencanals wie am Eisernen Thor gegriffen werden.

Für das Eisernen Thor hat die internationale Commission einen  $60\text{ m}$  breiten,  $2\text{ m}$  tiefen Canal in einer Trace vorgeschlagen, welche die Experten für die richtige halten.

Sie wenden aber ein, dass eine Regulierung, bei welcher wie hier bei diesem offenen Canale Geschwindigkeiten eintreten und zwar von  $3.16\text{ m}$  per Secunde bei NW. und  $4.01\text{ m}$  bei HW. für eine gute Schifffahrt nicht genüge, dass vielmehr solche Geschwindigkeiten in dem verhältnismäßig schmalen Canale die Schifffahrt mehr als im offenen Strome stören werden.

Die Experten bemängeln auch die Gefällsberechnung des Wasserspiegels im Canale, insbesondere aber schließen sie aus den Stromverhältnissen, dass die für den Canal nöthige Wassermenge von wenigstens  $340\text{ m}^3$  per Secunde an der oberen Einmündung nicht, sondern nur die Hälfte davon einfließen, also nicht die angenommene Tiefe von  $2\text{ m}$  eintreten werde und infolge des Überganges von der geringen Geschwindigkeit im Strome bis zu der dem Gefälle im Canale entsprechenden ein Wassersturz mit einer großen Geschwindigkeit entstehen müsse. Selbst bei der Annahme, dass hierbei Verbesserungen möglich sind, werden diese nicht genügen, um selbst die durch die Regulierung der oberen Katarakte nach ihren Vorschlägen zu erhoffenden günstigen Schifffahrtsverhältnisse zu erreichen, wodurch letztere auch nutzlos würden. Eine Verbesserung durch die bloße Herstellung eines  $60\text{ m}$  breiten Canals würden die Experten auch dann nicht für möglich halten, wenn durch Einengung von unten her eine Stauung erzielbar wäre, welche  $5\text{ m}$  bis  $6\text{ m}$  betragen müsste, und an die auch bei den be-

deutenden Tiefen unterhalb nicht zu denken sei. Die Experten führen wörtlich an:

»Beim Eisernen Thore ist nur eine einzige Lösung »möglich, nämlich das System eines vom Flusse durch einen »unüberschwemmbarren Damm getrennten Canals, welcher »gestatten würde, die Höhe des Sturzes durch einen Schleusen- »abschluss aufzuheben.«

Die internationale Commission habe dem Vorschlag ihres Mitgliedes Mougél Bey, Schleusen auszuführen aus dem Grunde nicht zugestimmt, weil man bisher bei allen Regulierungsarbeiten auf der Donau die Errichtung von Schleusen verworfen habe, es sei wohl der Zeitverlust durch Anordnung von Kammern, welche einen ganzen Convoi aufnehmen können, zu vermeiden, aber die Unkosten würden weit bedeutender sein, als wenn man irgend eine andere Regulierungsmethode anwenden würde.

Bei der geringen Gunst, in welcher die Schleusen bei den Ingenieuren und den Schifffahrtstreibenden an der Donau stehen, führen nun die Experten die Vor- und Nachteile derselben näher aus.

Der Zeitverlust, welcher sich schon nach Mougél Bey's Vorschlag durch Anordnung von Zugschleusen bedeutend vermindern lässt, finde nur bei der Thalfahrt statt, bei der Bergfahrt biete das Schleusensystem eine sichere Ersparnis, auch in vielen Fällen selbst in Anbetracht der Zeit.

Der möglichen gänzlichen Unterbrechung der Schifffahrt im Falle einer ersten Beschädigung der Thore könne durch achtsame Ausführung vorgebeugt und Abhilfe dadurch geschaffen werden, dass die Reparaturen in abschließbaren und trockenlegbaren Räumen vorgenommen werden können. Ähnliche Anlagen seien auch am Sault du Rhône projectiert, wo auf  $1300\text{ m}$  ein Gefälle von  $3\text{ m}$  besteht und wo trotz Verbesserungen durch Felsensprengungen die Nachteile der außerordentlichen Geschwindigkeiten fortbestanden.

Die Experten seien wohl auch der Ansicht der internationalen Commission, dass sich die Schifffahrt mit Hilfe der Kette in den regulierten Strecken verbessern lasse; sie betrachten aber diese Verbesserung von einem anderen Standpunkte als die Commission.

Nach den Vorschlägen der Experten würde oberhalb des Eisernen Thores die Verminderung des Gefalles auf weniger als  $0.6\text{ m}$  per  $\text{km}$  erreicht werden, mit Ausnahme von Kozla-Dojke mit  $0.93\text{ m}$  per  $\text{km}$ , welches bei näherem Studium wohl auch noch durch Einengung stromabwärts zu verringern möglich sein werde. Die 1874er Commission lasse aber enorme Gefälle fortbestehen, und zwar:

|                       |                                 |                     |
|-----------------------|---------------------------------|---------------------|
| bei Izlas-Tachtalia.. | $1.31\text{ m}$ per $\text{km}$ | auf $1786\text{ m}$ |
| „ Szvnicza .....      | $1.01\text{ m}$ „ „             | „ $1300\text{ m}$   |
| „ Jucz .....          | $2.31\text{ m}$ „ „             | „ $740\text{ m}$    |

Bei solchen Gefällen oberhalb konnte die Commission wohl annehmen, dass man sich beim Eisernen Thor mit einer Verbesserung begnügen könne, welche auf  $2070\text{ m}$  ein Gefälle von  $4.56\text{ m}$  oder  $2.24\text{ m}$  per  $\text{km}$  bestehen lässt.

Die Touage hätte hier die Bestimmung, die außerordentlichen Schwierigkeiten auf diesen Stromschnellen überhaupt regelmäßig zu überwinden. An ein Schleppen ganzer Schiffszüge, wie es auf der Donau sonst möglich ist; könne die Commission nicht gedacht haben.

Wenn nun immer nur ein Fahrzeug auf einmal stromaufwärts befördert werden könne, so würden dadurch ganz andere Verzögerungen verursacht, als bei der von den Experten vorgeschlagenen Schleuse am Eisernen Thor, wo ein ganzer Schiffszug auf einmal ohne Kosten, bis zur Höhe von  $4.56\text{ m}$  gehoben und ohne Schwierigkeit innerhalb einer Stunde in das ruhige Oberwasser gebracht werden könne. Gleichzeitig gestatte die Regulierung der oberen Strecke nach dem Vorschlage der Experten eine Touage mit ganzen Schiffszügen. Der von den Experten am Eisernen Thor vorgeschlagene Canal falle in die Richtung, welche von der 1874er Commission angenommen würde; jedoch genüge in dem ruhigen Gerinne eine freie Sohlenbreite von  $40\text{ m}$  in dem  $1215\text{ m}$  langen Canale. Eine gekuppelte Doppelschleuse von  $350\text{ m}$  Gesamtlänge hebe das Gefälle von  $4.54\text{ m}$  auf.

Die Fig. 5 bis Fig. 6 auf Taf. Nr. 2 geben das nähere über dieses Project und finden sich über dessen Ausführung im erwähnten Berichte die weiteren Auskünfte.

Das Gefälle der oberen Schleuse ist mit  $2\text{ m}$ , das der unteren mit  $2.54\text{ m}$  angenommen. Die Schleusenkammern haben  $30\text{ m}$  Breite und  $155\text{ m}$  Länge, die Thore  $20\text{ m}$  lichte Weite, und sind für die Trockenlegung zwei Schwimmthore vorgesehen.

Die Gesamtkosten werden auf Grund eines beigelegten Kostenüberschlages auf 12 Mill. Francs berechnet und stellen sich die Gesamtkosten der Katarakten-Regulierung nach dem Vorschlage der Experten, wie folgt:

|   |       |            |
|---|-------|------------|
| Sztenka . . . . .                       | Frcs. | 444.480    |
| Kozla-Dojke, annäherungsweise . . . . . | „     | 2,500.000  |
| Izlas-Tachtalia-Szvinicza-Greben        | Frcs. | 2,000.000  |
| der überflutbare Damm . . . . .         | „     | 2,000.000  |
| Jucz mit überflutbarem Damm . . . . .   | „     | 1,200.000  |
| Eisernes Thor, Schleusencanal . . . . . | „     | 12,000.000 |
|   | Frcs. | 20,144.480 |
| Unvorhergesehenes . . . . .             | „     | 1,855.520  |
| Gesamtsumme . . . . .                   | Frcs. | 22,000.000 |

#### 10. Thätigkeit des Donau-Vereines und Discussion über die Beseitigung der Schiffahrtshindernisse auf der unteren Donau im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine am 2., 6., 9. und 12. April 1881.

Sowohl von dem am 9. Juni 1879 gegründeten Wiener Donau-Verein, als auch vom Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein wurde diese Frage auf Wunsch des österreichischen Handels-Ministers eingehend verhandelt und die bereits erwähnten, vom Donau-Verein im Jahre 1880 herausgegebenen »Actenstücke« bildeten die Grundlagen für diese Verhandlungen.

Im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine sollte eine öffentliche Discussion vorbereitet werden, und wurde zu diesem Behufe ein fünfzehngliedriges Comité eingesetzt.

Nach dreimonatlichen Berathungen desselben wurde die Discussion in vier Vollversammlungen des Vereines am 2., 6., 9. und 12. April 1881 durchgeführt.

Im Verlaufe dieser Besprechungen wurde auch bekannt, dass das Comité folgenden Beschluss gefasst hatte:

»1. Es ist bloß die Verbesserung, respective Erleichterung der Schiffahrt über die Katarakte ins Auge zu fassen; es ist daher auf die Wasserstandsverhältnisse oberhalb der Katarakte nicht Rücksicht zu nehmen.

2. Für die Regulierung der Katarakte bei Kozla und Dojke spricht sich das Comité einstimmig für die Aussprengung eines geradlinigen Canals am linken Ufer aus.

3. Die überwiegende Zahl der Comité-Mitglieder spricht sich für die Herstellung eines überflutbaren Dammes unterhalb Greben aus; bei Izlas und Tachtalia für Verbreiterung und Vertiefung der Fahrinne durch Sprengungen, eventuell zur weiteren Ausgleichung der Geschwindigkeit die Einengung des Strombettes durch Herstellung eines überflutbaren Steindammes am linken Ufer.

4. Das Comité spricht sich einstimmig dahin aus, dass bei Jucz durch Aussprengung einer Fahrinne im Stromstrich — von größerer Breite und Tiefe — ein theilweiser Ausgleich des Gefälles erreicht wird. Ein weiter gehender Ausgleich könnte durch Herstellung eines Canals zwischen Dämmen am linken Ufer erzielt werden.

5. Das Comité erkennt einstimmig die Schwierigkeiten an, welche bei der Regulierung des Eisernen Thores für die Schiffahrt entstehen würden, wenn die Fahrinne in der Mitte des Stromes durch die Aussprengung der die Schiffahrt hindernden Felsen hergestellt würde und spricht sich einstimmig gegen diese Idee aus. Dagegen ist das Comité einstimmig der Ansicht, dass es für eine ungehinderte Schiffahrt als die radicalste Lösung aller Schwierigkeiten zu betrachten ist, dass ein Canal am rechten Ufer mit einer Schleuse angelegt wird. Ein Theil des Comité's spricht sich dahin aus, dass die Anlage eines Canals ohne Schleuse am rechten Ufer ebenfalls genüge, und

dass derselbe namentlich mit Rücksicht auf die bedeutenden Minderkosten in erster Linie zu empfehlen sei.«

Der erste Redner in der Vollversammlung vom 2. April war der schon früher erwähnte, nunmehrige k. k. Hofrath v. Wex, welcher im Jahre 1855 über das Eisernen Thor Vorschläge erstattet hatte.

Er findet, dass die von Vászrhelyi beantragten Kammer-schleusen für die heutigen Dimensionen der Donauschiffe zu klein wären; ferner, dass der niedrigste Wasserstand vom Jahre 1834 seither nie mehr vorkam. Die Niederwasserstände von  $0.3\text{ m}$  bis  $0.6\text{ m}$  über Null O.-P. treten durchschnittlich jährlich nur anderthalb Tage lang auf, nämlich in 41 Jahren 62mal. Der Wasserstand von  $+0.3\text{ m}$  wäre also genügend für die Bestimmung der Wassertiefe in den Canälen und die Aussprengung nur auf  $1.7\text{ m}$ , statt  $2\text{ m}$  nöthig.

Die Breite von  $60\text{ m}$  wurde nach den Dimensionen der Schleppdampfer von  $17\text{ m}$  und der Schleppe von  $6\text{ m}$  bis  $8\text{ m}$  Breite bestimmt und wäre dieselbe, wenn die Canäle nicht eingedämmt sind, besser breiter als  $60\text{ m}$  zu machen, wie es schon Meusburger und Mac Alpine vorgeschlagen hatten, weil es selbst bei markierter Fahrstraße für den Steuermann besonders bei Nebel oder in der Dämmerung sehr schwer sei, die Canaltrace von  $60\text{ m}$  Breite aufzufinden. v. Wex behandelt nur die Verhältnisse im Eisernen Thor und führt zuerst an, dass alle Techniker gegen die Aussprengung der offenen Stromrinne, wie sie Meusburger und Mac Alpine beantragten, gewesen seien, besonders aus dem Grunde, weil durch die Sprengungen die schon im Eisernen Thor bestehenden Geschwindigkeiten von  $4\text{ m}$  bis  $5\text{ m}$  noch vermehrt würden. Die Strömung gehe vom rechten gegen das linke Ufer und es sei jedenfalls eine Wasserspiegel-Senkung nach oben zu erwarten, wo jetzt schon ober- und unterhalb der Insel Neu-Orsova (Ada-Kaleh) bei NW. Tiefen von nur  $1.4\text{ m}$  über den dortigen Felsenriffen vorhanden seien. Auch seien die Sprengungen im freien Strome sehr theuer und hindern die Schiffahrt während der Arbeit, die viele Jahre dauern würde.

Sein Project vom Jahre 1854 habe den Experten vom Jahre 1879 offenbar nicht vorgelegen, weil sie dabei die an dem Projecte der 1874er Commission bezüglich des offenen Canals am rechten Ufer gerügten Mängel nicht gefunden hätten.

Behufs Einströmens von genügendem Wasser in den Canal habe er oben eine trichterförmige Erweiterung beantragt. Sein Project sei dem damaligen Handelsminister mit  $1.8$  Mill. Gulden zu theuer gewesen. Man könne den Canal nach oben noch um  $412\text{ m}$  verlängern, er hätte dann  $3200\text{ m}$  Gesamtlänge, so dass die Geschwindigkeit bei NW.  $2\text{ m}$ , bei HW.  $3.2\text{ m}$  nicht übersteigen würde.

Mit Tauereibetrieb könnten dann vier bis sechs Schleppe in einem Zug bergwärts geführt werden. Den aus ökonomischen Gründen gekrümmten Canal würde er jetzt gerade vorschlagen, besonders wegen der Touage. Wenn politische Rücksichten gegen den offenen Canal am rechten Ufer sprächen, so könnte derselbe auch am linken, aber nur mit größeren Kosten hergestellt werden.

Bei der Schleusanlage werde nach Angabe der Experten eine Schließung eine Stunde dauern, es seien demnach in zwölf Stunden nur sechs Züge zu Berg, sechs zu Thal möglich. Beim freien Canal von  $3200\text{ m}$  Länge seien für die Bergfahrt 53 Minuten Zeit nöthig, gleichzeitig könnten aber zwei bis drei Züge in je 15 Minuten thalwärts fahren.

Wenn die Schiffszüge auch regelmäßig bei der Schleuse ankommen, so seien nur vier bis sechs Züge per Tag möglich. Das Eis werde auch im Frühjahr und Herbste in dem  $1250\text{ m}$  langen Canale mit ruhigem Wasser längere Zeit bleiben, als im offenen Canale.

Reparaturen an den Maschinen oder den Thoren der Schleuse werden wegen Mangel einer Maschinenfabrik in sehr weitem Umkreise bedeutende Unterbrechungen verursachen. Die Schotterzuführung in den Schleusencanal sei möglich und es müsse von Zeit zu Zeit gebaggert werden, wieder eine Störung der Schiffahrt. Dies könne große Nachtheile zur Folge haben, besonders wenn die Schiffahrtstörung im Herbste auftreten würde, wo der größte Schiffahrtsverkehr stattfindet.

Bei der Kostenberechnung müsse auch auf die Intercalar-Zinsen etc. Rücksicht genommen werden, dann stellen sich die Kosten für den offenen Canal mit der von ihm beantragten Verlängerung sammt Anlagen und Betrieb der Ketten-schiffahrt auf . . . . . 8 Mill. Frcs.

Die Experten haben für den Canal 13 Mill. Frcs. berechnet und es stellt sich diese Summe mit den Intercalarien auf Frcs. 18 Mill., hierzu die capitalisierten Betriebskosten mit 1 Mill. Frcs. auf . . . . . zusammen 19 Mill. Frcs. somit Mehrkosten des Schleusencanals . . . . . 11 Mill. Frcs.

Bei Kriegsgefahr könne von Serbien aus die Schleuse leicht mit Dynamit gesprengt werden, während beim offenen Canal die Sperrung mittels Versenkung von Steinschiffen geschehen könne, welche später leicht zu beseitigen wäre.

Bei der Einhebung der Schiffahrtstaxe werde diese auch im Verhältnis von 8 Mill. zu 18 Mill., bei der Schleuse also um circa 125% höher nöthig werden. Die Experten hätten nach ihren Erfahrungen im Auslande geurtheilt, dort wurden aber derartige Schleusen auch nur bei Flüssen gebaut, wo für einen freien Schiffahrtscanal keine hinreichende Wassermenge vorhanden war, innerhalb desselben Staates und bei Verkehren von 600.000t bis 2,000.000t jährlich, statt wie hier 150.000t bis 300.000t.

Der erste Redner am 6. April war Ingenieur J. Deutsch. Derselbe behandelte hauptsächlich das verkehrspolitische Gebiet; er kommt zu dem Schlusse, dass die Regulierung des Eisernen Thores mit Rücksicht auf den Verkehr an den Donaumündungen erst nach der Herstellung einer künstlichen Wasserstraße von der Donau bis zur Elbe zweckmäßig wäre.

In Bezug auf die technischen Fragen bedauert Redner, dass die Vásárhelyi'schen Projecte seinerzeit nicht zur Ausführung kamen, weil die Verluste, welche durch den gestörten Verkehr seither erwachsen, kaum berechenbar seien, im Vergleich zu jenen Erfolgen, welche die Amerikaner durch den Erie-Canal und die Engländer durch die Schiffbarmachung der Sulinamündung erzielt hätten.

Am Eisernen Thor zieht Redner die Projecte von Meusburger und Wex für einen offenen Canal am rechten Ufer allen anderen vor, besonders weil ihre Alimentierung bei den günstigeren Gefällsverhältnissen gegenüber dem der internationalen Commission auch sicherer sei, welche überdies durch eine Verschiebung der Trace gegen den Stromstrich hin in ausreichendem Maße gesichert werden könne.

Sollte die Regierung wie früher aus ökonomischen Gründen ihre Zustimmung verweigern, so könne das Auskunftsmittel nach den Vorschlägen von Meusburger und Dinelli, die Verbesserung der bestehenden Schiffahrtsrinne gefunden werden, wobei allerdings für die Bergfahrt entweder die Auflösung des Convois in einzelne Schleppe nöthig würde, oder ganz enorm starke Remorqueure für diese Strecke in den Dienst gestellt werden müssten.

Für die Breite des Canals schlägt Redner statt 60m für die ungestörte Schiffahrt 70m vor, und würde dieselbe im Verein mit einer nur 1.7m unter Null auszuhebenden Tiefe denselben Querschnitt ergeben.

Bei Izlas-Tachtalia empfiehlt derselbe zur Erreichung eines Staues nach oben eine Einengung des Profils mittels eines Parallelwerkes schon 600m oberhalb der Grebenspitze; ferner schlägt er zur Beseitigung des Hochwasserstaues vor der Grebenspitze eine Verbreiterung des Stromes durch entsprechende Abtragung dieser Spitze und Einsprengung der Sohle daselbst in einer Tiefe vor, welche bei Niederwasser mit Rücksicht auf den hier bereits geringeren Stau dennoch die nothwendige Fahrtiefe bewirken würde.

Am 9. April sprach Ober-Ingenieur Taussig. Bei der hier zu treffenden Wahl des Projectes seien ökonomische Momente in viel weiterem Maße zu berücksichtigen, als bei anderen Stromregulierungen, da bei den bestehenden Staatsverträgen die Schiffahrt die Kosten, respective Verzinsung und Amortisation derselben in Form einer Péage zu tragen habe.

Die Last der Verzinsung müsse somit kleiner sein, als die Last, welche der gegenwärtige Zustand der Schiffahrt auferlege.

Es sei demnach nicht zweckmäßig, sofort dasjenige Project zu wählen, welches der Schiffahrt mit einem Schlage die weitgehendste, praktisch erreichbare, technische Erleichterung gewähre, jedoch mit Mitteln, deren Verzinsung den gegenwärtigen geringen Verkehr finanziell zu sehr belasten würde.

Wenn man die Schiffahrt bei jedem Wasserstande überhaupt ermögliche und derselben Erleichterung verschaffe, so werde sich der Verkehr steigern und der größere Verkehr werde dann die Last der Vervollständigungsarbeiten, Erweiterung der Canäle etc. tragen können. Es müsse aber diese Verbesserung später möglich sein, ohne schon bewirkte Ausführungen wieder auflassen zu müssen.

In Betreff der Tiefe von 2m unter NW. für die auszusprengenden Canäle führt derselbe an, dass diese bei dem äußerst seltenen Wasserstande von Null O.-P. eigentlich 2.3m betrage; 2m Tiefe sei auf der Donau bis auf wenige Stellen vorhanden und entspricht einer Tauchtiefe von 1.75m; sie sei auch auf den französischen und preußischen Haupt-Wasserstraßen angenommen.

Heute haben die Mehrzahl der Schleppe der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft eine Tauchtiefe von 1.52m und es sei eine Vergrößerung derselben in sicherer Aussicht, um das Tragvermögen zu vermehren. Eine spätere Vertiefung sei sehr kostspielig und wäre der Schiffahrt hinderlich. Er schlage daher 2m Tiefe vor.

Beim Eisernen Thor wird der von Wex vorgeschlagene Canal von 2788m Länge ein ausgeglichenes Gefälle von 1.9m per Kilometer haben, und glaubt Redner, dass die bei der Schiffahrt in Betracht kommende Geschwindigkeit bei Nullwasser 2m bis 2.6m, bei Hochwasser nicht über 3.6m betragen werde.

Der Canal werde dann bei NW. für ganze Convois fahrbar, bei HW. aber nur mit wenigen Schleppen oder durch Verstärkung der Zugkraft passierbar sein. Jedenfalls sei aber in der Breite von 60m die Begegnung zweier Schiffszüge nicht denkbar, ein solcher Canal sei also nur einspurig.

Der Schleusencanal sei zwar eine vollkommene Lösung, habe aber auch die Nachteile eines einspurigen Weges und erkannte das Comité den Schleusencanal auch nur vom technischen Standpunkte aus als die vollkommenste Lösung.

Es seien hauptsächlich die hohen Anlage- und Erhaltungskosten, sowie die leichte Zerstörbarkeit der Schleuse mitten im Strome und in einem fremden Lande, welche gegen die Anlage derselben sprechen.

Betreffs der geringen Breite von 60m führt Redner an, dass am Rhein für Begegnung zweier Schiffszüge 112m Breite verlangt werden, am Eisernen Thor sei noch mehr Breite nöthig, weil das Gefälle und die Strömung größer sei. Dann wäre aber die Alimentierung eines solchen Canals mit Wasser kaum möglich, er sei deshalb für einen Canal am rechten Ufer etwa in der von Wex vorgeschlagenen Trace, aber nur mit 50m Breite für die Bergfahrt, dagegen sollte für die Thalfahrt im gegenwärtigen Stromstrich ein 70m breiter Canal hergestellt werden, der bei Wasserständen von und über 1m über Null mit vollen Schiffsladungen von 1.75m fahrbar sein müsste. In den durchschnittlich 12 bis 13 Tagen per Jahr, wo der Wasserstand unter 1m über Null sinke, müssten dann wohl Schleppe in der Thalfahrt, wenn sie diese Tauchtiefe besitzen, auch durch den Canal am rechten Ufer fahren und die bergfahrenden Züge abwarten. Solche tieftauchende Thalzüge sind jedoch selten. Am Rhein bestehen auch getrennte Canäle für die Thal- und Bergfahrt.

Beim Jucz hält Redner die Aussprengung einer Fahrinne von 80m bis 100m Breite für nothwendig, das Einschränkungswerk der Experten aber für zu theuer.

In der Strecke Tachtalia-Greben-Szvinicza ist Redner mit dem Vorschlage der Experten einverstanden, möchte aber den Staudamm Greben-Szvinicza außer bei Milánovác auch an zwei anderen Stellen durch Querdämme mit dem rechten Ufer verbinden, und für alle Fälle, ob der Stau bis Izlas hinauf-

reicht oder nicht, befürwortet er die Aussprengung der notwendigen Tiefe bei Izlas und Tachtalia in der heutigen Richtung des Fahrwassers. Sollte das Gefälle hierdurch nicht genügend ausgeglichen werden können, so könne dies auch hier ähnlich wie bei Szvinicza durch einen Staudamm vom linken Ufer her erreicht werden.

Bei Kozla-Dojke stimmt er der Trace der Experten von 1879, für Sztenka derjenigen der 1874er Commission zu. Für das Begegnen zweier Schiffszüge wären auch hier 90 m bis 100 m statt 60 m breite Canäle erforderlich; dies könne aber auch später, wenn der Verkehr erstarkt und das Bedürfnis nach Doppelspur vorhanden sein wird, geschehen.

Die vom Redner auf 18 Mill. Frs. geschätzte Summe für eine Österreich-Ungarn mit dem Meere verbindende 1300 km lange Wasserstraße sei sehr gering im Verhältnis zu den zu Eisenbahnzwecken à fonds perdu verwendeten Summen.

Der nächste Redner, Inspector A. Oelwein, ist entschieden für die Schleuse beim Eisernen Thor. Bei der internationalen Commission hätten nicht technische, sondern finanzielle Gründe den Grund zur Ablehnung gebildet.

Er wendet sich hauptsächlich gegen die von Hofrath v. Wex gegen die Anlage von Schleusen vorgebrachten Gründe. Seine Berechnungen des Zeitverlustes bei der Schließung seien nicht haltbar. In den Schleusen könnten nicht ein Schiff, sondern vier Schiffe auf einmal geschleust werden, also 24 Schiffe in jeder Richtung. Auch die Annahme, dass jedes Schiff oder Schiffszug ohne Kreuzung geschleust werden müsse, sei zu pessimistisch. Bei einem Frachtschiffe kommt es auf eine halbe Stunde Wartezeit nicht an, und bei einem starken Verkehr finden sich die Schiffe in der Gegenrichtung von selbst. Die Breite von 40 m sei auch für die Begegnung zweier Schiffszüge möglich, wenn die Schiffe hintereinander gezogen werden, was bei dem horizontalen Canale leicht angehe. Die Zeit der Schließung gewinne das Schiff in der Bergfahrt in diesem ruhigen Canale.

Im Hochsommer können bis 30 Schiffe in jeder Richtung verkehren und die Ersparnisse an Zugskosten im Schleusencanale werden gegenüber denen im offenen Canale so groß sein, dass die Ausgaben für Bedienung und Erhaltung der Schleusen aufgewogen werden. Den Aufenthalt durch die Aufeisung hält Redner nicht für bemerkenswert. Die »Maschinenfabrik«, welche man nach Ansicht v. Wex' für die Schleusenanlage brauche, könne durch Lagerung von Reservebestandtheilen entbehrt werden, dies sei auch in anderen Ländern der Fall, wo man auch nicht immer eine Maschinenfabrik in der Nähe habe.

Dass Schotter und Geschiebe im Schleusencanale liegen bleiben, sei bei den großen Tiefen oberhalb, wo hierzu Gelegenheit vorhanden sei, nicht zu befürchten. Beim Wildbache selbst wären Schutzvorkehrungen zu treffen, wie es auch die 1879er Experten beantragt haben.

Ob im Kriegsfall die Schleuse zerstört oder der Leitdamm des offenen Canals gesprengt werde, würde wohl dieselbe Wirkung hervorbringen. Um für Kriegsfall kein Object zu bieten, hätten viele Culturobjecte, Grenzbrücken etc. nicht hergestellt werden dürfen.

Als Hauptnachtheil der Schleuse werden die bedeutenden Mehrkosten, 10 Mill. Frs. = 4.6 Mill. Gulden aufgeführt; daraus würden die Péagekosten um 125% für den heutigen Verkehr erhöht, und rechnet Redner für Amortisation und Verzinsung bei dem heutigen Verkehr von 200.000 t, per Tonne 1 fl. 71 kr. bis 2 fl. 90 kr., erstere bei den Baukosten der internationalen Commission, letztere nach denen der Experten. Dies wäre wohl geradezu vernichtend für den Binnenverkehr und sehr drückend für Frachten bis Wien und Passau. Man müsse, um den Verkehr zu heben, eine kleinere Péage verlangen und es würden sich dann die Einnahmen durch die Hebung des Verkehrs von selbst steigern; außerdem mache dann der Staat auch durch die directen und indirecten Einnahmen infolge der Steigerung des Verkehrs ein Geschäft. Aus Gründen der Sparsamkeit dürfe man somit nicht zu einem System greifen, welches nach dem Ausspruch Vásárhelyi's und der Experten von 1879 keine volle Gewähr des Gelingens biete.

Beim offenen Canale sei die eintretende Geschwindigkeit nicht im voraus genau zu berechnen und man wird erst nach vollzogener Arbeit wissen, wie weit die Rechnung richtig war.

Wenn wegen zu großen Mehrkosten statt der Schleuse ein offener Canal ausgeführt würde, so werde man endlich doch zum Bau einer Schleuse schreiten, nur werde dies dann mit großen Mehrkosten und großen Erschwernissen für die Schifffahrt verbunden sein.

Der nächste Redner, k. k. Ober-Baurath Wawra Ritter v. Hohenstraß, war Mitglied der internationalen Commission 1874. Er führte an, dass diese Commission Instructionen hatte, welche technische, ökonomische und staatspolitische Bestimmungen enthielten. Die Commission musste dem serbischen Ufer ausweichen. Der Vorwurf der mangelhaften oberen Einmündung des Canals am rechten Ufer beim Eisernen Thor sei ungerechtfertigt, weil derselbe auf der Stromseite auf 400 m Länge nicht eingedämmt sei und das Wasser auf dieser ganzen Strecke einströmen könne. Der Canal der internationalen Commission sei daher nur scheinbar kürzer als die anderen.

Alle Canalprojecte haben die natürliche Begrenzung, Beibehaltung des Unterwassers der Prigrada und oben die Unmöglichkeit, ohne unabsehbare Vertiefungsarbeiten die Einmündung weiter nach oben zu verlegen, als an die Mündung des Kazajna-Wildbaches.

Zur Überwindung eintretender hoher Geschwindigkeiten wurde die Touage angenommen.

Beim Jucz werde der Canal nach dem Projecte der internationalen Commission für die Schifffahrt vollkommen genügen.

Bei Greben und Tachtalia sei die von den Experten besonders wegen ungleicher Breite gerügte Unvollkommenheit der von der internationalen Commission schließlich beantragten Canäle am linken Ufer jedenfalls besser als heute, auch sei die Breite nach unten wieder eingehalten.

Dasselbe wurde gegen den Canal am Izlas angewendet. Derselbe soll quer durch Felsenriffe gesprengt werden, welche auf der nicht eingedämmten Seite wie Bühnen wirken. Bei dem nur etwas mehr als 1 m per Kilom. betragenden Gefälle werde aber für die Schifffahrt noch keine Schwierigkeit erwachsen. Die Speisung des Canals werde von der heute in todtem, tiefem Wasser liegenden oberen Einmündung von selbst geschehen, da die Sohle des projectierten Canals sich allmählich bis zum bestimmten Niveau der Geschwindigkeitszunahme entsprechend erhebe.

Der Vorschlag der Experten, den überflutbaren Damm unterhalb Szvinicza wieder an das rechte Ufer anzuschließen, und nach unten zu erhöhen, hätte nach Ansicht des Redners zur Folge, dass die Ortschaften Szvinicza und noch viel mehr Milánovác bei Hochwasser überschwemmt würden; die internationale Commission hätte auch nach ihrer Instruction nicht beantragen dürfen, die letztere serbische Ortschaft vom Strome abzuschließen, was auch überhaupt nicht zu rechtfertigen wäre. Er glaubt, dass die von den Experten mit 2 Mill. Frs. berechneten Kosten dieses Damms sich auf das doppelte stellen werden; auch die trotz des Staus noch nöthige Aussprengung bei Tachtalia nach dem Vorschlage der Experten werde statt 2 Mill. 4 Mill. Frs. kosten.

Bei Kozla-Dojke haben die Experten gegen die doppelt gekrümmte Linie im Projecte der internationalen Commission Einwendungen gemacht, weil dieselbe mit der Strömungsrichtung bei steigendem Wasser nicht übereinstimme, und haben ähnlich einem nicht weiter verfolgten Vorschlage der internationalen Commission, nach welchem am linken Ufer ein von der Donau durch einen Damm geschiedener, theilweise im Trockenen auszusprengender Canal auszuführen wäre, einen solchen, aber in gerader Richtung beantragt; dabei bemängelt Redner, dass nach Angabe der Experten jener Damm von der internationalen Commission als unüberflutbar angenommen worden sei; dies sei aber aus dem Gutachten der internationalen Commission nicht nachzuweisen.

Bezüglich Sztenka waren die Experten mit dem Vorschlage der internationalen Commission einverstanden. Die Anträge der internationalen Commission für die Verbesserung der Schifffahrt, welche im ganzen 13 Mill. Frs. gekostet hätten,

bezweckten eine Abhilfe, welche sogar den Schiffahrtstreibenden viel zu groß erschienen sei. Die Anträge der Experten hätten viel mehr gekostet und es wären statt der von ihnen berechneten 22 Mill. Frs. vielmehr 28 Mill. Frs. nöthig geworden. Die Anträge der internationalen Commission hätten jedenfalls eine großartige Verbesserung im Vergleiche zum jetzigen Zustand herbeigeführt, der Zweck sei nicht mit weniger Mitteln zu erreichen gewesen und die Kosten hätten nur auf diese Weise durch die Péage eingebracht werden können, was der Commission zur Aufgabe gestellt war.

Am 12. April 1881 begann Capitän Marchetti, Schiffs-Inspector der k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrt-Gesellschaft, seine Rede mit der Hinweisung auf die Pegel-Curve, Fig. 5, Taf. Nr. 3, für die 40 Jahre 1840 bis 1879.

Bei dem heutigen Zustande des Eisernen Thores brauchen unsere Schleppe einen Wasserstand von  $+2.74m$  O.-P. zur Befahrung desselben mit der vollen Belastung auf  $1.6m$  Tauchtiefe. Aus der mittleren Pegel-Curve sei zu entnehmen, dass im Mittel die Passage solcher Fahrzeuge vom Beginne der Schiffahrt bis 3. März und vom 20. Juli bis Schluss der Schiffahrt gesperrt sei.

Für die Schiffahrt sind aber die günstigen Jahresmittel von wenig Nutzen, viel wichtiger sind die Häufigkeit und die Vertheilung der Extreme.

Im Jahre 1863 konnten wir nicht einen einzigen Tag vollbeladene Schleppe durchbringen. Bei  $+1.17m$  wird die Schiffahrt vollständig unterbrochen; dies geschah im Jahre 1863 durch 89 Tage, 1874 74 Tage hindurch.

(Die die Wasserstände der Jahre 1840 bis 1897 in verschiedenen Stufen und damit die eingetretenen Schiffahrts-Perioden zeigende Darstellung Fig. 4, Taf. Nr. 3, ist bis zum Jahre 1897 ergänzt.)

Die günstigeren Verhältnisse vor Mitte der Fünfzigerjahre als später schreibt Redner der damals begonnenen Theiß-Regulierung zu.

Redner gibt viele Details über die Schwierigkeit der Schiffahrt; es sei in der Kataraktenstrecke viermal so viel Zugkraft aufzuwenden und achtmal so große Schleppladungsräume nöthig als auf der mittleren Donau.

Durch ein Graphikon des Schiffszugsverkehrs, ähnlichen der Eisenbahnen, versinnlichte derselbe die Schwierigkeiten in anschaulicher Weise; sehr oft sei in kürzester Zeit das Maximum zu leisten und diese Schwierigkeiten seien wohl den Herren Wasserbau-Technikern bei Abfassung ihrer Projecte nicht in ihrer vollen Schwere bekannt gewesen.

Um die Frage, ob eine Schleuse oder ein offener Canal am Eisernen Thor auszuführen sei, zu lösen, erörtert Redner die Verhältnisse unter beiden Eventualitäten.

Ob die Vorausberechnungen der Geschwindigkeiten in einem offenen Canale genau richtig sind oder nicht, jedenfalls sind dieselben sehr bedeutend und für die Schiffahrt schwer überwindbar. Unsere Zugdampfer werden in diesem Canale kaum mehr aufbringen können, als heute über das Eisernen Thor selbst. Die Länge ist nicht größer, und nur ein Ausgleich der Gefälle herbeigeführt. Wenn die Canäle nach Vorschlag v. Wex' verlängert werden könnten, so müsste dies bedeutend sein und würden dann die Kosten sich steigern, und die Canäle werden immer wegen der Einspurigkeit die Leistungsfähigkeit verringern.

Kürzere Gefällsstürze können ebenso gut überwunden werden, als eine längere Strecke mit mäßigerem Gefälle, wie es wohl in den Canälen der Fall sein wird.

Es werden nicht mehr als ein, höchstens zwei Schleppe im Canale gezogen werden können, gerade wie am Eisernen Thor selbst.

Für die Kosten eines solchen »Gebirgsbetriebes« kann die Angabe einen Anhaltspunkt liefern, dass die jährlichen Kosten eines Zugdampfers 50.000 fl. bis 60.000 fl. ausmachen.

In der oberen Donau kommen wohl auch Geschwindigkeiten von  $2m$  bis  $3m$  vor, sie können aber bergwärts dadurch überwunden werden, dass die Dampfer nicht im Stromstrich fahren. Man möge bei derartigen Fragen in Zukunft auch die

Nautiker hören, welche hier ein entscheidendes Wort mitzusprechen hätten.

Die Touagekosten seien von der internationalen Commission viel zu gering berechnet worden. Es seien seit sieben Jahren allerdings viele Fortschritte und Erfahrungen gemacht worden.

Die Toueurs könnten am Kabel zu Thal nahezu nichts befördern; es ist also ein sehr unvollkommenes Verkehrsmittel. Der Zugdampfer, welcher Züge zu Thal zu bringen hat, muss neben dem Toueur auch leer zu Berg fahren, die Touage ist also nur als Specialanlage vorthellhaft.

Die Frage über die Breite der Schiffahrts-Canäle habe Ober-Ingenieur Taussig schon eingehend und ganz im Einklange mit den Ansichten des Redners besprochen. Alle nur  $60m$  breiten Canäle seien nur als einspurig zu betrachten und brauchen Signalstationen. Auch der Struden sei hierfür ein Beispiel; das Project der Kataraktenstrecke biete drei neue Struden, einen am Eisernen Thor, einen am Greben und einen zwischen Izlas und Tachtalia.

Auch am Rhein lassen die Schiffahrtsverhältnisse zwischen Bingen und St. Goar, trotzdem dort die Fahrt zweiseitig ist, und trotzdem dort die Gefälle nur die Hälfte bis ein Drittel der großen Gefälle am Thor bilden, nach Ansicht Bellingrath's noch viel zu wünschen übrig. Bei dem kolossalen Verkehr auf dem Rheine seien die Verluste an Nationalvermögen infolge der noch unvollständigen Regulierung enorm.

In Bezug auf die Anlage der Schleuse als Bauwerk habe schon Inspector Oelwein die Einwendungen v. Wex' widerlegt.

Falls am Eisernen Thor Eisstoßbildungen vorkommen sollten, was kaum zu denken ist, so sind diese für die serbische Seite ganz unbedenklich, jedenfalls werden dort keine Eispressungen auftreten. Eine gefrorene Oberfläche im Canale (Glatt) könne dort immer durchbrochen werden und auch Treibeis könne dort zu einem Glatt und dadurch zu einem Schutze ausgebildet werden, jedenfalls seien keine Betriebsstörungen zu fürchten.

Das Heranbringen der Convois, welches Ingenieur Deutsch für unmöglich hält, könne nicht schwierig sein, da  $250m$  unterhalb des unteren Schleusenhauptes das Gefälle des heutigen natürlichen Wasserspiegels nur  $1:3200$  betrage und nach dem Einbau der Schleuse noch geringer werden würde.

Die Zerstörung der Schleuse oder des Canals im Kriegs-falle biete keinen Unterschied in der Schwierigkeit, sehr wesentlich sei aber die potenzierte Leistungsfähigkeit der Anlage im Falle des Bedarfes im Kriege und diese spreche zu Gunsten der Schleuse.

In Betreff der Leistungsfähigkeit der projectierten Schleuse sei anzuführen, dass zehn Normalschleppe bequem darin Platz finden, oder außer einem großen Schlepddampfer neun solcher Schleppe, oder zwei große Dampfer. Die Schleusungszeit geben die Experten mit einer Stunde an. Wenn in einem Tage nur 20 Durchschleusungen vorgenommen werden, so können zehn Convois zu Berg = 100 Schleppen und ebensoviel zu Thal oder aber das doppelte Quantum in einer Richtung passieren, also 200 Schleppe bergwärts mit einer Ladung von 50.000 t.

Redner getraue sich das mit zwei kleinen Schraubendampfern zu drei Mann und 10 t Kohlenconsum durchzuführen, wobei selbstverständlich oben und unten die pünktliche Zu- und Abfuhr bedungen sei. Der Zufahrts canal könnte auch erweitert werden.

Redner begreift nicht, wie der offene Canal mit der Leistungsfähigkeit einer hier nach allen Regeln und Anforderungen richtig gebauten Schleuse concurrieren kann.

Die großen Dampfer von 400 bis 600 indicierten Pferdestärken könnten durch den offenen Canal stets nur einen Schleppe zwingen, zwei Schleppe nur mit Vorspann.

Falls sich die Züge im Canale begegnen könnten, würden, für die Tour zu Berg und leer zu Thal 1 Stunde gerechnet, in 20 Stunden 20 Schleppe per Tag, im zweiten Falle mit 2 Schleppen,  $1\frac{1}{2}$  Stunden per Tour, also 13 bis 14 Touren 26 bis 28 Schleppe geführt werden können. Dabei wäre der Canal zweiseitig angenommen, also eine Kreuzung bei Tag und bei Nacht möglich. Unter dieser Voraussetzung könne mit sieben bis zehn großen Dampfern dasselbe geleistet werden, wie mit Hilfe der

Schleuse und zwei kleinen Schraubendampfern, ja im Nothfalle könne auch die Schleppbemannung selbst das Durchführen in der Schleuse besorgen. Wenn, was wahrscheinlich, keine Kreuzung möglich sei, so wäre die Leistungsfähigkeit natürlich viel kleiner und bei Nacht sei schon gewiss keine Kreuzung möglich.

Durch die Touage werde wegen der Endmanöver und Thalfahrt auch nicht viel verbessert werden. Für den Verkehr könne jedenfalls angenommen werden, dass ein Schleppdampfer in der Schleuse fünf- bis zehnmal mehr fördern könne, als im offenen Canale.

Redner findet in Betreff des Kostenpunktes, dass, trotzdem die Experten 1 Mill. Francs mehr für Unvorhergesehenes eingestellt hätten, die Mehrkosten gegen die der internationalen Commission nur 3.6 Mill. Gulden betragen.

Die letztere hätte aber auch die capitalisierten Kosten der Touage als nothwendige Ergänzung zuschlagen müssen. Die Ersparnisse an Frachtkosten durch die Schleuse werden mindestens jährlich 50.000 fl., also capitalisiert 1 Mill. Gulden betragen.

Der Verkehr habe sich trotz Kriegszeiten etc. in dem Jahrzehnt 1870 bis 1879 gegenüber 1860/69 auf das Dreifache gesteigert, man könne daher, da sich der Verkehr im nächsten Decennium mindestens verdoppeln werde, die Ersparnisse mit 2 Mill. Gulden Capital ansetzen. Ferner werden die Betriebs- und Erhaltungskosten der Schleusen kaum höher sein, als die der Touage und der Signalstationen mit den eingeleisigen Canälen. Die Kostendifferenz von 3.6 Mill. Gulden werde daher sehr zusammenschrumpfen und könne diese nicht mehr für die Wahl des Systemes ausschlaggebend sein.

Péage zahle seine Gesellschaft jetzt schon in Form der ungarischen Transportsteuer und anderer Kosten, welche aus Mangel an gesicherten Winterständen erwachsen.

Er sei ganz der Meinung des Inspectors Oelwein, man müsse erst den Verkehr bei niedrigen Auflagen wachsen lassen; dann würden Capital und Zinsen jedenfalls früher zurückerstattet werden, als es bei den alljährlichen riesigen Subventionen der Bahnen der Fall sei.

Bezüglich des Schiffsverkehrs in den projectierten Canälen hegt Redner folgende Bedenken:

Bei Sztenka hege er Zweifel, ob nicht Verschotterungen möglich seien.

Bei Kozla-Dojke sei er für den geraden Canal der Experten trotz der von v. Wex gerühmten großen Geschicklichkeit der Schiffer.

Mit den Vorschlägen der Experten bezüglich der Niederwasserdämme in der Strecke Izlas-Tachtalia-Greben sei er einverstanden, ebenso mit dem von Ober-Ingenieur Taussig, unterhalb Izlas durch Niederwasserdämme noch einen Stau hervorzurufen.

Die Gefahren der Niederwasserdämme unterhalb Greben bei Hochwasser, welche durch Querströmung hervorgerufen werden sollen, theile Redner nicht; auf der oberen Donau haben wir auf viele Meilen Länge solche Dämme beiderseits. Die Absperrung von Ortschaften komme auch in Oesterreich leider vielfach vor, dies könne aber auf eine Änderung des Systemes keinen Einfluss haben.

Beim Jucz wäre der Staudamm jedenfalls vortheilhaft, wenn er nicht zu theuer wird.

Beim Eisernen Thor habe sich Redner schon unbedingt für die Schleusen ausgesprochen.

Redner führte nun zum Schlusse noch die Vortheile der Katarakten-Regulierung für die Schifffahrt näher aus, insofern dieselbe dann wesentlich billiger transportieren könne wegen des Wegfalles der Lichtungsspesen, besserer Ausnützung des Schiffsparkes und Verminderung der Zugskosten.

Durch diese an vier Abenden durchgeführten Verhandlungen wurden die Fragen gewiss geklärt, wenn sie auch naturgemäß nicht zu einem Beschluss führen konnten. Insbesondere den Schifffahrttreibenden wurde hierbei Gelegenheit zur Geltendmachung ihrer Ansichten gegeben.

Der Oesterreichische Ingenieur- und Architekten-Verein hat den stenographischen Bericht über diese Verhandlungen in

Druck erscheinen lassen und eine Reihe interessanter Berichtigungen, Entgegnungen und Äußerungen, welche die Herren v. Wex, Deutsch, Taussig und Marchetti über Aufforderung des Vereinsvorstehers nachträglich einsendeten, in diese Veröffentlichung aufgenommen. Deren Inhalt hier aufzuführen, würde aber den Rahmen dieser Abhandlung überschreiten.

Noch in demselben Jahre 1881 beschäftigte sich der Donau-Verein sehr eingehend mit der wichtigsten Frage, wie die Felsensprengungen unter Wasser durchgeführt werden sollen. Nach einer vom k. und k. Genie-Major Johann Lauer erfundenen Methode sollten die unter Wasser befindlichen Felsen durch Dynamitpatronen, die auf die Oberfläche derselben zu legen wären, gesprengt werden.

Er construierte ein besonderes Holzschiff, an dessen Ende ein vorspringendes Gerüst derart befestigt war, dass die Dynamitpatrone am Ende einer schief liegenden Eisenröhre befestigt und auf den Felsen hinabgelassen wurde, so dass dieses Rohr sowohl zur Sondierung, als zur Sprengung diene.

Der Donau-Verein ließ in den Tagen vom 20. Juli bis 5. August 1881 in Krems an der Donau Versuche anstellen, auf Grund deren die Sprengung eines Cubikmeters Felsen unter Wasser nach Lauer's Methode mit Rücksicht auf die Verhältnisse an der unteren Donau 12 fl. kosten würde.

Der ausführliche Bericht darüber, welcher auch für die Art der Durchführung der Arbeiten an der unteren Donau Vorschläge von Lauer enthält, wurde im Jahre 1883 vom Donau-Verein als »Beitrag zu den Actenstücken zur Regulierung der Stromschnellen der Donau zwischen Moldova und Turn-Severin« mit 15 Tafeln und 11 Textfiguren herausgegeben.

#### 11. Neuere Aufnahmen und Entwürfe, Feststellung der Regulierungspläne.

\*) Erst im Jahre 1883 nach einer mehrjährigen Vertagung infolge ungünstiger finanzieller Verhältnisse betraute der königl. ungar. Minister für öffentliche Arbeiten und Communicationen Baron Gabriel Kemény unter Mitwirkung des damaligen Staats-Secretärs Gabriel Baross, den damaligen Landes-Inspector für öffentliche Bauten Ernst Wallandt mit der Durchführung der Aufnahmen und Feststellung der hiernach abzuändernden Pläne, welche zur Vergleichung der Vorschläge der internationalen Commission von 1874 und derjenigen der ausländischen Experten von 1879 erforderlich waren, wobei insbesondere die im Berichte der Experten entwickelten Ansichten und Vorschläge zu berücksichtigen seien.

Diese Verordnung enthielt ferner folgende Weisungen:

»1. Dass bei den Katarakten Kozla-Dojke anstatt der durch das internationale Comité geplanten Schifffahrtsstraße mit doppelter Krümmung die Möglichkeit der Herstellung einer geraden Schifffahrtsstraße längs des linken Ufers zu studieren sei.

2. Bei den Katarakten Izlas-Tachtalia-Greben sei der Plan des bei Greben und Milánovác durch die internationale Commission zum Gegenstand ihres Studiums gemachten Staudammes in der Weise zu ergänzen, dass der Damm von der Bergspitze Greben ausgehe, am unteren Ende aber sich an das rechte Ufer anschließe; der aus einfachen Steinwürfen herzustellende Damm soll oben in einer Länge von 4 km 2 m hoch sein und weiter unten gleichmäßig ansteigen, um dann beim Anschlusse an das rechte Ufer die Höhe von 3 m über der gestauten Wasseroberfläche zu erreichen.

Von dem oberen Ende bis Izlas sei, soweit möglich, nächst dem rechten, eventuell! nächst dem linken Ufer die Herstellung eines offenen Canals zu studieren, mit Rücksichtnahme auf den Stau, welcher durch den unterhalb Greben geplanten Damm hervorgerufen werden würde.

3. Beim Jucz-Katarakte sei ebenfalls die Errichtung eines niedrigen Stauwerkes zu studieren, welches von dem rechten Ufer unterhalb des Porecska-Baches ausgehend, in einer Entfernung von 350 m von dem linken Ufer sich hinziehen und bei Golubinje sich wieder dem rechten Ufer anschließen würde; sollte sich dieses Werk infolge der Localverhältnisse als unausführbar erweisen, so wäre ein Schleusencanal zu entwerfen;

\*) Siehe »v. Gondac«.

4. Bei dem Katarakte des Eisernen Thores sei längs des rechten Ufers in der von der internationalen Commission vorgeschlagenen Linie ein von der Donau abgesonderter Schleusencanal zu bauen, dessen rechtes Ufer von einem den höchsten Wasserstand überragenden Damm und dessen linkes Ufer durch eine eben so hohe Mauer gebildet würde.

5. Die Pläne der in den Jahren 1873/74 thätig gewesenen internationalen Commission seien durch das Studium der Schiffahrtsstraße zwischen Alt-Moldova und St. Helena (*km* 25 bis *km* 35) und durch den Plan der eventuell zur Verbesserung dieser Schiffahrtsstraße nothwendigen Arbeiten zu ergänzen.

Um für die Feststellung des Einheitspreises der Felsensprengung unter Wasser verlässliche Daten zu gewinnen, ordnete der Minister Sprengungsversuche an. Wallandt entsprach diesen Aufträgen noch im selben Jahre durch Fertigstellung der nachträglichen Aufnahmen und der Pläne.

Gegenüber dem zur Umgehung des Eisernen Thores von den Experten geplanten Schleusencanal nahm Wallandt entschiedene Stellung für den offenen Canal, welcher selbst dann den Bedingungen der freien Schifffahrt besser entspreche, als der Schleusencanal, wenn die Stromgeschwindigkeit eine zu große sein sollte; denn diesem Übelstande könne man durch die Touage abhelfen und dem Bedenken, dass zu wenig Wasser in den Canal treten könnte, sei durch trichterförmige Erweiterung des linksseitigen, in der Höhe von 1 *m* über Null herzustellen den Dammes abzuhefen.

Der Donauabschnitt von Alt-Moldova bis St. Helena (*km* 25 bis *km* 35) wurde aus Mangel an Zeit nur so weit geprüft, als die mit den Wasserverhältnissen vertrauten Lootsen die Wassertiefe von 2 *m* unter Null als nicht vorhanden bezeichneten, wonach einzelne Felsenspitzen zu entfernen sind. Hierfür wurden 10.000 *m*<sup>3</sup> Felsenbeseitigung in den Voranschlag aufgenommen.

Die von dem k. u. k. Genie-Oberst J. Lauer auch hier, wie früher bei Krems für den Donau-Verein durchgeführten Versuche mit seiner Methode erschienen, da zwei Drittel des Materials vom Wasser fortgerollt wurde und nur ein Drittel Ausbaggerung erforderlich war, so günstig, dass Wallandt dieses Verfahren empfahl.

Im Jahre 1884 legte nun Wallandt die einerseits auf Grund der Pläne der internationalen Commission, andererseits auf Grund der Vorschläge der Experten von 1879 und der neuesten Aufnahme fertiggestellten Pläne dem Minister vor, und wurden diese nun von dem damaligen technischen Rathe in mehreren Sitzungen einer eingehenden Berathung unterzogen.

Der technische Rath acceptierte den beim Sztenka-Katarakt seitens der internationalen Commission geplanten und bei dem Katarakte Kozla-Dojke den seitens der ausländischen Fachmänner vorgeschlagenen offenen Canal, sowie die Errichtung des durch den Katarakt Izlas-Tachtalia in der Schiffahrtsstraße vorgeschlagenen Canals, ferner die ebenfalls von den Experten vorgeschlagene Abtragung der Spitze Greben in einer Breite von 150 *m*, in einer Höhe von 2 *m* über Null, und die Herstellung des Staudammes von Greben bis Milánovác; zur Ergänzung des letzteren wurde der Einbau von Traversen empfohlen. Hinsichtlich der durch den Jucz-Katarakt herzustellenden Schiffahrtsstraße wurde vom technischen Rathe ebenfalls der nach den Vorschlägen der Experten angefertigte Entwurf angenommen.

Die Herstellung eines Schleusencanals durch den Katarakt des Eisernen Thores, wie ihn die ausländischen Fachmänner vorgeschlagen, fand der Rath mit Rücksicht auf die Sicherung der hindernisfreien Schifffahrt für unannehmbar und schlug statt desselben in der durch die internationale Commission vorgezeichneten Linie den Bau eines 2 *m* tiefen Canals, aber mit der größeren Sohlenbreite von 80 *m* vor, welcher mit Dämmen einzufassen wäre, die über das Niveau des bisher wahrgenommenen höchsten Wassers emporragen müssten.

Außerdem wurde mit Rücksicht darauf, dass es auch in den Abschnitten zwischen den Katarakten seichte Stellen gibt, wo bei niedrigem Wasserstande die für die hindernisfreie Schifffahrt nothwendige Tiefe von 2 *m* unter Null nicht vorhanden

ist, die Beseitigung dieser Schifffahrtshindernisse, wenn auch einstweilen mangels ausführlicher Daten bloß im allgemeinen, ebenfalls in den Rahmen des Regulierungsplanes aufgenommen.

Diese seitens des technischen Rathes festgestellten Pläne wurden vom Minister der öffentlichen Arbeiten genehmigt und sowohl der österreichischen, als auch der serbischen und rumänischen Regierung mitgetheilt.

Diese Pläne entsprechen nun nach den Ausführungen von Gonda's a. a. O. folgenden Grundsätzen und Absichten:

Der alleinige und Endzweck der Regulierungen sei die Sicherung der hindernisfreien Schifffahrt durch die Katarakte an der unteren Donau und zur Erreichung dieses Zweckes sei die doppelte Aufgabe zu lösen, einerseits die Erreichung einer größeren Tiefe des Wassers bei niedrigen Wasserständen, andererseits die Mäßigung der übergroßen Stromgeschwindigkeiten. Zur Beseitigung der geringen Wassertiefe werde die Vertiefung der Schiffahrtsstraße mit einer Sohlenbreite von 60 *m* auf eine Tiefe von 2 *m* unter dem bisher beobachteten kleinsten Wasserstande vom 23. October 1834 geplant.

Die Sohlenbreite von 60 *m* sei der übereinstimmenden Ansicht der competenten Fächkreise zufolge auch für die gesteigerten Ansprüche der an der unteren Donau zu erwartenden größeren Schifffahrt vollkommen entsprechend, insbesondere wenn diese im freien Strome herzustellende Schiffahrtsstraße womöglich geradlinig, und wo dies unmöglich wäre, mit sehr sanfter Krümmung derart geplant werde, dass die Einfahrt der Schiffszüge mit Rücksicht auf die natürliche Strömung auf kein Hindernis stoße.

Man könne ferner den kleinsten normalen Wasserstand um 0,5 *m* höher annehmen als den von 1834, so dass eine Wassertiefe von 2,5 *m* statt 2 *m* vorhanden sei, welche auch für einen Schlepp mit 1000t ausreiche.

Die Mäßigung der Stromgeschwindigkeit werde, soweit möglich, durch die beantragten Staudämme zu erreichen gesucht, obwohl nicht ausgeschlossen sei, dass man besonders im Eisernen Thor-Canale für ein künstliches Schleppen der Schiffe sorgen müsse, wofür die geeigneten Studien gemacht worden seien.

Bei Sztenka brauche bei dem geringen Gefälle von 0,36 *m* per Kilom. nur für eine entsprechende Wassertiefe gesorgt zu werden, 300 *m* vom linken Ufer werde ein vom Thalwege ausgehender, etwa 825 *m* langer, 2 *m* unter Null tiefer, 60 *m* breiter Canal ausgesprengt mit 7408 *m*<sup>3</sup>.

Bei Kozla-Dojke werde ein längs des ungarischen Ufers führender, geradliniger, 2100 *m* langer Canal mit dem Gefälle von 0,93 *m* per Kilom. in derselben Breite von 60 *m* ausgesprengt mit 65.775 *m*<sup>3</sup>.

Bei der Reihe von Schifffahrtshindernissen Izlas-Tachtalia-Greben-Szvinicza werde zur Verbesserung der ungenügenden Wassertiefe und des großen Falles bei Hochwasser am Greben einerseits längs der Izlas und Tachtalia am linken Ufer ein 60 *m* breiter, 2 *m* unter Null tiefer, 3500 *m* langer Canal ausgesprengt mit 46.936 *m*<sup>3</sup>, andererseits ein Steindamm von Greben abwärts gebaut werden mit 479.964 *m*<sup>3</sup>. Die Grebener Spitze werde 150 *m* breit, 2 *m* unter der Oberfläche des aufgestauten Niederwassers abgetragen werden, der Steindamm solle in einer Entfernung von 350 *m* vom linken Ufer das seichte Wasser einengen und dadurch den Wasserspiegel aufstauen. Die Höhe der Krone dieses 6200 *m* langen Dammes soll von 2,8 *m* über Null bis 2 *m* am Ende abnehmen, die Kronenbreite mit 3 *m* und die beiderseitigen Böschungen mit 1:1,5 angelegt, der Damm aus dem Materiale der abzutragenden Grebenspitze hergestellt und über NW. steinsatzartig geschichtet werden. Zur Theilung der Höhendifferenz des Wasserspiegels soll der Steindamm außerdem durch zwei Steintraversen von 2 *m* Kronenbreite mit dem rechten Ufer verbunden werden.

Beim Jucz soll ein geradliniger freier, etwa 1000 *m* langer und von oben her in der Strömungsrichtung liegender Canal von 60 *m* Breite, 2 *m* unter Null tief ausgesprengt werden und außerdem soll ein vom rechten Ufer bei der Porecska Bachmündung ausgehender Steindamm in der Entfernung von 300 *m* vom linken Ufer aus bis zu der oberhalb Golubinje liegenden Insel bis zum rechten Ufer hergestellt werden. Dieser 1600 *m* lange Damm solle 0,5 *m* über dem angestauten Wasser und

dann noch auf 1.25 m darüber ansteigend eine Kronenbreite von 3 m und Böschungen von 1:1.5 erhalten, aus Stein und mit Steinsatzschichtung über Wasser bestehen.

Der hierdurch erzeugte Stau wurde mit 1.8 m bei NW. berechnet und das Gefälle dadurch auf 1.4 m per Kilom. ermäßigt. Diese Arbeit erfordert an Sprengung unter Wasser 31.773 m<sup>3</sup> und an Steinwurf 129.521 m<sup>3</sup>.

Beim Eisernen Thor soll die hindernisfreie Schifffahrt bei jedem Wasserstande ermöglicht werden.

Statt des schon von Vásárhelyi und später von den Experten 1879 geplanten Schleusencanals sei der »Bau eines den Anforderungen der Schifffahrt und der Technik nach der entschiedenen Meinung der competenten Factoren besser entsprechenden offenen Canals« beschlossen worden, und zwar in sanfter, an das rechte Ufer sich anschmiegender Curve in der von der internationalen Commission 1874 vorgeschlagenen Weise mit unüberflutbaren Dämmen abgeschlossen.

In dem 80 m breiten, 2 m unter Null tiefen Eisernen Thor-Canale werde sich der ober- und unterhalb des Eisernen Thores entstehende Wasserspiegel bei jedem Wasserstande möglichst gleichmäßig und bei den möglichst günstigen Gefällsverhältnissen ausgleichen und auch die größten Schiffszüge bequem darin Platz finden, ja sogar einander ausweichen können.

Der Canal werde in einem Bogen von 1770 m Radius, 1180 m lang, dann in gerader Linie über die Felsbank Plocsa hinaus bis zur Ortschaft Sib in einer Gesamtlänge von 2200 m ausgeführt werden.

Das obere Ende des rechtsseitigen Dammes werde den Schuttkegel des Kazajna-Baches im Bogen umfassen und dann in das Ufer eingreifen, am unteren Ende aber sollte derselbe von einer 10 m weiten Brücke für die Gebirgswässer durchbrochen sein und der ganzen Länge nach als Treppelweg ein Holzgeländer erhalten.

Der linksseitige Damm des Canals sollte nach oben hin trichterartig derart verlängert werden, dass in den Canal bei jedem Wasserstande eine genügende Wassermenge geleitet werde.

Beide Dämme sollten bis 0.5 m über den höchsten Wasserstand reichen, der rechtsseitige Damm eine Krone von 6 m, der linksseitige eine solche von 4 m Breite erhalten. Die Böschungen beider Dämme sollten gegen den Canal mit 1:1.5, nach außen mit 1:2 angelegt werden.

Beim rechtsseitigen Damm sollte auf der Canalseite am Fuße ein Steinwurf kommen und dann der aus gemischtem Material, Schotter und Erde aufzuführende Damm mit einer Steinverkleidung versehen werden, auch der linksseitige Damm soll aus gemischtem Material aufgeführt und Böschungen und Krone mit einer entsprechend starken Steinschichte gedeckt werden.

Für die planmäßige Eintiefung des Eisernen Thor-Canals wurde festgestellt, dass die obere Mündung durch einen entsprechenden Steindamm abzuschließen sei, damit die Felsensprengungen soviel als möglich im Trockenem oder wenigstens im seichten, ruhigen Wasser vorgenommen werden können und wurde auch der Einheitspreis demgemäß niedriger angesetzt.

Die eigentlichen Sprengungen wurden veranschlagt mit 247.316 m<sup>3</sup>, das Dammmaterial mit 577.967 m<sup>3</sup>. Das relative Gefälle des kleinsten Wasserstandes im Eisernen Thor-Canale wurde mit 2.49 m per Kilom. berechnet und war demselben durchaus nicht auszuweichen. Der aus dem großen Gefälle entspringende Nachtheil sei aber doch nicht so bedeutend, als wenn ein Schleusencanal hergestellt worden wäre, welcher die Abwicklung des Verkehres in viel größerem Maße gehindert oder erschwert hätte, ganz abgesehen von den bei Schleusen möglichen zeitweisen Unterbrechungen der Schifffahrt. Dieser offene Canal wird nach Bedarf auch mit einer Einrichtung zum künstlichen Schleppen zu versehen sein und dann die richtigste Lösung bieten, welche von der modernen Schifffahrt unter den obwaltenden Umständen gefordert werden könne.

Zwischen diesen Katarakten und oberhalb derselben sei für die Beseitigung einzelner hervorragender Felspitzen auf 2 m unter Null noch ein Quantum von 10.000 m<sup>3</sup> Felsensprengung unter Wasser angenommen worden.

Die Quantitäten des Voranschlages wurden festgestellt mit:

|   |                        |
|---|------------------------|
| 1. im freien Strome unter Wasser zu beseitigende Felsen . . . . .                               | 176.861 m <sup>3</sup> |
| 2. im Eisernen Thor-Canal im Trockenem oder aber im stillen Wasser zu beseitigende Felsen . . . | 247.316 m <sup>3</sup> |
| 3. Steinwürfe zu den Dämmen von Jucz, Greben und dem Eisernen Thor . . . . .                    | 829.451 m <sup>3</sup> |
| 4. Schottermaterial für die Dämme des Eisernen Thor-Canals . . . . .                            | 330.651 m <sup>3</sup> |
| 5. Steinverkleidung für die genannten Dämme   | 209.736 m <sup>3</sup> |

Die Kosten der geplanten Regulierungsarbeiten wurden insgesamt mit 9 Mill. Gulden festgestellt, und zwar mit folgender Detaillierung:

|  |                |
|--|----------------|
| 1. Sohlencanal durch den Katarakt Sztenka fl.  | 106.734.46     |
| 2. Sohlencanal durch den Katarakt Kozla-Dojke . . . . .  | „ 886.254.06   |
| 3. Sohlencanal durch den Katarakt Izlas-Tachtalia und Staudamm Greben-Milánovác sammt zwei Traversen . . . . . | „ 1,986.991.34 |
| 4. Sohlencanal durch den Jucz-Katarakt und Staudamm Jucz-Golubinje . . . . .                                   | „ 898.559.50   |
| 5. Offener Canal durch den Eisernen Thor-Katarakt . . . . .  | „ 3,115.893.09 |
| 6. Eventuell vorkommende Beseitigung von Felsen in den mittleren Abschnitten . . . . .                         | „ 112.490.—    |
| Kosten der Arbeiten . . fl.  | 7,116.922.45   |
| 7. Anfertigung detaillierter Pläne und Bauaufsicht . . . . .   | „ 355.346.12   |
| 8. Intercalarien (Zugrundelegung einer Bauzeit von sechs Jahren und einem Zinsfuße von 5 0/0 . . . . .         | „ 1,120.840.27 |
| 9. Unvorhergesehene Kosten . . . . .   | „ 406.891.16   |
| Gesamtkosten . . fl.   | 9,000.000.—    |

## 12. Vorbereitungen zur Inangriffnahme der Arbeiten und Vergebung derselben an eine Unternehmung.

Das Project sammt Voranschlag der Regulierung wurde nun vom Minister Gabriel Baross der Gesetzgebung vorgelegt und mit Gesetz-Artikel XXVI vom Jahre 1888 die Durchführung der Arbeiten beschlossen. Die Kosten dieser spätestens bis 1895 auszuführenden Arbeiten wurden mit 9 Mill. Gulden festgestellt; ferner wurde der Minister angewiesen, die Höhe der provisorischen Gebühren, welche im Sinne des Berliner Vertrages zur Deckung der Kosten der Arbeiten dienen sollten, den Beginn der Einhebung und die Modalitäten derselben seinerzeit im Einvernehmen mit dem Finanz-Minister festzustellen und es solle über die Kosten der Arbeiten sammt Amortisation und für etwaige Geldbeschaffung sowie über das Péage-Erträgnis genaue Rechnung geführt werden.

Für das Jahr 1889 wurden 500.000 fl. aus den Cassabeständen zur Verfügung gestellt, damit alle nöthigen Vorkehrungen zur Inangriffnahme der Arbeiten mit größter Energie getroffen werden können.

Der Minister legte ein großes Gewicht darauf, dass diese Arbeiten, welche außerordentliche, bisher in ihrer Art einzige Schwierigkeiten bieten, vor ihrem Angriff reiflich überlegt und auf sichere Grundlagen gestellt wurden, um ihre Durchführung innerhalb der Bauzeit in jeder Hinsicht erfolgreich zu gestalten.

Zuerst wurde mit der königl. serbischen Regierung das Einvernehmen gepflogen, um die nach jeder Richtung hin freie Bewegung für die Arbeiten zu sichern.

Hierauf wurde in dem umgebildeten Handels-Ministerium, welchem Baross vorstand, hierfür eine eigene Section gebildet und zum Fachreferenten der technische Rath Béla v. Gonda bestellt.

Für die technische Leitung mit dem Sitze in Orsova wurden ernannt als Chef derselben Sectionsrath Ernst Wallandt, zu dessen Stellvertreter Ministerial-Ober-Ingenieur Alois Hoszpotzky, und zu Mitgliedern derselben Ministerial-Ingenieur Ernst Izsáky, die königl. Ingenieure Eugen Gruber und Georg Kherndl und Rechnungsrath Rudolf Fuhrmann.



Die technische Leitung gieng nun daran, die detaillierten Pläne auszuarbeiten und die zum Studium der hydrographischen Verhältnisse nothwendigen Vorarbeiten und Aufnahmen zu machen.

Minister Baross eröffnete nunmehr einen Conkurs auf die Methode und Sprengmittel für die Felsenbeseitigungen unter Wasser, und es stellte auf Ansuchen desselben das gemeinsame k. u. k. Kriegs-Ministerium den k. u. k. Genie-Oberst Lauer, den Erfinder der nach ihm benannten Sprengmethode und den k. u. k. Pionnier-Hauptmann Franz Herbert zur Verfügung; außerdem berief der Minister eine Fach-Commission zur Prüfung der Ergebnisse des Concurses.

Dieser lief am 22. August 1889 ab und es concurrirten neun Offerenten über Sprengmethoden und Vorrichtungen, dann vier über Spreng- und Zündmittel.

Es wurden mit der Lauer'schen Methode am Jucz Versuche angestellt und für den Felsenbeseitigungsplan des Ingenieurs Thurnhardt aus Budapest, welcher von der Commission als der entsprechendste befunden wurde, wurden die nöthigen Vorbereitungen bis zum Frühjahr 1890 fertiggestellt. Außerdem beauftragte Minister Baross die Herren v. Gonda und Hoszpotzky damit, die im Rheine beim Binger Loch in Arbeit befindlichen Sprengungsvorrichtungen zu studieren. Hierbei hatten dieselben Gelegenheit, die langjährigen Erfahrungen daselbst gründlich kennen zu lernen.

Dort wurde behufs planmäßiger Vertiefung der Felsgrund mittels eines Sondierschiffes auf Pontons mit einer Sondierstange in Schlitzten von Meter zu Meter gemessen und daraus ein Schichtennetz des Stromgrundes festgestellt, aus welchem die Dicke der zu beseitigenden Felsschichte bestimmt wurde. Innerhalb eines Taucherschachtes, welcher auf den Grund versenkt, und in welchen Luft gepresst wurde, nahm man nun die Bohrungen vor, setzte die Dynamitpatronen ein, und nach Hebung des Caissons wurde das Schiff zur Seite gestellt und dann das Dynamit zur Explosion gebracht.

Aus diesem Vorgange war zu entnehmen, dass dieses Verfahren zur Beseitigung so großer Felsmassen, wie an den Katarakten der unteren Donau, nicht geeignet sei, auch wäre es bei den dortigen Stromverhältnissen nicht ohne große Gefahren möglich, den Taucherschacht richtig einzustellen und ruhig im Betrieb zu erhalten. Von dem damaligen Chef des Rheinstrom-Bauamtes zu Koblenz, Oberbaurath Berring, wurden aber die Herren auf die am St. Lorenz-Strom nächst Montreal in Amerika durchgeführten Felsenbeseitigungsarbeiten unter Wasser und den hierüber vom technischen Attaché der deutschen Gesandtschaft in Washington, Baurath Bassel verfassten Bericht aufmerksam gemacht.

Dort wurden die Bohrer auf ein auf vier Pfeiler stellbares Holzschiff montiert und von dort aus gebohrt, gesprengt und die gelockerte Masse mittels Löffelbagger beseitigt.

Diese Methode, welche auch im schnellsten Wasser anwendbar ist, wurde für die Verhältnisse an der unteren Donau besonders passend befunden.

Die Lauer'schen Versuche gaben keine genügende Garantie dafür, dass die Sprengungsarbeiten in sechs Jahren vollendet werden können, und eröffnete der Handels-Minister einen neuen Conkurs, wobei sich 15 Offerte einstellten.

Es wurde jedoch nur das Thurnhardt-Toth'sche Verfahren (s. auch Vortrag des diplomierten Ingenieurs Könyves-Tóth im »Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereine«, vom 4. April 1891) als zweckmäßig befunden, welches eine Combination des auf dem Rhein verwendeten Caissonschiffes mit dem oben erwähnten am St. Lorenz-Strome verwendeten auf Füßen gestellten Bohrschiffe zeigte.

Der Handels-Minister kam nun zu der Überzeugung, dass die Durchführung dieser Arbeiten im großen Stile nur im Wege der Vergebung an einen Unternehmer zu sichern sei; er schrieb deshalb am 5. December 1889 eine öffentliche Offertverhandlung auf sämtliche Arbeiten im In- und Auslande aus, und wurde der Einreichungstermin auf den 31. März 1890 festgesetzt.

Die Bauleitung hatte nun auch noch die Nivellierung der Katarakte mit Feststellung des Niveaus des 1834er Wasserstandes mit Benützung der noch theilweise vorhandenen

Vásárhelyi'schen Höhenpunkte durchzuführen, um auch in Zukunft fixe Anhaltspunkte zu schaffen.

Um für alle Fälle sicher zu sein, und um nöthigenfalls die Arbeiten in Regie durchführen zu können, wurden auch mit einem Thurnhardt'schen Meisselschiff im Mai 1890 Versuche vorgenommen, doch befriedigten die Versuche nicht soweit, dass man auf ein sicheres Resultat rechnen konnte. Wegen der Aussicht auf die Vergebung der Arbeiten an einen Unternehmer wurde auch Oberst Lauer auf eigenes Ansuchen seiner Function enthoben und Hauptmann Herbert als Ingenieur der technischen Leitung zugetheilt.

Am 31. März liefen vier Offerte ein, zwei bezogen sich nur auf einen Theil der Arbeit, aber auch die anderen zwei forderten zu hohe Einheitspreise. Nach langen Verhandlungen wurden die mit 9 Mill. Gulden präliminierten Arbeiten der von der Berliner Disconto-Gesellschaft, dem Braunschweiger Maschinenfabrikanten Hugo Luther und dem Ingenieur Julius Hajdu gebildeten Unternehmung zugesprochen.

Der Vertrag wurde am 22. Mai 1890 abgeschlossen und der Vollendungstermin mit 31. December 1895 festgesetzt. Am 15. September 1890 sollte die Arbeit begonnen werden.

Mit Serbien wurden dann die nöthigen Vereinbarungen in Bezug auf die Zoll-Controle, die Steinbrüche und die Abtragung der Grebener Felsenspitze gepflogen.

Die Unternehmung machte sich sofort an die Eröffnung der Steinbrüche, an den Bau von Baraken, Beistellung von Schiffen, insbesondere eines Sondierschiffes, mittels welchem die Aufnahme des Felsgrundes von Meter zu Meter möglich war, dann zur Herstellung von Bohr- und Brechmaschinen, Bagger etc., um die große Schwierigkeit bietende Arbeit rechtzeitig beginnen, correct durchführen und zum bestimmten Termin vollenden zu können.

Am 15. September 1890 erfolgte der feierliche Beginn der Arbeiten durch Absprengung einer großen Mine an der Felsenspitze Greben, wobei die ungarischen Minister Szápáry und Baross, der österreichische Handels-Minister Marquis v. Bacquehem und der erste Sectionschef des Ministeriums des Äußern Baron Glanz, sowie die serbischen Minister Gruić und Josimović theilnahmen.

Zur Verewigung des Angedenkens an diesen Tag ließ die Unternehmung oberhalb des Alibeg-Felsenriffes, Kilom. 37, eine große Gedenktafel errichten, deren ungarische Inschrift zu deutsch lautet:

»Die durch den Gesetzartikel XXVI vom Jahre 1881 angeordnete Regulierung des Eisernen Thores an der unteren Donau und der übrigen Katarakte wurde unter der Regierung Franz Joseph's I., zur Zeit der Ministerpräsidentschaft des Grafen Julius Szápáry durch den königl. ungar. Handels-Minister Gabriel Baross v. Bellus am 15. September 1890 begonnen. Gottes Segen schwebt über diesem Werke und über dessen Begründern!«

### 13. Allgemeine Übersicht der Regulierungs-Arbeiten.

Das Personale der Bauleitung wurde sofort nach der Vergebung der Arbeiten bedeutend verstärkt und in Sectionen getheilt. Die Bauleitung am Eisernen Thor wurde dem königl. Ingenieur Eugen Gruber, die am Jucz dem Pionnier-Hauptmann Franz Herbert, beim Greben dem Ministerial-Ingenieur Ernst Izsáky übertragen und denselben die Ingenieure Georg Kherndl, Julius Rácskay, Michael Koch, Julius Brunsvick, Friedrich Raab und später Anton Tompa, sowie der Oberlieutenant a. D. Neudeck zugetheilt, welche auch die allgemeinen Aufnahmen zu machen hatten.

Die Unternehmung stand bis 1893 unter der Direction des Ingenieurs Julius Hajdu und nach dessen Übertritt in den Staatsdienst unter seinem früheren Stellvertreter Ober-Ingenieur Georg Rupcsics. Die Leitung der Maschinenangelegenheiten hatte sich Maschinenfabrikant Luther vorbehalten und den geschäftlichen Theil führte Hütten-Director Ottermann aus Dortmund.

Mit größter Raschheit betrieb nun die Unternehmung die Eröffnung der Steinbrüche und der Arbeitsplätze an beiden Ufern, den Bau der Ingenieur-Bureaux, der Beamten- und Arbeiter-

wohnungen und Werkstätten, insbesondere einer größeren Schiffswerfte in Orsova.

Vor allem musste auch an die richtige Auswahl der Arbeitsmaschinen geschritten werden und ließ H. Luther durch einen Ingenieur die früher erwähnten Einrichtungen am St. Lorenz-Strome in Amerika studieren, ebenso die Lobnitz'schen Felsenbrecher und die Baggermaschinen am Suez-Canal. Er selbst studierte die Arbeiten am Rhein.

Auf Grund dieser Studien schaffte die Unternehmung drei Felsenbrecher, zwei amerikanische mit Stoßbohrern und eine französische Bohrmaschine an, letztere von der Firma Fontan & Tedesco, und zwar eine Kronenrotations-Bohrmaschine eigener Construction, dann eine große Eimer-Baggermaschine, zwei amerikanische Löffelbagger und einen Priestmann'schen Greifbagger.

Für die genaue Vermessung des unter Wasser zu beseitigenden Felsgrundes wurde ein eigenes Sondierschiff nach dem rheinischen Vorbilde gebaut; dasselbe erfüllte aber bei den hier auftretenden starken Strömungen seinen Zweck nicht, man musste dasselbe vielmehr mit einer solchen Vorrichtung versehen, dass die zur Messung der Tiefe hinabzulassenden Stangen eine sichere Lage erhielten.

#### *Fortgang der Arbeiten im Jahre 1890.*

In diesem Jahre wurde mit der Abtragung der Grebener Spitze, dem Grebener Steindamm und beiden Dämmen des Eisernen Thor-Canals begonnen, an Steinwürfen  $8978 m^3$  und an Dämmen  $2581 m^3$  geleistet.

#### *Fortgang der Arbeiten im Jahre 1891.*

Nach Ankunft der verschiedenen Arbeitsmaschinen wurden dieselben montiert und der Jucz-Katarakt als Versuchsstation benützt. Es wurden jedoch viele Umgestaltungen für nöthig erachtet. Das Bohrschiff, System Fontan & Tedesco, war nicht recht brauchbar, weil die Rotationsbohrer in dem festen Gestein bald brachen etc.; es wurden in diesem Jahre an Felsen nur gelockert  $2900 m^3$ .

Dagegen wurden die Arbeiten am Greben, insbesondere die Verbauung der großen Tiefe daselbst und am Eisernen Thor mit großer Energie fortgesetzt. Hier wurde der linksseitige Damm gebaut, der rechtsseitige begonnen und nachdem es mittels des Sperrdammes und später einem solchen am unteren Ende und einem Sickerwasser-Ableitungsgraben am innern Fuß des linksseitigen Dammes gelungen war, den Canal beinahe trocken zu legen und auszupumpen, wurde die Vertiefung der Sohle energisch betrieben. In diesem Jahre wurden dort entfernt an Felsen  $12.500 m^3$ , dann bei Greben und am Eisernen Thor hergestellt an Steindämmen  $177.000 m^3$  und Dämme mit gemischtem Material  $67.000 m^3$ .

Bei Fortsetzung der Aufnahmen und der technischen Studien wurde die Bauleitung veranlasst, die Vertiefung des Eisernen Thor-Canals um  $1 m$  mit der Begründung zu empfehlen, dass dann  $2,5 m$  tauchende Schiffe der unteren Donau mit Ladungen von  $2000 t$  bis  $2200 t$  bei geringem Wasserstande bis Orsova gelangen könnten.

Zum Studium dieses Planes begab sich der schon fieberkranke Minister Baross am 26. März 1892 zum Eisernen Thor, das er nie wieder sehen sollte, da er kurz darauf starb.

#### *Fortgang der Arbeiten im Jahre 1892.*

Zu Beginn dieser Saison stellte die Unternehmung drei Felsenbrecher und zwei mit Ingersoll'schen Bohrern montierte Bohrschiffe in Arbeit, im selben Jahre kamen noch drei solche Bohrschiffe hinzu.

Der Gesamtwert der in diesem Jahre in Arbeit stehenden Maschinen betrug  $1\frac{1}{2}$  Mill. Gulden.

Um wegen der vorgeschlagenen Vertiefung die Berathung zu pflegen, besuchte Handelsminister Béla Lukács die Arbeiten, auch das k. u. k. Generalstabs-Corps und der »Ungarische Ingenieur- und Architekten-Verein« besichtigten das Eiserner Thor.

Nach Bewilligung weiterer  $1\frac{1}{2}$  Millionen Gulden zum Zwecke der Vertiefung des Eisernen Thor-Canals von  $2 m$  auf  $3 m$  wurde mit der Unternehmung ein Ergänzungsvertrag am

23. März 1893 mit der Bedingung abgeschlossen, dass auch diese Arbeit bis Ende 1895 vollendet werden müsse.

Nach den theoretischen Berechnungen waren im Eisernen Thor-Canale bei verschiedenen Wasserständen Geschwindigkeiten von  $3,5 m$  bis  $5 m$  per Secunde zu erwarten, so dass selbst die stärksten Donau-Remorqueure nicht imstande wären, Schleppe mit Ladungen von  $400 t$  bis  $800 t$  zu Berge zu ziehen, auch hatte schon die 1874er internationale Commission eine künstliche Touage in Aussicht genommen.

Infolgedessen entsendete der Handels-Minister im Sommer 1892 die Herren: technischen Rath Béla v. Gonda, den Schiffahrts-Ober-Inspector Koloman Kenessey und Ministerial-Ober-Ingenieur Alois Hoszpotzky nach Österreich, Deutschland und Frankreich, um die verschiedenen künstlichen Traktions-Systeme zu studieren.

Auf dieser Reise orientierten sich diese Herren über die gesammten technischen und Betriebs-Details folgender Einrichtungen:

Die Kettenschiffahrt auf der Donau, der Elbe, dem Neckar, dem Main, der Seine, dann die Construction des auf der Elbe versuchsweise angewendeten Bellingrath'schen kettenfassenden Rades, die Construction und Functionierung des von Schiffahrts-Director de Bauvais auf der Seine versuchsweise betriebenen elektromagnetischen Kettenschiffs und die Drahtseil-Schiffahrt auf dem Rheine, auch der an den Canälen St. Maure und St. Maurice bei Paris von Ingenieur en chef d. p. e. ch. Maurice Lévy versuchsweise eingerichtete mechanische Seilzug ohne Ende und das versuchsweise in Lyon auf der Rhône verwendete von Lombard Gérin construierte Seilschiff wurde eingehend besichtigt. Dieses beruht auf dem Principe, dass sich das im Flusse befestigte Drahtseil durch die auf dem Schiffe montierte große Trommel aufwickle und auf diese Weise das Schiff bergwärts ziehe, welches auch den an dasselbe angehängten Schleppe auf eine der Länge des Seiles entsprechende Entfernung hinaufzieht und dieses dann an einen anderen Remorqueur zur Weiterbeförderung übergibt. Das Schiff selbst lässt sich dann am eigenen Seile wieder abwärts gleiten, um wieder andere Schleppe zu holen.

Es wurden dann noch verschiedene andere Constructionen künstlicher Traction einem eingehenden Studium unterzogen, damit die Verfügungen betreffs der künstlichen Touage unverzüglich nach Eröffnung des Eisernen Thor-Canals getroffen werden könnten.

Die Regulierungsarbeiten hatten im Jahre 1892 in Betreff der Felsenlockerung gute Erfolge, wenn sie auch nicht mit dem Arbeitsplane gleichen Schritt halten konnten.

Die Gesamtleistung betrug beim Jucz und Kozla-Dajke Felsenlockerung  $37.759 m^3$ , davon wurden gebaggert  $7800 m^3$ . Beim Eisernen Thor wurden gesprengt  $100.283 m^3$ , Steindämme wurden im ganzen hergestellt  $252.458 m^3$  und Dämme aus gemischtem Material  $115.333 m^3$ .

#### *Fortgang der Arbeiten im Jahre 1893.*

Nach großen Anstrengungen gelang es der Unternehmung im Winter 1892/93 alle Einrichtungen für die nächste Saison in einen solchen Gang zu setzen, dass in diesem Jahre an allen Katarakten gearbeitet werden konnte. Die auch bei Nacht bei elektrischer Beleuchtung fortgesetzten Arbeiten belebten die sonst so stille Gegend in einzig in ihrer Art dastehender Weise.

Auch wurden in diesem Jahre die Arbeiten besichtigt von Sr. Maj. dem König Alexander von Serbien und seiner Mutter, vom Handels-Minister Lukács zweimal, von Sr. k. u. k. Hoheit dem Herrn Erzherzog Josef, sowie einer großen Zahl von Fachmännern und vom großen Publicum.

Die Arbeitsmaschinen waren derart vervollkommnet, dass, während die Durchschnittsleistung der drei Felsenbrecher und fünf Bohrmaschinen 1892 per Arbeitstag  $280 m^3$  betrug, sich diese Leistung 1893 auf  $456 m^3$  erhöhte. Im ganzen wurden geleistet:

an Felsenlockerung  $85.000 m^3$ , davon gebaggert  $23.900 m^3$ , welche im lockeren Zustande ein Ausmaß von  $59.757 m^3$  ergaben.

Am Eisernen Thor wurden ausgehoben  $20.500 m^3$ , Steindämme wurden im ganzen hergestellt  $93.500 m^3$ , Dämme mit gemischtem Material  $9173 m^3$ , außerdem Steinwürfausgleichung  $27.000 m^2$  und Pflaster  $28.000 m^2$ .

*Fortgang der Arbeiten im Jahre 1894.*

Auch in diesem Jahre wurde mit großem Kraftaufwand gearbeitet, aber nicht mit dem gewünschten Resultate.

Wohl hatte die Unternehmung 6 Bohrschiffe, 3 Felsenbrecher, 3 Eimerbagger, 2 amerikanische Löffelbagger, 1 Priestmann'schen Excavator und 4 Eimerbagger in Thätigkeit, es ereigneten sich aber infolge vorzeitiger Dynamitexplosionen auf den Bohrschiffen Unglücksfälle, und wurden nicht nur länger dauernde Reparaturen nöthig, sondern es musste auch die Nachtarbeit ganz eingestellt werden, weil die Rettungsarbeiten bei Nacht ganz unmöglich waren. Die Unternehmung führte jedoch zur Verhütung solcher Unfälle zweckmäßige Maßregeln ein, wodurch die Explosionsgefahr bedeutend verringert wurde.

In den oberen Katarakten wurden an Felsen gelockert  $69.630 m^3$ , und auch die Baggerung machte bedeutendere Fortschritte als im Vorjahre infolge Verbesserung der Baggermaschinen. Die Baggerleistung betrug  $52.928 m^3$  als compacter Fels gerechnet. Im Eisernen Thor-Canale wurden  $30.000 m^3$  gesprengt und damit der Aushub des Ganzen mit Ausnahme der Theile unterhalb der Dämme und längs des zum Hafenplatz bestimmten Ufers, unterhalb des oberen Sperrdammes und der Mündung.

Am Greben und Eisernen Thor wurden hergestellt an Steindämmen  $81.665 m^3$ , an Dämmen mit gemischtem Material  $9173 m^3$ .

Beim Greben wurden  $27.147 m^2$  Steinwurf ausgeglichen und am Eisernen Thor  $28.081 m^2$  Pflasterung hergestellt.

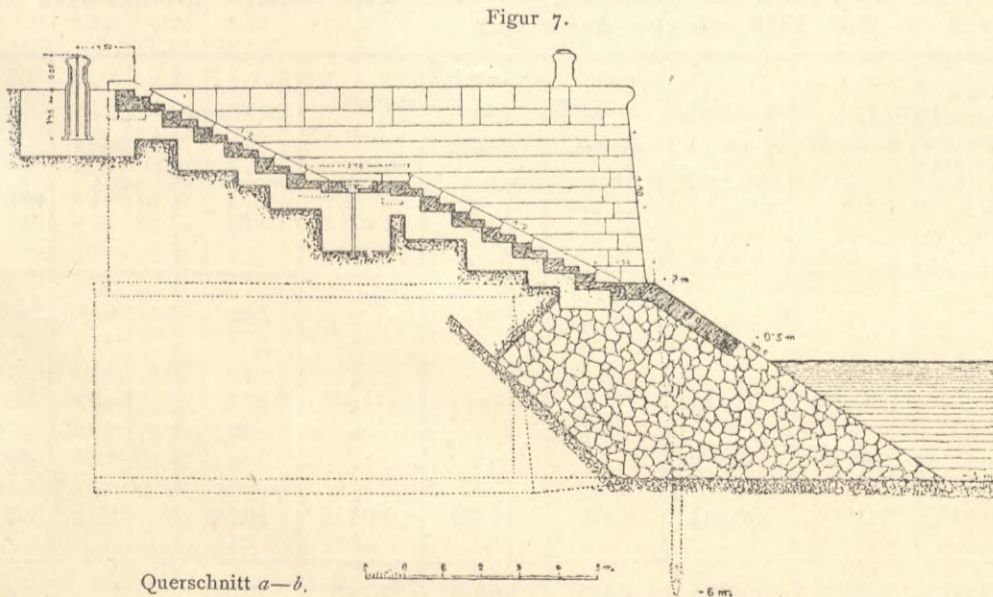
Auch in diesem Jahre erhielten die Arbeiten zahlreiche Besuche. Der Wiener Donau-Verein machte zu Pfingsten eine Donaureise von Regensburg bis Turn-Severin und konnte sich hier der Erfolge seiner vor Jahren begonnenen Bestrebungen erfreuen.

Bei näherer Erforschung der Strom- und Schiffahrtsverhältnisse in der Kataraktenstrecke durch ausführliche Aufnahmen und Studien musste die Bauleitung zu vielfachen Modificationen der genehmigten Regulierungspläne schreiten, wobei in Ergänzung der ursprünglichen Projecte an Ausmaßen und Ausdehnung der Arbeiten wesentliche Änderungen erforderlich wurden.

Die Kosten der Regulierung sammt Intercalarien und Bauleitung wurden dadurch von 9 Millionen auf mehr als das Doppelte, auf 18.6 Mill. Gulden erhöht.

Die Richtung der offenen Canäle musste mehr an diejenige der natürlichen Schiffahrtsstraßen angeschmiegt werden.

Beim Sztenka wurde statt des geraden, nahe am linken Ufer geplanten Canals ein solcher nahezu in der Strommitte gelegener, mit einer schwachen Krümmung in der Stromrichtung ausgeführt, was eine Verlängerung des Canals auf  $1900 m$  und statt  $7408 m^3$  eine Felsenbeseitigung von  $18.029 m^3$  erforderte. Fig. 3, Taf. Nr. 1.



Umschlagsplatz bei Orsova.

Bei Kozla-Dojke musste man aus demselben Grunde den Canal nach oben in einer entsprechenden Curve von  $1800 m$  auf  $3500 m$  verlängern, was eine Felsenbeseitigung von  $85.746 m^3$  statt  $65.776 m^3$  nöthig machte. Fig. 4, Taf. Nr. 1.

Beim Grebener Damme wurde namentlich die Befestigung der Steindämme und die Verringerung ihrer Höhe nach Maßgabe des eingetretenen Staues nöthig.

Auch beim Jucz musste der geradlinig geplante Canal nach oben von  $740 m$  auf  $1340 m$  in gekrümmter Richtung verlängert, Fig. 6, Taf. Nr. 1, und die Sohle desselben etwas abgeändert werden, was hier eine Verringerung der Maße der zu beseitigenden Felsen von  $31.733 m^3$  auf  $29.964 m^3$  zur Folge hatte.

Dem bereits erwähnten Beschlusse, die Sohle des »Eisernen Thor-Canals« statt auf  $2 m$  auf  $3 m$  zu vertiefen, musste auch in der oberhalb desselben gelegenen Strecke bis Orsova dadurch Rechnung getragen werden, dass ein  $60 m$  breiter,  $3 m$  unter Null tiefer Canal in dieser Strecke ausgesprengt werde, damit die mit einem dieser Tiefe entsprechenden Tiefgang belasteten Schiffe der unteren Donau bis Orsova gelangen und dort, wenn nöthig, umgeladen werden können. Fig. 11, Taf. Nr. 1.

Die erwähnte Vertiefung des Eisernen Thor-Canals erforderte die Aussprengung von  $143.000 m^3$  Felsen und der bis Orsova auszudehnende Canal weitere  $93.119 m^3$  Felsenbeseitigung.

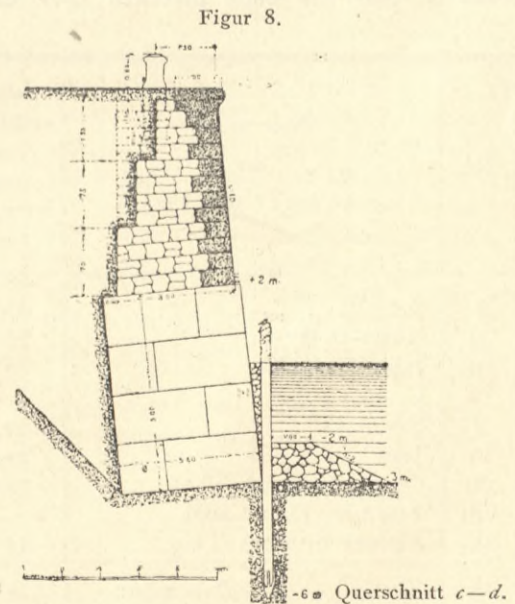
In dem Ergänzungsvertrage vom Jahre 1893 war die Durchführung dieser Arbeiten durch die Unternehmung gesichert. Es zeigte sich aber bei Ausdehnung der detaillierten Aufnahmen, dass in der Kataraktenstrecke auch bisher gar nicht vorherzusehende Arbeiten nöthig wurden.

So musste aus dem Grunde, weil die durch den Staudamm hergestellte Stauhöhe nicht genügend war, durch die vor Szvinicza gelegene Felsbank ein  $60 m$  breiter und  $2 m$  unter Null tiefer Canal mit  $13.236 m^3$  Felsen unter Wasser gesprengt werden. Fig. 5, Taf. Nr. 1.

Im Jucz-Canale musste zur Verbesserung der Richtung im oberen Theil  $10.000 m^3$  Felsenbeseitigung in Aussicht genommen werden; mit dieser Arbeit wurde jedoch gewartet, bis die Nothwendigkeit derselben sich nach Vollendung der dortigen Regulierung herausstellen werde.

Auch in dem unterhalb des Eisernen Thor-Canals sich ausdehnenden Kleinen eisernen Thore wurde eine Aussprengung auf  $3 m$  unter Null mit  $16.294 m^3$  für nöthig erachtet. Fig. 11, Taf. Nr. 1.

Zum Zwecke der Umladung in kleinere Schiffe in Orsova, wo die kleinste Wassertiefe von  $3 m$  auf  $2 m$  übergeht, oder behufs Ausladung in Eisenbahnwaggons für den Fall der Unterbrechung der Schiffahrt bei Eisgang wurde beschlossen, in der Nähe der Station Orsova der königl. ungar. Staatsbahnen unterhalb des Weges zur Kron-Kapelle und der Reichsstraße einen  $700 m$  langen,  $130.000 m^2$  Fläche umfassenden und  $180.000 m^3$  Damm enthaltenden Umschlagsplatz herzustellen, welcher am Ufer durch eine  $7 m$  über NW. hohe,  $0,5 m$  über Hochwasser reichende Quaimauer abgeschlossen, mit Geleisen und allen für den Umschlag nöthigen maschinellen Einrichtungen versehen werden soll (s. Textfiguren 7, 8 und 9).



Ein Theil des Ufers von 60 m Länge sollte als Treppenuai (s. Textfigur 7) zur Benützung der Reisenden hergestellt werden, welche hier vom Schiff aus auf einen hier anzulegenden kleinen Personenbahnhof mit Anschluss zu den regelmäßigen Eisenbahnzügen und umgekehrt gelangen könnten.

Die Quaimauer (s. Textfigur 8) soll auf vier Schichten von Betonblöcken von 2,4 m Länge, 1,2 m Breite und 1,25 m Höhe gegründet werden, welche bis + 2 m O.-P. reichen und dann eine Bruchsteinmauer tragen wird.

Die Kosten belaufen sich auf 1 Mill. Gulden.

Es wurde nun von der Gesetzgebung im Jahre 1895 zur Deckung der Gesamtkosten von 18,6 Mill. Gulden beschlossen, ein Anlehen zu contrahieren und zwar mittels der Emission von mit 4% verzinslichen, steuerfreien, in 90 Jahren zu tilgenden Amortisations - Obligationen; als Sicherstellung sollten außer den laut Berliner Vertrag einzuhebenden Schiffsgebühren die übrigen Staatseinnahmen dienen. Als Endtermin für die Ergänzungsarbeiten wurde das Ende des Jahres 1898 festgesetzt. Noch im Jahre 1895 nahm der ungarische Finanz - Minister ein 3½% iges Eisernes Thor - Anlehen von 45 Mill. Kronen auf.

Die Vergebung der bei Szvnicza und am Kleinen eisernen Thor herzustellenden Ergänzungsarbeiten, welche nicht im Rahmen des ursprünglichen Vertrages mit der Unternehmung lagen, erfolgte nach öffentlicher Offertverhandlung an die der Unternehmung der ursprünglichen Arbeiten angehörige Berliner Disconto - Gesellschaft und den Braunschweiger Maschinen - Fabrikanten Hugo Luther als Gesellschafter.

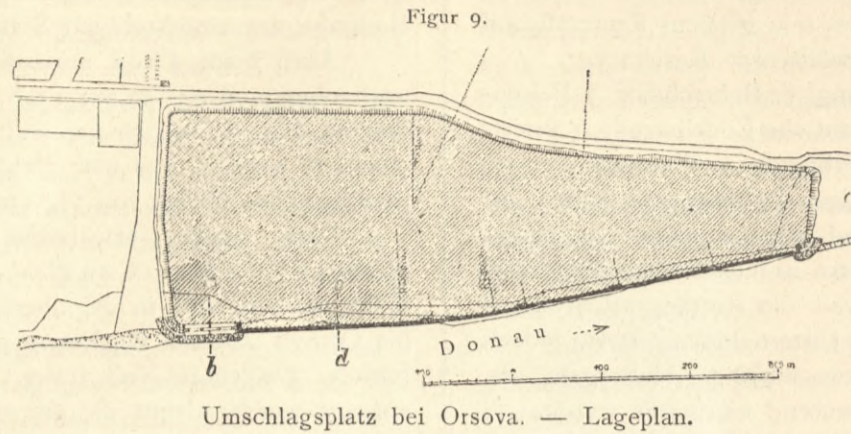
doppelte Bohlenwand befestigt und zwischen diese das Dichtungsmaterial eingebracht wurde. Von dem provisorischen Sperrdamm wurden noch in diesem Jahre 8396 m<sup>3</sup> Material entfernt.

#### Fortgang der Arbeiten im Jahre 1895.

Die Unternehmung setzte in diesem Jahre trotz der gegen den ursprünglichen Voranschlag bedeutenden Vermehrung der Arbeiten diese unverdrossen fort. Wegen außerordentlich hohen Wasserständen im Frühjahr konnte jedoch erst im Juni mit größerer Kraft gearbeitet werden; im October hinderte zuerst ein sehr kleiner, dann wieder sehr hoher Wasserstand den regelmäßigen Fortschritt der Arbeiten. Trotz dieser außerordentlichen Hindernisse war aber das Ergebnis ganz befriedigend. Die Felslockerung mit 33.559 m<sup>3</sup> blieb zwar etwas zurück, dagegen wurden 68.334 m<sup>3</sup> compactes Felsmaterial gebaggert. Im Eisernen Thor - Canal wurde durch Sprengung von 17.000 m<sup>3</sup> der unterhalb des Sperrdammes noch stehen gebliebene Theil gänzlich beseitigt.

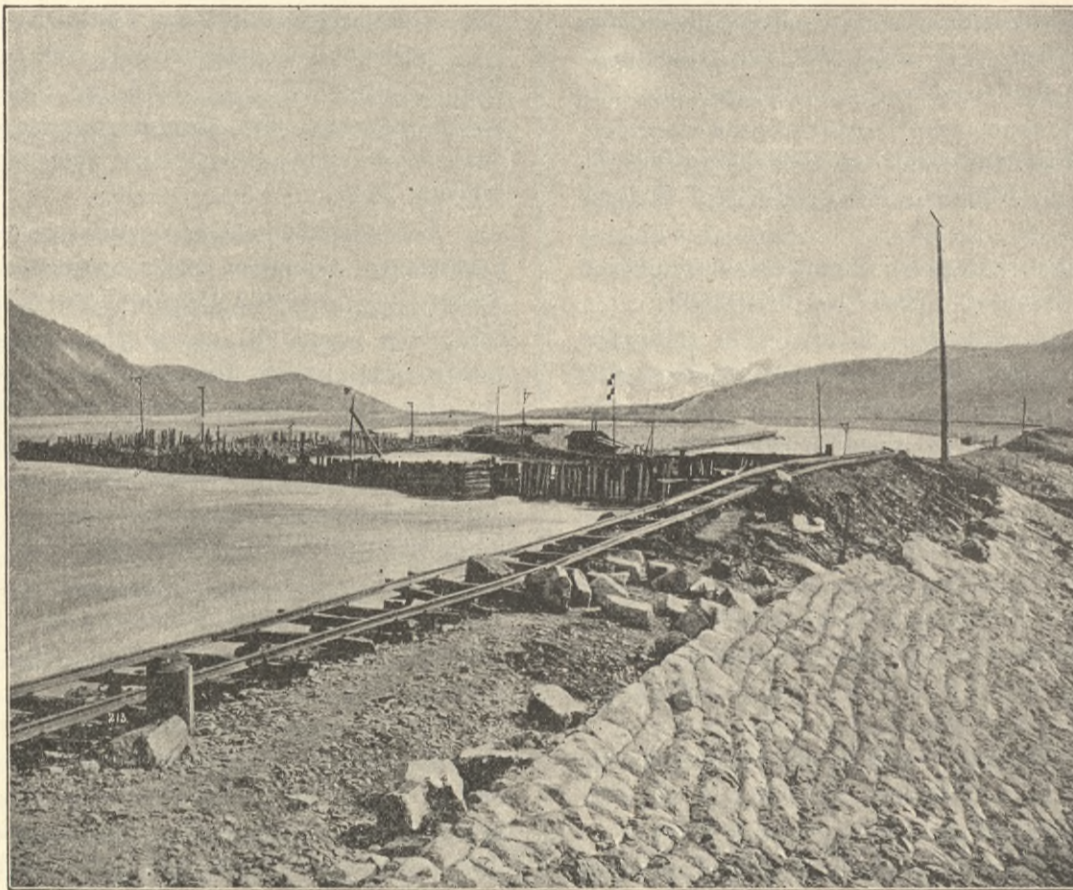
Am Greben und Eisernen Thor wurden 66.589 m<sup>3</sup> Stein - Dämme und am Eisernen Thor 13.363 m<sup>3</sup> Dämme aus gemischtem Material hergestellt. Auf dem Grebener Damm wurden 23.985 m<sup>2</sup> ausgeglichen und auf den Dämmen des Eisernen Thor - Canals an 30 cm starkem Pflaster 5279 m<sup>2</sup>, an 45 cm starkem Pflaster 18.105 m<sup>2</sup> ausgeführt.

Zur Beseitigung des provisorischen Sperrdammes am oberen Ende des nunmehr ganz ausgesprengten Eisernen Thor - Canals wurde vor demselben ein Fangdamm, Textfigur 10, errichtet, indem an in den Felsgrund eingetriebenen und eingekeilten Eisenschienen eine



Umschlagsplatz bei Orsova. — Lageplan.

Figur 10.



FANGDAMM VOR DEM SPERRDAMM IM CANAL BEIM EISERNEN THOR (1895).

#### Ausweis über die beim Eisernen Thor und den übrigen Katarakten zur Entfernung der Schiffahrtshindernisse nothwendigen Arbeiten auf Grund der Ende 1895 erfolgten Aufstellung.

| Nr.  | Benennung des Arbeitsortes  | Felsenentfernung im freien Strome m <sup>2</sup> | Felsenentfernung im Eisernen Thor auf eine Tiefe von 3 m m <sup>3</sup> | Steinwurf m <sup>3</sup> | Steinwurf ausgleichung m <sup>2</sup> | Steinpflaster, 0,3 m stark, m <sup>2</sup> | Steinpflaster, 0,45 m stark, m <sup>2</sup> | Auffüllung mit gemischtem Material m <sup>3</sup> | Entfernung von Steinwürfen m <sup>3</sup> | Brücken Stück | Holzgeländer lauf. Meter |
|------|-----------------------------|--|---|--------------------------|---------------------------------------|--|---|---|---|---------------|--------------------------|
| I    | Sztenka .....               | 18.029   | —   | —                        | —                                     | —  | —   | —   | —   | —             | —                        |
| II   | Kozla-Dojke .....           | 85.746   | —   | —                        | —                                     | —  | —   | —   | —   | —             | —                        |
| III  | Izlas-Tachtalia .....       | 32.267   | —   | —                        | —                                     | —  | —   | —   | —   | —             | —                        |
| IV   | Greben .....                | —  | —   | 485.927                  | 78.261                                | —  | —   | 1.310   | —   | —             | —                        |
| V    | Szvnicza .....              | 13.236   | —   | —                        | —                                     | —  | —   | —   | —   | —             | —                        |
| VI   | Jucz .....                  | 29.964   | —   | 85.000                   | 20.000                                | —  | —   | —   | —   | —             | —                        |
| VII  | Orsova-Eisernes Thor .....  | 93.119   | —   | —                        | —                                     | —  | —   | —   | —   | —             | —                        |
| VIII | Eiserner Thor-Canal .....   | —  | 367.816   | 211.403                  | 38.014                                | 5.449                                      | 60.145                                      | 260.773   | 10.985                                    | 1             | 2.900                    |
| IX   | Kleines eisernes Thor ..... | 16.294   | —   | —                        | —                                     | —  | —   | —   | —   | —             | —                        |
|      | Zusammen ...                | 288.655  | 367.816   | 782.330                  | 136.275                               | 5.449                                      | 60.145                                      | 262.083   | 10.985                                    | 1             | 2.900                    |

Der Sztenka-Canal wurde nach genauer Überprüfung durch Sectionsrath Béla v. Gonda und nach Bezeichnung der Ein- und Ausfahrt, sowie des rechten Canalrandes mit Bojen am 27. October 1895 feierlich eröffnet und im November vorläufig provisorisch und unentgeltlich dem öffentlichen Verkehre übergeben.

Auch in diesem Jahre wurden die Regulierungsarbeiten von vielen hohen Gästen besucht, am 5. bis 6. Juni von den Ministern Ernst v. Daniel und Desider v. Perczel und am

24. und 25. August von Sr. k. und k. Hoheit dem Erzherzog Ladislaus.

Die vorstehende Tabelle zeigt die zu Ende 1895 festgestellten Arbeitsmengen bei den einzelnen Katarakten, welche von den bis heute erhobenen nur wenig abweichen.

Die nächste Tabelle zeigt neben den 1890 veranschlagten und 1895 festgestellten Arbeitsmengen die Arbeitsfortschritte in den Jahren 1890 bis 1895 nach Arbeitsgattungen, woraus auch die Ende 1895 noch übrig gebliebenen Arbeiten ersichtlich sind.

Ausweis über den Arbeitsfortschritt der Regulierungsarbeiten 1890 bis 1895 nach Arbeitsgattungen.

| Nr. | Arbeitsgattung   | Gesammtmengen                                      |                        | Jährlich verrichtete Arbeit |         |         |         |        |        | Gesamtarbeit von Anfang bis Ende 1895 |         | Einheitspreise fl. | Bemerkung   |
|-----|--|--|------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|--------|--------|---------------------------------------|---------|--------------------|---|
|     |  | nach Vertrag 1890                                  | nach Feststellung 1895 | 1890                        | 1891    | 1892    | 1893    | 1894   | 1895   | Quantität                             | Percent |                    |   |
| 1   | Entfernung der Felsen unter Wasser *) im freien Strome, und zwar:<br>a) durch Lockerung (Spren- gung oder Zertrümmern) | 161.693 m <sup>3</sup>                             | 259.125 m <sup>3</sup> | —                           | 2 924   | 37.759  | 85.552  | 69.630 | 33.559 | 229.423                               | 88.5    | 14.98              |   |
|     | b) durch Baggerung . . . . .   | 93.119 m <sup>3</sup> **<br>254.812 m <sup>3</sup> | 259.125 m <sup>3</sup> | —                           | —       | 1.050   | 18.595  | 46.312 | 68.334 | 134 241                               | 52.1    |                    |   |
| 2   | Entfernung von Felsen im Eisernen Thor-Canal im Trockenem:<br>a) auf eine Tiefe von 2 m unter Null . . . . .           | 226.949 m <sup>3</sup>                             | 223.740 m <sup>3</sup> | —                           | 12.500  | 101.030 | 80.878  | 18.000 | 11.266 | 223.674                               | 96.0    | 8.50               | Nach diesen Preisen würde die Verdienstsumme der Unternehmung etwa 12.5 Mill. Gulden betragen, die Abrechnung war am 13. December 1898 noch nicht beendet |
|     | b) auf eine Tiefe von 2 m bis 3 m unter Null . . . . .   | 143.000 m <sup>3</sup> ***)                        | 144.076 m <sup>3</sup> | —                           | —       | —       | 124.489 | 12.600 | 5 765  | 142.854                               | 99.0    | 7.77               |   |
| 3   | Steinwurf . . . . .  | 772.829 m <sup>3</sup>                             | 782.330 m <sup>3</sup> | 8.979                       | 177.362 | 252.838 | 93.521  | 81.665 | 66.589 | 680.955                               | 87.0    | 3.64               |   |
| 4   | Steinwurfaustrag . . . . .   | 123.448 m <sup>3</sup>                             | 136.275 m <sup>3</sup> | —                           | —       | 7.018   | 17 999  | 27.148 | 23.685 | 75.850                                | 56.0    | —70                |   |
| 5   | Entfernung von Steinwürfen   | 26.000 m <sup>3</sup>                              | 10.985 m <sup>3</sup>  | —                           | —       | —       | —       | —      | 8.396  | 8.396                                 | 77.0    | 3.30               |   |
| 6   | 0.3 m starkes Steinpflaster . .  | 8.284 m <sup>2</sup>                               | 5.449 m <sup>2</sup>   | —                           | —       | —       | —       | —      | 5.279  | 5.279                                 | 95.3    | 2.40               |   |
| 7   | 0.45 m „ „ . . . . .   | 48.205 m <sup>2</sup>                              | 60.145 m <sup>2</sup>  | —                           | —       | 1.560   | 7.598   | 28.082 | 18.105 | 55.345                                | 92.0    | 2.90               |   |
| 8   | Aufschüttungen mit gemischtem Materiale . . . . .  | 251.400 m <sup>3</sup>                             | 262.083 m <sup>3</sup> | 2.582                       | 67.083  | 115.480 | 49.403  | 9.173  | 13.363 | 257.084                               | 98.0    | 1.50               |   |
| 9   | Brücke beim Eisernen Thor- Canal . . . . .   | 1  | 1                      | —                           | —       | —       | —       | —      | 1      | 1                                     | 100.0   | 10000              |   |
| 10  | Holzgeländer beim Eisernen Thor-Canal . . . . .  | 2.700 m  | 2.900 m                | —                           | —       | —       | —       | —      | 1.653  | 1 653                                 | 57.0    | 1.80               |   |

\*) Bei Szvnicza und dem Kleinen eisernen Thor sind auf Grund des Separatvertrages in den Jahren 1896 bis 1898 noch weitere 29.530 m<sup>3</sup> zu entfernen. (Einheitspreis per Cubikmeter 60 fl.)

\*\*\*) Orsova-Eisernes Thor.

\*\*) Laut Ergänzungsvertrag 1893.

Bei dem Rückstand und den bedeutenden Ersatz- und Ergänzungsarbeiten konnte nun nicht auf die Vollendung der Arbeiten vor Ende 1898 gerechnet werden.

Fortgang der Arbeiten im Jahre 1896.

In diesem Jahre wurde mit aller Kraft und sogar ausnahmsweise im Winter gearbeitet, und zwar an der Beseitigung

des Sperrdamms und der Vertiefung am oberen Ende des Eisernen Thor-Canals, so dass am 29. Februar auch der Fangdamm gesprengt werden konnte (Textfigur 11). Das Wasser brach sich mit aller Gewalt den Weg in das neue Bett, der Eisernen Thor-Canal war offen. Sofort veranstaltete die Bauleitung auch Geschwindigkeitsmessungen mit Schwimmern und man fand bei verschiedenen Wasserständen folgende Geschwindigkeiten:

Tabelle über die im Eisernen Thor mittels Schwimmern beobachteten Stromgeschwindigkeiten.

| Datum  | 29. Februar 1896 *)              | 9. Mz. 1896       | 12. März 1896      | 31. März 1896  | 13. April 1896    | 2. Juni 1896   | 5. Juni 1896   |      |  |
|--|----------------------------------|-------------------|--------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|------|--|
| Wasserstand in Orsova  | + 1.03 m Stand am Eröffnungstage | + 2.4 m gestiegen | + 3.32 m gestiegen | + 4.03 m stand | + 3.69 m gefallen | + 3.61 m stand | + 3.56 m stand |      |  |
| Die zwischen den Profilen gefundenen Oberflächen-Geschwindigkeiten |                                  |                   |                    |                |                   |                |                |      |  |
| Profil   |                                  |                   |                    |                |                   |                |                |      |  |
| — 100  | s. Anmerkung *)                  |                   |                    | —              | —                 | —              | —              | —    |  |
| — 0  | 4.34                             | 4.00              | 4.16               | —              | —                 | —              | —              | —    |  |
| + 100  | 4.54                             | 4.54              | 4.54               | 4.17           | 4.35              | 4.35           | 4.35           | 4.17 |  |
| + 200  | 5.00                             | 3.84              | 5.00               | 4.60           | 4.54              | 4.54           | 4.44           | 4.75 |  |
| + 300  | 4.34                             | 3.84              | 4.76               | —              | 4.25              | 4.17           | 4.54           | 4.00 |  |
| + 400  | 4.34                             | 2.56              | 4.54               | —              | —                 | —              | —              | 5.00 |  |
| + 500  | 4.34                             | 3.22              | 5.00               | —              | —                 | —              | —              | 4.25 |  |
| + 600  | 4.16                             | 3.32              | 4.34               | —              | —                 | —              | —              | 4.44 |  |
| + 700  | 4.16                             | 3.84              | 4.16               | —              | —                 | —              | —              | 4.35 |  |
| + 800  | 3.70                             | 4.34              | 3.32               | —              | —                 | —              | —              | 4.44 |  |
| + 900  | 3.32                             | 3.22              | 3.12               | —              | —                 | —              | —              | 4.35 |  |
| + 1000   | 3.84                             | 3.70              | 3.44               | —              | —                 | —              | —              | 4.35 |  |
| + 1100   | 4.16                             | 3.84              | 3.32               | —              | —                 | —              | —              | 4.00 |  |
| + 1200   | 4.16                             | 3.84              | 3.22               | —              | —                 | —              | —              | 4.35 |  |
| + 1300   | 4.54                             | 3.84              | 3.22               | —              | —                 | —              | —              | 3.70 |  |
| + 1400   | 3.84                             | 3.70              | 3.32               | —              | —                 | —              | —              | 3.85 |  |
| + 1500   | 3.70                             | 3.22              | 3.84               | —              | —                 | —              | —              | 3.70 |  |
| + 1600   | 3.56                             | 3.22              | 3.12               | —              | —                 | —              | —              | 3.32 |  |
| + 1700   | 3.32                             | 3.12              | 2.38               | —              | —                 | —              | —              | 3.33 |  |

\*) Diese Messungen sind drei Stunden nach Öffnung des Canals geschehen, und wurden Holzklötze verschiedener Größe benützt, welche während des Schwimmens mehreremale an das Ufer stießen; die erhaltenen Daten sind deshalb nicht als verlässlich zu betrachten.

In der Zeit vom 16. bis 20. März ließ auch die Erste k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft mit verschiedenen Schiffen Zugproben machen.

Am 16. März passierte als erstes Schiff der Katarakt-Schleppdampfer »Tisza« binnen 23 Minuten den 1800 m langen Canal, das Passagier-Schiff »Dráva« binnen 21 Minuten, während der Schleppdampfer »Thommen«, 600 ind. PS. stark, am 18. März bei + 3,64 m O.-P. einen mit 270 t beladenen Schlepp nur mit größter Anstrengung in 71 Minuten durch den Canal brachte; dabei entfielen 51 Minuten auf die oberste Canalstrecke, wo eine sehr starke Strömung herrschte.

Durch diese Geschwindigkeits- und Remorqueproben wurde man von Seite der königl. ungar. Regierung noch in der Ansicht bestärkt, dass künstliche Traktions-Einrichtungen für die Bewältigung der wohl schon früher mit 3 m bis 5,5 m berechneten Strömungsgeschwindigkeit getroffen werden müssen, und dass diese bei endgiltiger Übergabe des Canals an den öffentlichen Verkehr auch schon zur Verfügung stehen sollten.

Anfangs 1896 wurde auch der Jucz-Katarakt nach vorausgegangener Prüfung noch vor Vollendung des Steindammes daselbst dem Verkehre übergeben; an allen übrigen Strecken wurde gearbeitet und war insbesondere an der oberen Mündung des Eisernen Thor-Canals die Arbeit sehr dringend.

Der Bau des Umschlagplatzes bei Orsova wurde der Unternehmung Salesius Cathry & Sohn in Budapest übertragen, auch wurde ein Schiff-Inspectorats-Gebäude in Orsova begonnen.

Die einen Theil der Millenniums-Festlichkeiten bildende feierliche Eröffnung des Eisernen Thor-Canals wurde von Sr. Majestät dem Kaiser und König Franz Joseph I. unter Theilnahme der Majestäten des Königs Karl

von Rumänien und des Königs Alexander von Serbien am 27. September 1896 bei günstigem Wasserstande (+ 2,9 m) vorgenommen. Die Thalfahrt mit dem Königsdampfer wurde in 4 Minuten, die Bergfahrt in 50 Minuten zurückgelegt.

#### Fortgang der Arbeiten in den Jahren 1897 und 1898.

Die vielen Nachtragsarbeiten bei Szvinicza, zwischen Orsova und dem Eisernen Thor und beim Kleinen eisernen Thor verzögerten im Verein mit den Vollendungs- und den Collaudierungsarbeiten die Zeit bis zum 1. October 1898, an welchem Tage nun, jedoch noch vor dem Vollendungstermin für die Nachtragsarbeiten die langersehnte Eröffnung der Großschiffahrt durch den Eisernen Thor-Canal stattfand.

Bevor wir zu dem Ergebnisse dieses für die Donauschiffahrt epochemachenden Ereignisses übergehen, werden wir die von der Unternehmung mit allem erdenklichen Scharfsinn eingerichteten Arbeitsmaschinen, sowie die am Greben und Eisernen Thor bewältigten außerordentlichen Arbeiten beschreiben.

#### 14. Die von der Unternehmung benützten Arbeitsmaschinen.

Angesichts der kurzen Bauzeit war es Hauptaufgabe der Unternehmung, für die im freien Strome für die Canäle vorzu-

nehmende Beseitigung der Felsen unter Wasser die nöthigen Arbeitsmaschinen in kürzester Zeit und in solcher Art zu beschaffen, dass die Leistung derselben die größtmögliche wurde. Diese Aufgabe wurde von der Unternehmung in ausgezeichneter Weise gelöst, und bilden die von ihr erdachten Constructionen eine wichtige Errungenschaft der Technik.

Die Arbeit theilte sich in vier Theile: A. Sondierung, B. Felsenlockerung, C. Baggerung des gelockerten Materials, D. Reinigung der Sohle und Constatierung ihrer genauen Aushebung.

Wir folgen in dieser Beschreibung der nach Angaben der Unternehmung gegebenen Darstellung von Prof. Arnold in der »Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure«, Jahrg. 1895 und der »Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereines zu Hannover« 1895. Siehe auch G. Rupčić: Die Felsensprengungen unter Wasser etc., Braunschweig 1897, Vieweg & Sohn.

#### A. Sondierung.

Von der genauen Aufnahme der Flussole hieng die endgiltige Festlegung der Baupläne und die darnach zu berech-

nende Arbeitsleistung ab. Gleichzeitig musste diese Aufnahme ein genaues Bild des Arbeitsfeldes geben, so dass jeder Punkt wieder auffindbar wurde und die Arbeitseinteilung nach der Tiefe der zu beseitigenden Felsen bestimmt werden konnte.

Es wurde nun über jede Baustelle im Bereiche der auszusprengenden Canäle ein Quadratnetz von Punkten in 1 m Entfernung gelegt. Es ergibt dies bei 60 m Canalbreite und einer jederseits noch 5 m breiten Aufnahmezone eine Gesamtbreite von 70 m, somit per Kilometer 70.000 Peilungen.

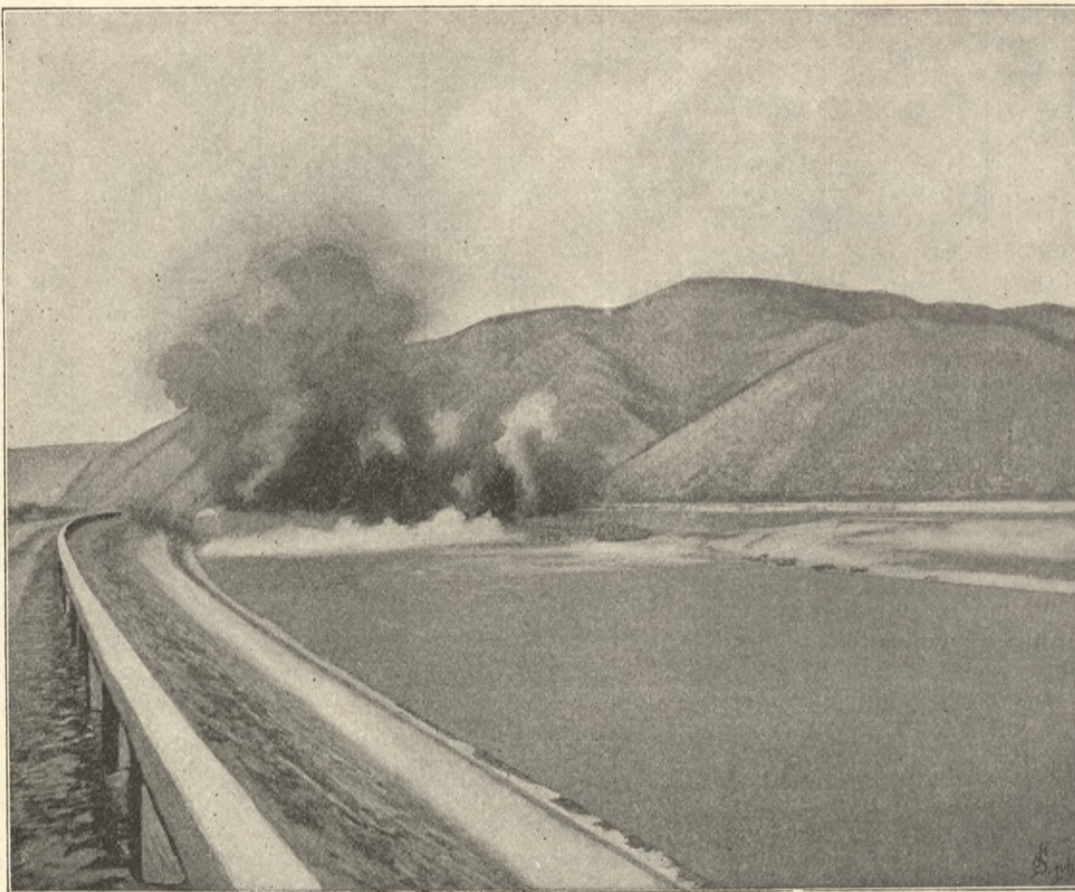
Behufs Durchführung dieser Arbeit wurde das auf Taf. Nr. 4 dargestellte

Sondier- oder Peilschiff benützt.

Dieses ist ähnlich dem am Rhein verwendeten als Doppelboot gebaut, jedoch mit wesentlichen Verbesserungen. Zwei eiserne Kähne von je 4 m Breite und 35 m Länge sind in 13,5 m Achsenentfernung durch Querträger mit einander verbunden und gegenseitig versteift. Die zwischen den Kähnen vorhandene lichte Breite von 9,35 m ist im mittleren Theile auf 21,25 m Länge in Deckhöhe vollständig überbrückt und diese Plattform als Messbühne eingerichtet, indem parallel und senkrecht zur Mittellinie 10. 21 = 210 Peillöcher in je 1 m Entfernung angeordnet und zwischen ihren Längsreihen sechs Schienen verlegt sind, welche fünf Geleise von 2 m Spurweite für das Verschieben der zwei Peilwagen bilden (s. Querschnitt G—H). An den Kopfseiten der Messbühne befinden sich tiefer liegende Plattformen mit einem Quergeleise von 1,2 m Spurweite für je eine Schiebebühne, womit die Sondierwagen von einem Geleise in das andere umgesetzt werden. In Verlängerung der beiden äußersten Lochquerreihen sind auf den Kähnen je zwei Flucht-(Visier)stangen angebracht, um das Peilschiff nach den auf dem Lande abgesteckten Fluchtstangen in seine Längs- und Querrichtung mit Hilfe der Ankerketten genau einfahren zu können.

Gegen die Strömung werden zwei vierarmige Hauptanker an etwa 1000 m langen, von Schwimmbojen getragenen Ketten

Figur 11.



SPRENGUNG DES FANGDAMMES IM CANAL BEIM EISERNEN THOR  
(29. Februar 1896).

und je zwei Seitenanker ausgeworfen, so dass das Peilschiff mit Hilfe der auf Deck befindlichen Winden leicht verholt, geschwenkt, eingerichtet und festgelegt werden kann. Das vollständig ausgerüstete Peilschiff hat ungefähr 140 t Belastung und 0,6 m Tiefgang.

Die Peilwagen, Fig. 2, Taf. Nr. 4, haben niedrige Wagengestelle mit 2 m Spurweite und 2 m Achsstand, worauf ein Eisengerüst für je vier Peilrohre aufgebaut ist, welche in den Ecken eines Quadrates von 1 m Seitenlänge durch je zwei Rollenpaare in 2,26 m Abstand senkrecht geführt sind, und von vier Mann durch je eine Winde mittels eines am Fußende befestigten, 10 mm starken Drahtseiles gleichzeitig gesenkt und gehoben werden können. Die 10 m langen Stahlrohre besitzen 121 mm Durchmesser, um von der Strömung keine praktisch nachtheiligen Durchbiegungen zu erleiden. Die Köpfe der Geleisschienen sind, den Lochquerreihen der Messbühne entsprechend, in je 1 m Entfernung ausgeklinkt, so dass der Sondierwagen durch die Sperrhebel überall so festgestellt werden kann, dass die vier Peilrohre stets die zugehörigen Peillöcher treffen. Da das Bestimmen der Sohlentiefen nach dem jeweiligen Wasserstande bei der sehr veränderlichen unruhigen Strömung viel zu ungenau wäre, hat man die sämtlichen Baupläne auf ein Fixpunkt-Nivellement bezogen und auch die herzustellenden Canaliefen danach berechnet. Demgemäß wurden auch die Peiltiefen in Bezug auf die örtlich massgeblichen Fixpunkte abgelesen, indem die Höhenlage der Messbühne jeweils einnivelliert und die Nullpunkte der über den Winden angebrachten, verschiebbaren Ablese-Masstäbe entsprechend eingestellt wurden.

Die Peilrohre sind in Decimeter und die einen Decimeter umfassenden Ablesemaßstäbe in Centimeter getheilt, so dass die Ablesungen auf 1 cm genau erfolgen und Bruchtheile noch geschätzt werden können. Die Genauigkeit hängt also von dem Schwanken des Peilschiffes ab; dieses soll infolge der schlanken Bauart der Kähne und des reichlichen Zwischenraumes derselben, sowie der verhältnismäßig großen Belastung ziemlich gering sein und für Wellen bis 0,5 m Höhe nur 5 mm bis höchstens 10 mm betragen.

Das Peilschiff ist auch mit einer Control-Peilvorrichtung versehen für die Abnahme der fertigen Canäle, und zwar mit wagrechten Schlepptangen. Dieselben haben sich aber nicht bewährt und wurden hierzu »pendelnde Rahmen« benützt.

Die gepeilten Tiefen der Flusssohle wurden in eine nach den abgesteckten Profillinien und der Canalachse bezeichnete Quadratnetz Karte eingeschrieben, danach die einzelnen Querprofile aufgetragen, auch die Baupläne entsprechend geändert und endgiltig festgelegt, wie der Bauplan von Izlas-Tachtalia (Fig. 1, Taf. Nr. 3) in sehr anschaulicher und lehrreicher Weise zeigt; darauf sind die Messlinien und Fixpunkte, die charakteristischen Donau-Querprofile und der auszusprengende Canal mit den NW.-Höhen und den zugehörigen Sohlentiefen, sowie die für die Zeit der Bauausführung ausgemittelte »neue Schifffahrtsstraße« ersichtlich.

Ebenso wurden die Arbeitspläne mit den auszusprengenden Profilmengen bearbeitet, wovon ein Theil des Canals Jucz auf Taf. Nr. 3, Fig. 2 und 3 dargestellt ist.

In Übereinstimmung mit dem Massenplan hat man dann während der Ausführung auch den Fortschrittsplan in Bezug auf die Art der Arbeiten entwickelt

Für den Gebrauch auf den Schiffen wurden die einzelnen Quadratnetz Karten dermaßen ausgefertigt, dass auf ihnen nicht nur die nöthigen Peiltiefen, sondern auch die zu beseitigenden Felstiefen eingeschrieben erscheinen, um Irrungen zu vermeiden und dem Werkmeister alles Rechnen zu ersparen, der sein Schiff nur nach den auf der Karte angegebenen Profillinien und den jeweils an den Ufern abgesteckten Fluchtstangen einzufahren und einzurichten hat, wobei am Tage Fahnsignale und des Nachts Laternensignale zu Hilfe genommen wurden.

#### B. Felsenlockerung.

Man hatte bei Beginn der Arbeiten von bereits ausprobierten Bohreinrichtungen die Wahl zwischen dem Taucher-

schiff der Rheinstrom-Verwaltung, dann dem an dem Panama-Canal benützten Bohrschiffe von Fontan & Tedesco mit Drehbohrern und dem am St. Lorenzstrome ausgebildeten Bohrschiff von Gilbert mit Stoßbohrern. Die Taucherschiffe wären im Betriebe zu kostspielig und bei den großen Strömungen zu gefährlich gewesen, auch boten sie wegen ihrer Schwerefälligkeit und geringen Flächenbeherrschung der Flusssohle keine Gewähr für Massenleistungen.

Betreffs der mehr Vertrauen erweckenden Bohrschiffe musste die Unternehmung ihre Einrichtungen im Einvernehmen mit den Erfindern erst selbst erproben.

Im Mai 1891 wurden die ersten Bohrschiffe auf der Baustelle Jucz montiert. Hier zeigte der Grund das härteste Gestein, und gerade dieser Umstand, dass hier gleich die größten Schwierigkeiten zu überwinden waren, bewirkte nachher den glänzenden Erfolg auf den anderen Baustellen infolge der hier erreichten nothwendigen Vervollkommnung der Maschinen.

Das »französische« Bohrschiff von Fontan & Tedesco war ein gekuppeltes Doppelboot von 23,1 m Länge und 11,3 m Breite, welches ähnlich wie das Peilschiff verholt und verankert, dazu aber noch am Arbeitsorte auf vier Füße gestellt werden konnte. Den mittleren Zwischenraum von 5,3 m überspannte ein Bohrwagen mit vier Drehbohrmaschinen, welcher sich der Schiffslänge nach auf 9,5 m verfahren ließ, also rund 50 m<sup>2</sup> Flussgrund beherrschte, der bei einer Schiffsstellung angebohrt werden konnte, da das Bohrschiff für Flächensprengung eingerichtet war.

Die Bohrmaschinen wurden von einer stehenden zwölfpferdigen Dampfmaschine durch Seile angetrieben, die mittels Spannrollen angezogen oder gelöst wurden, wodurch die Bohrmaschinen bei ununterbrochenem Gange der Betriebsmaschine und der Transmission beliebig aus- und eingerückt werden konnten. Beim ersten Bohrversuche sind die Bohrstangen von 60 mm Durchmesser, welche man frei im Wasser niedergelassen hatte, von der Strömung sofort krumm gebogen worden, weshalb man ihnen nachträglich eine Führung durch ein Schutzrohr an sogenannten Bohrerfüßen gab. Zum Niederdrücken der Bohrer waren die Spindeln mit je 90 kg Bleiplatten belastet. Zunächst wurden Diamantbohrer, Hohlbohrer von 60 mm äußerem und 40 mm innerem Durchmesser, deren Kronen mit zehn Stück schwarzen Diamanten besetzt waren, angewendet. Es zeigte sich, dass die Diamanten schon beim Durchdringen des Bohrers durch die auf dem Felsen gelagerte Schotter-schichte angegriffen und dann von der rauhen Oberfläche des Gesteins bis zur Schaffung einer ebenen Bohrfläche erheblich abgesplittert, oder einzelne Stücke derselben gänzlich herausgerissen worden sind. Diese im Bohrloche liegenden gebliebenen Diamantstücke verdarben sofort die Bohrkronen.

Man musste sich daher bemühen, die Diamanten herauszufischen oder aber entschließen, das Bohrloch aufzugeben. Von der Nutzlosigkeit und Kostspieligkeit der Diamantbohrung belehrt, versuchte man hierauf Hohlbohrer, deren Kronen aus eingesetzten, in Quecksilber gehärteten Stahlmessern bestanden, dann solche mit sägeförmiger Krone aus Krupp'schem und Böhler'schem Gusstahl, und endlich noch stählerne Kolbenbohrer. Trotzdem sämtliche Stahlbohrer auf dem gleichen »trockenen« Gestein gute Leistungen ergaben, blieb der erhoffte Erfolg beim Bohren unter Wasser aus, weil der Stein daselbst schleifend wirkt, wodurch der Stahl angegriffen und der Bohrer nach kurzer Zeit unbrauchbar wird. Nach einigen Monaten vergeblicher Mühen und Arbeiten hat man schließlich das »Drehbohr-Verfahren« als erfolglos aufgeben müssen.

Ähnliche traurige Erfahrungen mit den zuerst angepriesenen Drehbohrern \*) sind auch ungefähr gleichzeitig in der österreichischen Donau bei den Arbeiten im Struden bei Grein gemacht worden.

Es blieb nunmehr nur noch das mit Stoßbohrern ausgerüstete »amerikanische Bohrschiff« von Gilbert übrig, das sich mit den angebrachten Verbesserungen als zweckmäßig erwies und später im Betriebe auch vortrefflich bewährte.

\*) Solche Diamantbohrer hat der Verfasser dieses im September 1887 am Rhein beim Bingerloch auch in Verwendung gesehen.

Dieses Bohrschiff Nr. I ist in seiner wesentlichen Anordnung auf Fig. 1, Taf. Nr. 5, gezeichnet; es hat einen hölzernen Schiffskörper von 22,2 m Länge, 7,88 m Breite, 2,2 m Höhe und 0,95 m Tiefgang bei etwa 135 t voller Belastung. Die sämtlichen Betriebsmaschinen, welche aus Dampfkessel, Dampfmaschine, Dampf- und Handwinden, Druckwasser-, Speise- und Lenzpumpen, sowie einer elektrischen Beleuchtungsmaschine bestehen, sind in der vorderen Schiffshälfte untergebracht, während am hinteren Ende des Schiffes eine 3,75 m breite Bühne hinausgebaut ist, auf der die Bohrwagen mit Zubehör Aufstellung finden.

Das Schiff wird an einen Hauptanker und vier Seitenanker festgelegt, durch die auf dem Vorderdeck stehenden Winden verholt und mit der Fluchtebene der Bohrer nach den Profillinien genau eingerichtet. Da das Maschinenbohren erfolgreich nur anzuwenden geht, wenn die Bohrmaschine feststeht, musste das Schwanken des verankerten Schiffes noch aufgehoben werden.

Dies hatten Dunbar und Sullivan bei verschiedenen Bauten am Erie-See 1872 dadurch erreicht, dass sie das Schiff auf vier Füße stellten, was dann auch Gilbert 1876 im Lorenzstrome that.

So sind auch hier an den Seiten des Schiffskörpers in 11,45 m Entfernung je zwei kräftige Schiffsfüße von 11,5 m Länge aus Holzbalken 60 × 60 cm gezimmert, mit Eisenschuh und Zahnstange versehen, angebracht und durch Knaggen und Zangen lothrecht geführt; sie fallen durch ihr eigenes Gewicht und können mit Handbremse auf die Flusssole hinabgelassen werden, worauf das Schiff, wie aus dem Querschnitt ersichtlich, durch Dampftrieb mittels Vorgelege und Gall'schen Ketten, deren eines Ende am Schiffskörper befestigt und deren anderes Ende über eine Leitrolle auf dem Kopfe des Fußes wieder zum Schiffe hinunter unter eine andere Leitrolle auf dem Schiffsdeck fort zur Welle der Dampfwinde geführt ist, gleichmäßig um etwa 50 mm angehoben wird. Damit erhalten die vier Schiffsfüße ungefähr 8 t Belastung, so dass für gewöhnlich Strömung und Wellen keine Bewegungen und Schwankungen des Schiffes mehr erzeugen, wodurch erreicht wird, dass die Bohrer gleichmäßige cylindrische Löcher herstellen und keine Kraft in überflüssiger Bohrarbeit verwendet wird; bei bewegterem Wasser wird der Schiffsanhub gesteigert. Hierdurch leidet wohl der Schiffskörper, weshalb er auch besonders verstärkt und ausgesteift werden musste.

Auf der rückseitigen, also stromabwärts liegenden Bühne sind auf einem Quergeleise von 1,85 m Spurweite drei kleine Bohrwagen mit je 6 m hohem Gerüstaufbau und anmontierter Bohrmaschine vorhanden.

Zur Erzielung von Massenleistungen muss das Bohren bei wechselnden Wasserständen, also auch in großen Wassertiefen möglich sein, es wurde auf den Katarakten thatsächlich von niederem Mittelwasser von + 1,6 m bis Hochwasser von + 5 m, in Tiefen bis 7 m gearbeitet. Um die Bohrstange gegen den Strömungsdruck und vor Verbiegung zu schützen, hat man gleichfalls schon in Amerika benutzte Schutzrohre angewendet und zu diesem Zwecke zunächst in der Fluchtebene der Bohrer an jedem Bohrwagen einen lothrecht verschiebbaren Bohrerführungsfuß angebracht, der mit Drahtseil und Handwinde auf die Flusssole hinabgelassen und beliebig angehoben werden kann. Die Bohrerführungsfüße bestehen aus je zwei Stück 12 m langen, 35 cm breiten und 5 cm dicken, mit Winkeleisen beschlagenen Bohlen, welche nach der Breitseite in die Richtung der Strömung gestellt und durch eiserne Kreuzbänder gegeneinander versteift sind, so dass das Wasser zwischen ihnen ohne merklichen Stau abfließen kann; sie haben sich in dieser Anordnung feststehend und, ohne zu zittern, sehr steif erwiesen.

An diesen Füßen ist unten je eine Führungsschelle, Fig. 2, Taf. Nr. 5, befestigt, durch welche das 100 mm weite, bis über Wasser reichende Schutzrohr geschoben, nach den gepeilten Tiefen mittels einer Stiftschraube festgestellt und in Übereinstimmung damit durch das am Bohrwagen befindliche Schloss, Fig. 3, Taf. Nr. 5, oben festgehalten wird. In diesem Rohre arbeitet dann das Bohrgestänge, sobald der Fuß unten aufsteht, in ruhigem Wasser. Durch dasselbe bleibt das Bohrloch auch

vor Versandung geschützt, außerdem stets genau markiert und kann jederzeit leicht mit Gummischlauch und Röhrchen durch Druckwasser, dessen Zuleitung im Grundriss und Längsschnitt angegeben ist, ausgespritzt werden; es dient aber zugleich als Laderohr zum Einbringen des Dynamits und der Zündpatrone in das fertige Bohrloch.

Damit hierauf der Leitungsdraht für die elektrische Zündung, der zunächst kurzgefasst an der Bohrwagenbühne befestigt wird, das Weiterarbeiten nicht behindert, sondern von der Strömung, sobald der Schlossdeckel gelöst wird, aus dem Rohre hinausgespült und dieses mit dem angehobenen Bohrerfuß und der Bohrmaschine weiter gefahren werden kann, ist das Rohr seiner ganzen Länge nach 20 mm weit aufgeschlitzt und mit diesem Schlitz stets stromabwärts gerichtet. Dieses so gestaltete Schlitz- und Laderohr heißt deshalb kurzweg »Schlitzrohr«.

Die Bohrmaschine von 89 mm Cylinder-Durchmesser und 180 mm Hub, an deren Kolben das Gestänge des Meißelbohrers sitzt, wird mit Dampf betrieben; sie erhält ihre lothrechte Führung durch einen Rahmen, der zwischen den mittleren Leitbalken der Vorderwand des Bohrwagengerüsts gelagert ist; darüber befindet sich ein Druckwasser-Cylinder von 180 mm Durchmesser und 2,1 m Höhe mit einseitiger Wasserzuleitung unter dem Kolben, dessen Stange mit dem Führungsrahmen verbunden ist. Mittels des auf Fig. 1, Taf. Nr. 5, ersichtlichen Dreiweghahnes kann der Kolben durch Ablassen von Wasser gesenkt und so der Vorschub der Bohrmaschine allmählich bewirkt werden, während andererseits durch Zulassen von Druckwasser die Bohrmaschine mit dem Bohrgestänge angehoben wird, soferne letzteres um 1 m oder 2 m verlängert oder der Bohrer ausgewechselt werden soll.

Der Dampf von 6 Atmosphären und das Druckwasser von 8 Atmosphären werden in den angegebenen Rohrleitungen und dann in 40 mm weiten Gummischläuchen mit Hanfeinlage den betreffenden Maschinen zugeführt.

Sobald die sämtlichen Bohrlöcher einer Schiffsaufstellung fertig geladen sind, wird das Schiff wieder ganz zu Wasser gelassen und nach Anhub der Schiffsfüße etwa 20 m stromaufwärts verholt, worauf die Bohrschüsse durch die abgewickelten Leitungsdrähte mittels elektrischer Reibungsmaschinen vom Schiffe aus gleichzeitig entzündet werden.

Mit diesen gut und handlich durchgebildeten Maschineneinrichtungen können jedoch bei einer Schiffsaufstellung nur 7 m mit sechs bis neun Löchern abgebohrt und abgesprengt werden, welche kurze Länge als ein Nachtheil bezeichnet werden muss, weil das dadurch bedingte oftmalige Verholen, Einfahren und Aufstellen des Schiffes viel Zeit und nutzlose Arbeit verursacht.

Es lag daher das Bestreben nahe, ein Mittel zu suchen, um eine längere Lochreihe mit einer Schiffsaufstellung abbohren und laden zu können, und dies fand man in der Anordnung der Bohrwagenbühne auf der Längsseite des Schiffes, wo bei dieser Schiffsgröße die dreifache Länge von 21 m zur Verfügung steht. Hierbei ist aber die Lastvertheilung schwieriger; auch müssen dann die Arbeitslinien unter einem spitzen Winkel von etwa 30° gegen die Strömung liegen, so dass die Verankerung des Schiffes gleichfalls schwieriger wird; desgleichen müssen die Bohrerfüße zur Vermeidung von Stauungen und Stößen in die Richtung der Strömung, also gegen die Bohrwagen schräg gestellt werden. Trotzdem hat die Unternehmung der großen Vortheile wegen die seitliche Anordnung der Bohrwagen eifrig studiert, auch im Betriebe ausprobiert und soweit geklärt, dass sie von der Maschinenfabrik Luther ein neues großes Bohrschiff Nr. VII (s. Textfigur 12) mit elf seitlichen Bohrwagen unter Berücksichtigung und Verwertung ihrer bisherigen Erfahrungen entwerfen und bauen ließ.

In dem angeführten Jahrgange der »Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure« S. 273 und 274, ist Plan und Beschreibung des ersten Entwurfes dieses ganz in Eisen ausgeführten Bohrschiffes von G. Luther mit sieben seitlichen Bohrwagen enthalten. Das Bohrschiff mit elf seitlichen Bohrwagen ist aus dem Grunde, weil dasselbe, nicht aus Verschulden der Unternehmung, erst spät fertig geworden ist, nicht mehr zur vollen



Ausnützung gekommen, da die Hauptarbeiten schon vollendet waren \*).

Die verwendeten Stoß-Bohrmaschinen sind durchwegs nach den in Amerika bei den Arbeiten im Lorenz-Strome erprobten Ingersoll-Maschinen gebaut, sie waren in zwei Größen von 89 mm Cylinder-Durchmesser mit 180 mm Hub und von 127 mm Cylinder-Durchmesser mit 250 mm Hub im Gebrauche.

Eine solche kleine Bohrmaschine ist in ihrer ursprünglichen Einrichtung für Handvorschub mittels Schraubenspindel in Fig. 4, Taf. Nr. 5, mit den wichtigsten Schnitten dargestellt; sie hat einen Doppelkolben und einen Kolbenschieber mit Dampfselbststeuerung.

Der 561 mm lange Cylinder hat die im Längsschnitte, Grundriss und Querschnitte *C—D* erkennbaren schlitzartigen Längscanäle, welche an beiden Cylinderenden nach innen und in der Mitte am Sitze des Schieberkastens nach außen münden; daselbst ist noch ein Mittelschlitze vorhanden, welcher mit der Dampfausströmungsöffnung *A* (s. auch Schnitt *E—F*) in Verbindung steht.

Mit dieser Ausströmungsöffnung sind ferner durch beiderseitige Erweiterungen unter dem Schieberkastensitz noch zwei symmetrisch in 92 mm Entfernung gebohrte Wandungslöcher in Verbindung gebracht, während in denselben Querschnitten zu beiden Seiten der Schlitz in der Achse der Sitzfläche je ein Rothgussröhrchen durch die Längscanäle in den Cylinder führt, von denen das untere Röhrchen auf ein Drittel seines Querschnittes gedrosselt erscheint. Der Entfernung dieser Wandungslöcher und Röhrchen entsprechend ist der 291 mm lange, hohle Doppelkolben im Mitteltheile seines

Umfanges auf 89 mm Länge ringförmig ausgedreht, nach unten geht durch die Stopfbüchse die massive, 51 mm starke Kolbenstange, an welcher der Bohrer befestigt ist, und von oben greift durch die eingeschraubte Rothgussmutter die 35 mm starke Drahtspindel in den Kolben, auf welcher das im Cylinderdeckel vorhandene Sperrad sitzt. Die obere freie Kolbenfläche ist demnach größer als die untere, wodurch der fallende Bohrer bei der vorgesehenen raschen Umsteuerung mit Volldruck kräftig aufgestoßen wird, während der Hub bei trägerer Umsteuerung langsamer vor sich geht. Zur Stoßabschwächung beim etwaigen Anschlagen des Kolbens an die Stirnenden des Cylinders sind daselbst hinter Eisenscheiben Gummipuffer eingelegt.

Der Schieberkasten von 148 mm Länge und 57 mm Cylinder-Durchmesser zeigt im Grundriss und Längsschnitte an seiner Sitzfläche wieder dieselben drei Mittelschlitz, außer diesen jedoch noch zwei symmetrische Längsbohrungen (s. auch Schnitt *G—H*), deren jede an einem Ende in den Schiebercylinder und am anderen Ende in der Achse der Sitzfläche (s. auch Schnitt *I—K*), durch die vorgenannten Rothgussröhrchen in den Maschinencylinder mündet. Im Mittelquerschnitte *G—H*, dessen

\*) Siehe Vortrag von Ministerialrath E. Wallandt in der »Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines«, Jahrgang 1897, Nr. 20 und 21.

eine Öffnung durch einen Schraubenpfropfen verschlossen wird, strömt durch die andere Öffnung *E* der Dampf ein.

Der Kolbenschieber hat 85 mm Länge und 15 mm Spiel; er wird durch den centralen Bolzen, der gleichzeitig zur Verschraubung der Schieberkastendeckel und Gummipuffer dient, mittels Nuth und Feder in seiner richtigen Lage gehalten und geführt. Aus dem Längs- und Querschnitte ist seine Muschelform erkennbar, deren Ausdrehung so gestaltet ist, dass der obere Ringquerschnitt mit seinen beiden unteren Seitenschlitz durch die Einströmungsöffnung dauernd mit Volldampf gefüllt wird, während der dagegen abgesperrte Mittelschlitze dauernd mit der Ausströmungsöffnung, also mit der Außenluft in Verbindung bleibt.

Die Kolben der Bohrmaschine sind im Längsschnitte in Mittelstellung gezeichnet, so dass der Schieber die beiden Längscanäle des Cylinders absperrt, während die beiden Seitenräume des Schiebers durch die freien Wandlöcher des Kastens kreuzweise in Richtung der Pfeile mit den Rothgussröhrchen des Cylinders, durch diese mit dem Ringquerschnitte des Kolbens und dann durch die nur halb geschlossenen Wandbohrungen mit der Ausströmungsöffnung in Verbindung stehen.

Rückt der Doppelkolben weiter abwärts, so werden die obere Wandbohrung und das obere Rothgussröhrchen des Cylinders und damit der untere Schieberraum abgeschlossen, während die untere Wandbohrung und das untere »gedrosselte« Rothgussröhrchen des Cylinders und damit der obere Schieberraum ganz frei werden; durch den Dampfüberdruck geht nun der Schieber nach oben und setzt den oberen Längscanal des Cylinders und dadurch den Raum über dem Kolben mit der mittleren Ausströmungsöffnung, dagegen den unteren

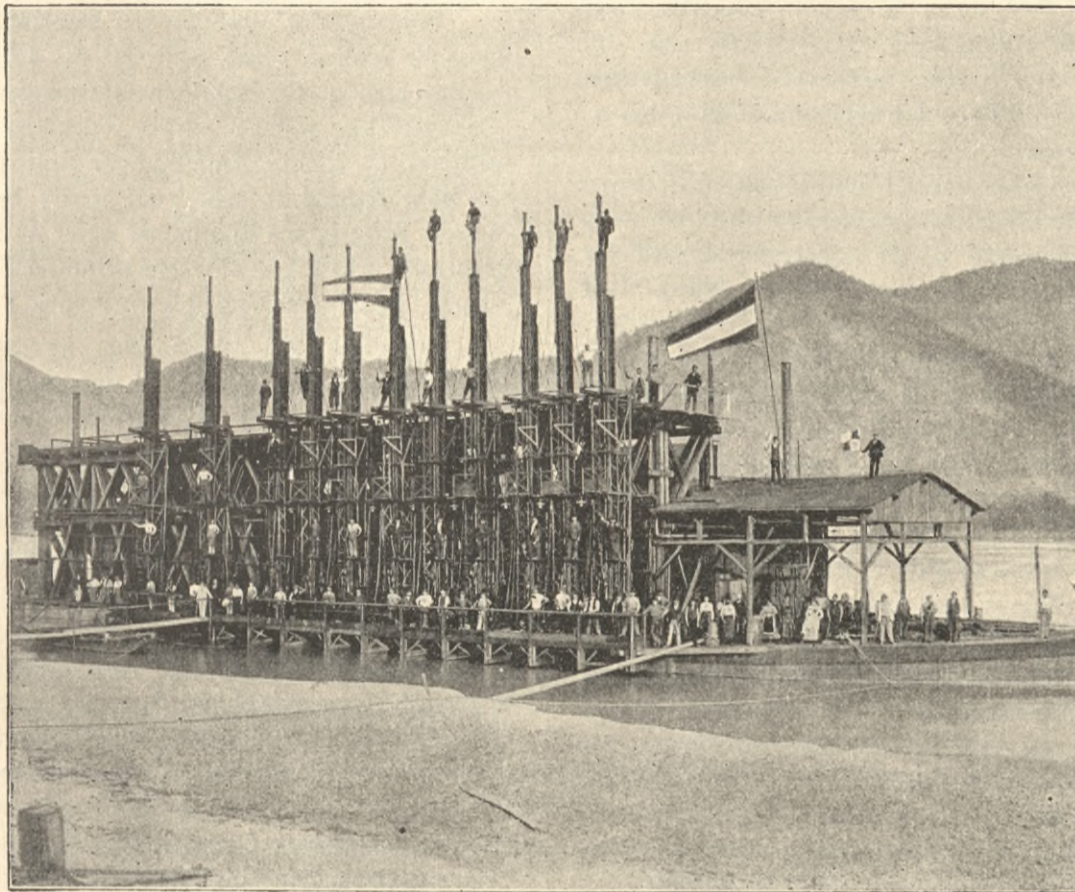
Längscanal und den Raum unter dem Kolben durch den unteren Schieberschlitze mit der Dampfströmung in Verbindung, so dass der Kolben mit dem Bohrer gestänge gehoben wird.

Sobald hierbei der Doppelkolben das untere Rothgussröhrchen des Cylinders verschließt und das obere freigibt, tritt die Umsteuerung selbstthätig ein; der Schieber bewegt sich aber jetzt infolge der schnelleren Ausströmung durch das »nicht gedrosselte« Rothgussröhrchen rascher nach unten, der Dampf strömt unter dem Kolben aus und über dem Kolben ein, wodurch dieser mit dem Bohrer durch den Überdruck von etwa fünf Atmosphären wieder abwärts gestoßen wird.

So wiederholt sich das Spiel der Bohrmaschine, welche bei Volldampf 240 Stöße in der Minute macht, die jedoch durch Regelung der Dampfzuführung nach Bedarf ermäßigt werden können.

Beim Fallen des Bohrers kann sich die Drahtspindel im Kolben und mit ihr auch das Sperrad frei drehen; dagegen wird letzteres beim Hub durch die beiden Sperrklinken im Cylinderdeckel festgehalten, so dass sich dabei der Kolben um ein Fünftel des Umfanges, also um 72° drehen muss, wodurch nach jedem Stoße das Umsetzen des Meißelbohrers selbstthätig bewirkt wird.

Figur 12.



BOHRSCHEIFF VII.

Bei den neueren Bohrmaschinen ist überall statt des Handvorschubes hydraulischer Vorschub eingerichtet, sonst aber die einfache und klare innere Bauart beibehalten worden, welche sich bei ruhigem Gang und sehr geringer Abnutzung im Betriebe vorzüglich bewährt hat.

Als Stoßbohrer wurden nur Kreuzmeißel benützt. Fig. 5, Taf. Nr. 38, gibt die gewöhnliche Bohrerform, wonach die stählerne Bohrkronen  $70\text{ mm}$  und der schmiedeiserne Bohrschaft  $50\text{ mm}$  Durchm. besitzt und der Kopf bei  $38\text{ mm}$  Dicke und  $136\text{ mm}$  Länge der gewählten Bohrerbefestigung und Gestängeverbindung entspricht. Die Befestigung, Fig. 6, Taf. Nr. 5, wird in der dargestellten Weise mit Klemmbacken und Druckstück ausgeführt, wobei die  $70\text{ mm}$  starke Hülse mit Stahl ausgebücht und mit dem Schaftkopf passend genau centrisch gearbeitet ist. Diese Verbindung erwies sich im Betriebe durchaus sicher und fest.

Über die Abnutzung der Bohrer wäre zu erwähnen, dass man in dem vorhandenen Gesteine durchschnittlich mit einem Bohrer ein Loch von  $0,7\text{ m}$  bis  $1\text{ m}$  Tiefe herstellen kann. Die abgearbeiteten Bohrer werden im Feuer aufgestaucht, frisch gehärtet und dann weiter benützt, so dass man die Bohrerstange bis zum letzten Stücke verbraucht.

Zu einem tieferen Bohrloche kommen zweierlei oder dreierlei Bohrerstärken in Anwendung, derart, dass man mit Bohrkronen von  $80\text{ mm}$  oder  $90\text{ mm}$  Durchmesser anfängt und nach ungefähr je  $0,7\text{ m}$  Tiefe einen schwächeren Bohrer bis zu  $70\text{ mm}$  Durchmesser einsetzt.

Das Bohrloch wird hierbei konisch und erhält oben einen größeren, unten einen kleineren Durchmesser; es wird aber auch stets um  $10\text{ mm}$  bis  $20\text{ mm}$  weiter als die Bohrerstärke, weil der Bohrer infolge der kräftigen Stöße zittert und in Wirklichkeit nicht genau centrisch arbeitet.

Während des Bohrens braucht das Bohrloch nicht besonders von Bohrschlamm gereinigt zu werden, da dieser durch die rasche Bewegung des Stoßbohrers aufgetrieben und von der Strömung weggeschwemmt wird. Die Bohrlöcher werden also nur nach ihrer Fertigstellung, unmittelbar vor dem Laden, durch Druckwasser mittels Gummischlauch ausgespült.

Die Anlage der Bohrlöcher, das heißt ihre Tiefe, Breite und Entfernung, hängt von dem gewählten Arbeitsvorgange beim Aussprengen der Canalsohle ab.

Ein einzelner Bohrschuss erzeugt im gleichmäßig verspannten Felsen gegen die senkrechte Oberfläche einen Wurftrichter von etwa  $45^\circ$  Seitenrichtung (s. Fig. 7, Taf. Nr. 5, Schnitt *L*); ist jedoch noch eine freie Gesteinswand vorhanden, so verändert sich der Wurftrichter derart, dass er, dem geringsten Widerstande folgend, sich dieser Seitenwand zuneigt (s. Schnitt *Q*); in diesem Falle wird seine Gestalt von dem Verhältnis der Bohrlochtiefe zur freien Wandhöhe und von dem Abstände des Bohrloches von der freien Wand bedingt.

Werden mehrere, nebeneinander liegende Bohrschüsse im verspannten Felsen gleichzeitig abgefeuert, so hat jeder zunächst das Bestreben, einen  $45^\circ$ -gradigen Wurftrichter zu bilden; wenn sich diese Wurftrichter bei entsprechender Tiefe und Entfernung der Bohrlöcher jedoch kreuzen, so tritt eine gegenseitige Beeinflussung der Bohrschüsse ein, deren Wirkung sich in einer Verflachung der Wurftrichter, also in einer Vergrößerung des Spitzenwinkels an der Bohrlochsohle äußert, so dass auch die dazwischen stets bleibenden Felskegel sich verflachen, also niedriger ausfallen (s. Schnitt *B*); ist hierbei noch eine freie Seitenwand vorhanden, so neigen sich die verflachten Wurftrichter dieser Wand zu und liefern eine nach den Schnitten *B* und *Q* zusammengesetzte Sprengwirkung.

Darauf beruht die »Reihensprengung von der freien Wand«, bei welcher eine Anzahl Bohrlöcher in einer geraden zu dieser Wand parallelen Linie angeordnet und gleichzeitig abgeschossen, das Gestein streifenweise nach der freien Wand abtrennt.

Diese auf praktischer Erfahrung gegründeten Überlegungen führten zu dem in Fig. 7, Taf. Nr. 5, schematisch dargestellten Arbeitsvorgange. Die Sprengung wird stromabwärts begonnen und reihenweise stromaufwärts fortgesetzt, wobei das Sprenggut am Sprengorte zunächst liegen bleibt und die freie Seitenwand verdeckt. Die Sprengwirkung nach dieser Wand ist so ermittelt,

dass die Richtung der Sohlenlinie des Wurftrichters gegen die Wagerechte um etwa  $22\frac{1}{2}^\circ$  ansteigt (s. Schnitt *Q*), während die Wandlinie ungefähr lothrecht abreißt. Hierbei darf die Vorgabe  $v$  des Bohrloches, das heißt dessen Abstand von der freien Wand nicht größer als die Bohrlochtiefe  $t$ , sondern soll möglichst etwas kleiner sein, damit die erforderliche Neigung der Wurftrichter nach der freien Wand zu gesichert erscheint, um die gewünschte Sohlensprengung zu erhalten.

Letztere hängt aber wesentlich von der Tiefe  $t$  und der gegenseitigen Entfernung  $e$  der Bohrlöcher in der Absprengungslinie ab, für welche die Spitzen der stehenbleibenden Zwischenkegel gleichfalls unter der Canalsohle verbleiben müssen.

Dies wird mit Sicherheit erreicht, wenn man die Bohrlochtiefe und Bohrlochentfernung gleich der doppelten Tiefe des planmäßig zu beseitigenden Felsens macht (s. Schnitt *B*), da der verflachte Spitzenwinkel der Wurftrichter mit mindestens  $55^\circ$  gegen die Lothrechte zu erwarten ist. Es ergibt sich dann die höchste Aussprengungskante der Sohle an der freien Wand ungefähr nach Schnitt *A*, mit einer Tiefenlage von etwa  $0,2\text{ m}$  unter der herzustellenden Canalsohle, so dass die Baggererimer das darüber befindliche Sprenggut noch leicht fassen und beseitigen.

Man könnte also mit den Bohrlöchern immer weiter auseinander rücken, wenn man nur die Löcher entsprechend tiefer ausführt; zu große Bohrlochentfernungen geben aber zu große Sprengstücke, welche schwer oder gar nicht baggerfähig sind, während zu kleine Entfernungen mit geringen Bohrlochtiefen die Bohrarbeiten zu sehr vertheuern; es ist demnach im allgemeinen billiger, die Bohrlöcher tiefer und in größerer Entfernung anzulegen, wenn man ein sehr brisantes Sprengmittel zur baggerfähigen Zertrümmerung des Gesteines benützt.

Natürlich ist hierin eine praktische Grenze gezogen, welche durch das Verhältnis der dabei auszusprengenden zur profilmäßig bezahlten Gesteinsmenge und durch die Beschaffenheit des Gesteins bestimmt wird; beispielsweise kann man in dichtem, sprödem Kalkstein, der sich gut sprengen lässt, größere Tiefen und Entfernungen der Bohrlöcher, sowie größere Vorgaben annehmen, als in Diorit, Serpentin, Granit oder ähnlichen zähen Gesteinen, besonders wenn sie noch rissig und brüchig sind.

Nach Versuchen mit den verschiedenen Dynamitarten wurde als hauptsächliches Sprengmittel Sprenggelatine mit  $93\%$  Nitroglycerin benützt. Da die Sprenggelatine aber schwer zündet, und es wiederholt vorgekommen ist, dass sie »ohne Explosion« abbrannte, mischte man als »Zündherde« einzelne Pakete Kieselguhr-Dynamit Nr. 1, mit  $75\%$  Nitroglycerin in bestimmter Reihenfolge dazwischen. Jedes Bohrloch wird nach seiner Fertigstellung vorher ausgespritzt und sofort geladen.

Zu diesem Zwecke versieht man einen Bindfaden an einem Ende mit einem Querhölzchen und reiht darauf abwechselnd je zwei oder drei Pakete Sprenggelatine und ein Packet Dynamit, bis etwa  $0,5\text{ m}$  besetzt sind; dann befestigt man unten am Querhölzchen ein kleines Eisengewicht von  $1\text{ kg}$  bis  $2\text{ kg}$  (s. Schnitt *L*), misst und knotet auf der Schnur die Tiefe des Bohrloches bis zur Schlitzrohroberkante ab, führt die Ladung in das Rohr ein und lässt sie in das Bohrloch hinabgleiten. Sobald das Eisengewicht am Boden des Bohrloches aufstößt, muss der Schnurknoten mit dem Rohrrand übereinstimmen, wodurch die Controle für die richtige Einführung der Ladung geübt wird. Diese wird hierauf mit einer Holzstange fest eingestampft, so dass sich die in Papier gehüllten Pakete zusammenquetschen und der Sprengstoff an den Lochwänden überall anliegt, also das Bohrloch völlig ausfüllt. In gleicher Weise verfährt man, um den etwa nöthigen zweiten und dritten Theil der Ladung einzubringen, bis die vorgeschriebene Menge erreicht ist. Da für jede Arbeitsstelle praktisch gleiche Verhältnisse vorliegen, wofür die Vorgabe  $v$  und die Bohrlochentfernung  $e$  vorher bestimmt sind, so bleibt die Ladungsgröße, das heißt die Anzahl der in jedes Bohrloch einzubringenden  $0,5\text{ kg}$  schweren Dynamitpakete nur von der Lochtiefe  $t$  abhängig. Die Unternehmung hat deshalb Tabellen ausgearbeitet, in denen für die nach Centimeter geordneten Bohrlochtiefen die

Anzahl der erforderlichen Packete angegeben ist, wonach sich der Bohrmeister richten muss.

Um baggerfähiges Sprenggut zu erhalten, rechnet man 0,8 kg bis 1 kg Sprengstoff auf 1 m<sup>3</sup> auszusprengendes Gestein, und benützt infolge der Reihensprengung von der freien Wand die Ladungsformel

$$L = K \cdot (v \cdot e \cdot t);$$

mit dieser Menge wird das Bohrloch bis auf die obersten 0,4 m oder 0,5 m vollgestopft (s. die Schnitte *Q* und *L*).

Auf die festgestampfte Ladung wird schließlich die in Fig. 8, Taf. Nr. 5 ersichtliche elektrische Zündpatrone mittels einer besonders gestalteten Gabel durch das Schlitzrohr eingeführt.

Ein besonderer Bohrlochbesatz kommt nicht in Anwendung; es hat sich der durch die auflastende Wassersäule vorhandene Wasserbesatz als ausreichend erwiesen.

Die Zündpatrone besteht aus einer unten zugespitzten Blechhülse von 50 mm Durchmesser und 250 mm Länge, welche in den unteren 170 mm Dynamit mit dem eingesetzten Zünder enthält, während die oberen 80 mm mit der Dichtungsmasse gefüllt sind; an dem oberen Theile der Blechhülse sind außen drei Klemmfedern angelöthet, mit denen sich die Zündpatrone gegen die Lochwandungen spreizt, um nicht durch die auf das Sprengkabel drückende Strömung aus dem Bohrloche herausgerissen zu werden.

Zur Erläuterung der Einzelanordnung der Zündpatrone bezeichnet in der Fig. 8, Taf. Nr. 5, *a* den Zünder, *b* Dynamit, *c* wasserdichte Pasta, *d* das Sprengkabel, *e* ein Röhrchen aus Dachpappe, *f* die Verbindung des Sprengkabels mit dem Zünder, *g* den Kupferdraht für die Wasserrückleitung (s. auch Fig. 7, Taf. Nr. 5, Schnitt *Q* und *L*), *i* einen Messingdrahtbügel zur Befestigung des Sprengkabels an der Patrone, *k* die Befestigung des Kabels an dem Bügel mittels Bindfadens und *l* die drei Stahldrahtfedern zum Festklemmen der Patrone in dem Bohrloche.

Der Zünder ist ein sogenannter Spaltzünder mit etwa 0,2 mm Spaltbreite der elektrischen Leitungsdrähte, welche unter dem Pfropfen in den aus chlorsaurem Kali und Schwefelantimon bestehenden Zündsatz tauchen und diesen beim Überspringen des Funkens entzünden; dadurch wird das zunächst darunter befindliche Trennungsblättchen von Schießwollpapier entflammt und die Sprengcapsel mit etwa 2 g Knallquecksilber zur Explosion gebracht, welche sich auf das umliegende Dynamit der Patrone und von dieser auf die Sprengladung überträgt.

Mit den ursprünglich gelieferten Zündpatronen hatte man schlechte Erfahrungen gemacht, weil der Zündsatz bald durchnässt wurde; die Unternehmung beschäftigte sich daher selbst mit der Verbesserung der Wasserdichtigkeit, was ihr auch gelang, indem ihre Zündpatronen bis zu 100 Stunden in 8 m Wassertiefe zündfähig blieben.

Nach Fertigstellung der Bohrschüsse einer Schiffsaufstellung geschah die gemeinschaftliche Zündung durch einschleibige elektrische Reibungsmaschinen von 50 mm Funkenlänge, welche, wenn auf dem Schiffe in trockener Lage untergebracht, sich als sicher und sehr handlich erwiesen habe.

Anfangs wurden die acht bis zehn Zündpatronen in einer Kette mit einander verbunden und durch eine einzige Reibungsmaschine abgefeuert, es trat aber nicht immer die verlangte gleichzeitige Zündung ein, weil die hierzu erforderliche gleiche Spaltbreite der Zünder schwer herzustellen war; auch mangelte hierbei die sichere Wahrnehmung, dass auch alle Bohrschüsse wirklich losgegangen seien.

Man verwendete schließlich nach längeren Versuchen für jeden einzelnen Bohrschuss eine eigene Zündmaschine, so dass sich auf einem Bohrschiffe bis zwölf Zündmaschinen befanden. Es handelte sich aber nun darum, diese Zündmaschine behufs gleichzeitiger Zündung zum Contact zu bringen.

Man stellte diesen Contact bei jeder Maschine durch einen kleinen Aluminium-Cylinder her, welcher sich in einer passenden lothrechten Glasröhre befindet und unten aufsteht, also außer Contact bleibt. Die lothrechten Glasröhren ragen etwas unter dem Boden der Maschinenkasten heraus und sind sämtlich durch eine Querröhre miteinander verbunden, welche überall

luftdicht verschlossen ist und nur in der Mitte eine Öffnung besitzt; wird durch diese ein kurzer Luftstoß eingeblasen, so heben sich in demselben Augenblicke sämtliche Aluminium-Cylinder zum Contact und bewirken die geforderte gleichzeitige Entzündung der Bohrschüsse. Von jeder Zündmaschine geht ein Leitungsdraht zu einem Pole des Zünders, während der andere Draht nur ins Wasser gesteckt wird, wie dies auch bei der Zündpatrone der Fall ist; diese Wasserrückleitung hat sich gut bewährt.

Das sofortige Laden jedes einzelnen Bohrloches hatte den folgenschweren Nachtheil, dass neben den zum Abfeuern fertigen Bohrschüssen noch in derselben Reihe weitere Löcher gebohrt wurden, und es konnte trotz größter Vorsicht nicht verhindert werden, dass in jedem Baujahre Ladungen explodierten, welche außer empfindlichen Beschädigungen der Bohrschiffe leider auch eine Anzahl Menschenleben kosteten.

Die Ursache lag wohl darin, dass durch den aus der Bohrmaschine ausströmenden Dampf Elektrizität erzeugt und diese in solcher Menge in der Bohrmaschine angesammelt wurde, dass damit bei zufälligem Contact mit einem beschädigten, durch die Strömung vertriebenen Leitungskabel eine Patrone vorzeitig gezündet wurde.

Die Unternehmung war natürlich bemüht, diesem Übel so viel als möglich vorzubeugen. (Ausführliches hierüber, siehe oben angeführte Abhandlung von Rupčić.)

Das Zertrümmern von Felsen unter Wasser mittels Fallmeißel wurde im Jahre 1888 mit der von Lobnitz erbauten »Dérocheuse« im Suez-Canal erprobt, wo die Erbreiterung ohne Störung der Schifffahrt stattfinden musste, somit von Sprengen keine Rede sein konnte.

Die »Dérocheuse« ist ein vereinigt Meißel- und Baggerschiff von 54 m Länge, 12 m Breite, 3,6 m Höhe und 2,7 m Tiefgang; die Eimerleiter des Baggers befindet sich mittschiffs, und zu beiden Seiten derselben sind je fünf Fallmeißel von 12,5 m Länge, 200 × 200 mm Stärke und 4 t Gewicht angebracht, welche durch hydraulische Flaschenzüge bis zu 6 m hochgezogen und dann zwischen lothrechten Führungen fallen gelassen werden, während der Bagger, durch eine Dampfmaschine von 200 PS. getrieben, das Trümmergestein bis zu 9 m Tiefe herausfördert.

Nach vielfachen Versuchen fand man es nun hier am besten, das Baggern nicht von demselben Schiffe aus zu betreiben und eine genügende Zerkleinerung des Gesteins anzustreben.

Es entstand das Fallmeißelschiff Nr. I, Fig. 1, Taf. Nr. 6, dessen wesentliche Maschinen von Lobnitz geliefert wurden. Die Unternehmung rüstete damit ein Doppelboot aus 35,2 m lang und 15,2 m breit, aus zwei hölzernen Kähnen bestehend von je 35,2 m Länge, 6,6 m Breite, 2 m Höhe und 0,6 m Tiefgang bei etwa 100 t Belastung.

Auf der Plattform, welche die Boote und deren Zwischenraum von 2 m überdeckt, sind in der Längsachse die Betriebsmaschinen aufgebaut, und zwar:

ein Dampfkessel von 25 m<sup>2</sup> Heizfläche und 5 Atmosphären Überdruck, eine Dampfmeißelwinde, eine Anker- und Lavirdampfwinde, eine Bockwinde zum gemeinschaftlichen Bewegen der beiden Steuerruder, ferner die Speise- und Lenzpumpen, sowie eine Dynamomaschine. In der Mitte des Doppelbootes ist ein 11,8 m hohes Dreibeingerüst errichtet, über dessen obere Rolle von 1 m Durchmesser, wie bei den Auslegerkränen die Lastkette läuft, an welcher nach Art der Kunstrammen ein Fallblock mit Fangglocke und Winkelhebel aufgehängt erscheint, der beim Hinablassen den Kopf des unten stehenden Fallmeißels fasst, so dass dieser durch die Winde hochgezogen und wie beim Betrieb der Kunstrammen in beliebiger Höhe wieder ausgestellt und fallen gelassen werden kann.

Der 8,8 m lange, im Mittel 350 × 350 mm starke und 8,5 t bis 10 t schwere Fallmeißel hat keinerlei Führung, sondern fällt ganz frei durch einen zwischen den Kähnen gezimmerten 1,25 × 1,25 m weiten Schacht und wird durch diesen nach dem Aufstoßen auf die Sohle am Umfallen gehindert.

Infolge des plötzlichen Auslösens des Meißels erhält das Boot jedesmal einen Auftriebstoß, weshalb die Kähne in ihrem Mitteltheile eine kräftige Aussteifung besitzen.

Das Meißelschiff wird am Arbeitsorte nach den Profillinien eingefahren, mit der Achse des freihängenden Meißels eingefluchtet und an zwei Hauptankern, wovon der eine stromaufwärts und der andere stromabwärts ausgeworfen ist, sowie an je zwei Seitenankern festgelegt; dies ist erforderlich, damit das Schiff durch den sich im Schachte beliebig anlehenden schweren Meißel nach keiner Seite gedrängt und verschoben werden kann.

Der Fallmeißel arbeitet stromaufwärts von der freien Wand gewöhnlich 0,5 m breite Felsstreifen ab und bleibt so lange an derselben Stelle, bis die vorgeschriebene volle Tiefe durchstoßen ist; erst dann wird das Schiff, der Meißelstärke entsprechend, um je 0,5 m in der Fluchtlinie seitwärts verholt.

Nächst der Einrichtung des Meißels und der Meißelwinde kommt es demnach beim Arbeitsbetriebe noch auf eine sichere Verankerung und ein rasches und leichtes Lavieren des Schiffes an.

Die Anker- und Lavierwinde, welche durch eine Zwillingsmaschine von etwa 25 PS. mittels Schnecken und Räder betrieben wird, hat zwei Wellen; auf der einen ziehen die vier Trommeln der seitlichen Lavierketten und auf der anderen die zwei Trommeln der stromauf- und stromabwärts gehenden Längsketten; die Trommeln können mittels Klauenkuppelung ein- und ausgerückt werden.

Weil die Trommeln der Lavierketten je paarweise in demselben Sinne arbeiten, läuft eine Kette von unten, und die zugehörige andere Kette von oben auf; dagegen müssen die Trommelpaare beim seitlichen Verholen des Schiffes im entgegengesetzten Sinne arbeiten, weshalb auch deren Ketten entgegengesetzt umgelegt erscheinen.

Die beiden Trommeln der Längsketten arbeiten beim Vorwärts- und Rückwärtsverholen des Schiffes auch zusammen, aber stets im entgegengesetzten Sinne; die Ketten werden daher auf die freiliegenden Trommeln in gleicher Weise aufgelegt.

Die Lavierwinde hat ein Übersetzungsverhältnis von 1 : 150, so dass bei 300 Umdrehungen der Kurbeln die Trommeln nur zwei Umdrehungen in der Minute machen, und die Ketten-geschwindigkeit beim Lavieren im Betriebe 2,5 m in der Minute beträgt. Die Kettenführungen sind im Schiffs-Grundriss eingezeichnet.

Hinter dem Dreibeine befindet sich die Meißelwinde, deren Maschine 230 mm Cylinder-Durchmesser und 380 mm Hub besitzt und etwa 40 PS. entwickelt; die gerillte Kettentrommel wird mittels Klauenkuppelung ein- und ausgerückt. Da das Übersetzungsverhältnis der Winde 1 : 32 beträgt und die Kurbel 250 Minuten-Umdrehungen macht, so dreht sich die Kettentrommel 7,8 mal in der Minute und erteilt der 45 mm Lastkette eine Geschwindigkeit von 12,5 m in der Minute, mit der also der Meißel hochgezogen wird; es erfolgt demnach bei 6 m bis 8 m Meißelanhub durchschnittlich in einer Minute ein Meißelstoß.

Wie in Fig. 1 auf Taf. Nr. 6 zu erkennen, besitzt der Meißelschacht in den vier Ecken lothrecht bis 4 m über Deck reichende eisenbeschlagene Leitbalken für das aus vier Balken gezimmerte, gleichfalls mit Eisen beschlagene Führungskreuz, durch dessen vierseitige Mittelöffnung von 600 × 600 mm Weite der Meißel frei durchfällt, sich dabei aber um seine Achse nicht drehen kann. Das lose Führungskreuz wird je nach der Tiefe des Wassers und des zu zertrümmernden Felsens an den Leitbalken in solcher Höhe mittels Vorsteckbolzen festgestellt, dass der Kopf des unten aufstehenden Meißels noch darüber hervorragt, um von der Fangglocke erfasst werden zu können (Fig. 2, Taf. Nr. 6).

Es kommt allerdings auch vor, dass der Meißel unten abgleitet oder in eine Spalte rutscht und sich dabei aus dem Führungskreuz zieht, in welchem Falle er dann gefischt werden muss.

Im regelrechten Betriebe hakt sich der Winkelhebel der Fangglocke beim Aufschlagen auf den Meißelkopf selbstthätig in dessen Öse ein, so dass der Meißel nach eingerückter Kettentrommel von der Winde so hoch gezogen wird, bis das für eine bestimmte Fallhöhe festgesteckte Auslösetau des Hebels,

stramm gezogen, diesen aus der Öse klinkt und den Meißel fallen lässt; wird dann die Kettentrommel der Winde ausgerückt, so fällt die 1200 kg bis 1500 kg schwere Fangglocke bei ablaufender Kette wieder auf den Meißelkopf herunter, um ihn wie früher zu fassen und das Arbeitsspiel fortzusetzen.

Die Einrichtung des Fallmeißels und der Fangglocke zeigt Fig. 2 und 3, Taf. Nr. 6.

Die Fallmeißel werden aus Schmiedeeisen, 6 m bis 10 m lang, in der Mitte 400 × 400 mm bis 500 × 500 mm stark und nach den Enden zu mit etwas schwächerem Querschnitt angefertigt; sie sind unten einschneidig und haben eine 1,5 m bis 2,5 m lange, 100 mm dicke, in der Schneidenbreite durchgehende Stahlseele mit etwa 90 gradigem Schneidewinkel eingeschweißt.

Diese Schneidgestaltung hat den Vorzug, dass sich der Schneidewinkel der jeweiligen Beschaffenheit des Gesteins im Betriebe von selbst anpasst, indem beim tieferen Eindringen des Meißels in weiches Gestein das seitliche Schmiedeeisen mehr abgenützt wird als die Stahlschneide und demzufolge der Meißel sich zuspitzt, während er in härteres Gestein weniger tief eindringt, an den Seiten also weniger abgenützt wird und demgemäß stumpf bleibt.

Am oberen Ende verjüngt sich die Meißelstärke auf 280 × 280 mm und geht in den 210 × 210 mm starken Meißelkopf über, mit dem eine zweilappige Stahlöse verschraubt ist, deren Bügel einen mit der inneren Glockenform übereinstimmenden keiligen Querschnitt besitzt. Die Anfertigung dieser 8 t bis 10 t schweren Meißel ist schwierig, sie konnten zuverlässig nur von Krupp in Essen hergestellt werden. Anfänglich brachen die Meißel nach kaum 100 Stößen, später wurde ihre Haltbarkeit bis auf mindestens 60.000 Stöße gesteigert, einzelne sollen sogar 120.000 Stöße geleistet haben, bis der Bruch eintrat; dieser wird durch einen dumpfen Klang des aufstoßenden Meißels angezeigt und erfolgt stets im mittleren Theile mit krystallinisch gewordenem Gefüge. Später wurden auch von der königlich ungarischen Staatsfabrik Diosgyör gute Meißel geliefert.

Die gusseiserne Fangglocke von 865 mm Höhe ist vierseitig mit unten 730 mm und oben 400 mm Seitenlänge; die Fangöffnung beherrscht 550 × 550 mm Fläche und verläuft nach oben in beiden Lothschnitten keilig, so dass die Öse des Meißelkopfes stets richtig gefasst wird. Die Glocke hat oben einen Mittelschlitz; in diesem ist der schmiedeeiserne drehbare Winkelhebel durch einen Querbolzen befestigt, an dem auch der Schäkel für die Lastkette sitzt; der kürzere, im seitlichen Glockenschlitz befindliche Hebelarm ist mit Anschlag an der Glocke und mit einer Fangnase versehen, während der längere obere Hebelarm durch eine 300 mm hohe Stahlfeder von 80 kg Spanndruck mittels des in Büchsen geführten Stempels stets wagrecht gehalten und dabei der kurze Arm an seinen Anschlag gepresst wird.

Beim Auffallen der Glocke auf den Meißelkopf schiebt der keilige Ösenbügel den abgeschrägten, nach innen vortretenden Hebelarm durch Überwindung der Federkraft nach auswärts, bis die Öse soweit eingedrungen ist, dass sie von der Nase des Hebels unterhakt werden kann. Das Auslösen des Meißels bewirkt das am Ende des langen Hebelarmes befestigte Zugtau, das gleichfalls den Federdruck überwindet und die Fangnase aus der Öse herausdreht.

Diese Fallmeißelschiffe sind im Betriebe ohne jede Gefahr und verursachen mit ihren einfachen und dauerhaften Mechanismen wenig Reparaturen und Betriebsstörungen; sie erzeugen beim richtigen Arbeitsverständnis des Schiffmeisters ein gut zerkleinertes baggerungsfähiges Trümmergestein und arbeiten bis zu Felstiefen von etwa 40 cm vortheilhafter als die Bohrschiffe; — zwischen 40 cm und 60 cm zu beseitigender Felstiefe bleibt es, namentlich bei stark zackiger Flusssohle, von den örtlichen Verhältnissen abhängig, ob das Meißelschiff oder das Bohrschiff zweckmäßiger ist, während über 60 cm Felstiefe die Bohrschiffe zumeist den Vorzug verdienen.

Die Maschinenfabrik G. Luther hat ein solches Fallmeißelschiff mit anders gestaltetem Meißelgerüst auch für die Rheinstrom-Bauverwaltung geliefert, wo es sich ebenfalls um die Beseitigung verhältnismäßig geringer Felstiefen handelt.

### C. Baggerung.

Das im Flussgrunde gesprengte und zertrümmerte Gestein musste nun durch Baggermaschinen soweit herausgeschafft werden, dass die Canalprofile vollständig ausgehoben erschienen. In erster Linie wurden hierzu Eimerbagger aber auch Löffelbagger verwendet, deren Bauart und Betriebsweise allgemein bekannt ist; Textfigur 13 zeigt den großen Eimerbagger »Vaskapu«.

Sie weisen außer den neuesten Verbesserungen noch einige durch das felsige Baggergut bedingte Abänderungen der Fördergefäße auf. Die Baggereimer wiegen je  $2,25 t$  und sind an der Schneide mit Stahlzinken zum Aufwühlen und Fassen der Steintrümmer versehen; je nach der Beschaffenheit und der Schichtdicke des felsigen Baggergutes werden bis zwölf Eimer von  $0,25 m^3$  Inhalt in einer Minute gefördert.

Textfigur 14 zeigt einen amerikanischen Löffelbagger. Die Baggerlöffel, welche wie die Baggereimer mit Stahlzinken zum Aufwühlen des Gesteines versehen sind, haben je  $1 m^3$  Inhalt und können in 1,5 Minuten einen Arbeitsgang vollführen.

Für das Heben einzelner versprengter Steine oder größerer Gerölle, welche beispielsweise im Jucz bis zu  $2 m$  Durchmesser vorkamen, wurden Greiferbagger mit verschiedenartig geformten und mit verschieden großen, bis  $1,8 m^3$  fassenden Greiferklauen und Steinzangen angewendet (s. Textfigur 15).

Da die Greifer keine feste Führung haben, sondern frei an Ketten oder Drahtseilen hängend, mit geöffneter Klaue auf den Flussgrund fallen gelassen werden, um das Baggergut zu fassen, sind sie in der starken Strömung zu einer ausgiebigen Gesteinförderung nicht geeignet, weil sie trotz ihres großen Gewichtes leicht vertreiben.

Wie beim Sprengen und Meißeln, wurde auch beim Baggern auf die Erzielung einer etwas größeren Austiefung und Erbreiterung des Canalquerschnittes Bedacht genommen, um die schließlichen »Putzarbeiten unter Wasser« auf ein möglichst geringes Maß zu vermindern.

### D. Reinigung der Sohle und Constatierung ihrer genauen Aushebung.

Bei der unregelmäßigen und zerklüfteten Felssohle stand zu erwarten, dass trotz des geschilderten Arbeitsvorganges doch noch einzelne Felsspitzen über die Canalsohle vorragen und größere Trümmer und Geröllsteine durch die Baggergefäße beiseite geschoben und auf der Canalsohle liegen geblieben sind.

Vor der Übergabe der ausgebaggerten Canäle an die Bauleitung musste die Unternehmung daher eine profilmäßige Controlle vornehmen und die noch erforderlichen »Putzarbeiten« ausführen. Es sind hierbei dreierlei Arbeiten zu verrichten: Die Canäle müssen ausgepeilt, vorstehende Felsspitzen abgemeißelt und liegen gebliebene Gesteintrümmer herausgeschafft werden; diese Arbeiten, jede für sich mit dem Peilschiff, Fallmeißelschiffe und Baggerschiff nacheinander vorzunehmen, wäre aber sehr zeitraubend und kostspielig gewesen, so dass man nach vielen Überlegungen auf den Gedanken kam, diese drei Arbeitsverrichtungen auf einem Schiffe zu vereinigen und damit alle Arbeiten an einer und derselben Stelle sofort auszuführen.

Das dermaßen ausgerüstete Fahrzeug erhielt den Namen »Universalschiff«, Fig. 4, Taf. Nr. 6. Das Schiff ist  $40 m$  lang,  $10 m$  breit und im hinteren Drittel mit einem Schacht versehen, über welchem ein Dreibein für den Fallmeißel aufgestellt ist, der jedoch hier mittels Universalwinde und Drahtseil-Flaschenzug gehoben wird. Der Meißel kann ausgehängt werden, um einen Greiferkorb

einzuhängen, der das Gestein heraufholt, welches der Meißel losgebrochen hat.

Längs des Backbords sind die Peilrahmen angebracht, die sich um eine horizontale Achse drehen und nach Bedarf so weit heruntergelassen werden können, bis wohin das Strom- oder Canalbett nach der Schiffsordnung felsenrein sein soll (s. Textfigur 16). Im übrigen ist das Schiff mit Dampfkessel, elektrischem Licht, Laviervorrichtung und den sonstigen Ein-

Figur 13.



EIMER-BAGGER »VASKAPU«.

Figur 14.



AMERIKANISCHER LÖFFEL-BAGGER.

richtungen, wie alle anderen Arbeitsschiffe ausgerüstet. Das Universalschiff wird wie die anderen Schiffe verankert, so dass es quer über die ganze Fahrstraße lavieren kann. Nachdem die Peilrahmen auf die Normaltiefe der Fahrstraße eingestellt sind, wird diese durchfahren; stoßen die Peilrahmen mit ihrer Schwelle an ein Hindernis, so drehen sie sich und zeigen damit den Fehler an, der sofort mit Fallmeißel und Greifbagger beseitigt wird. Der Peilrahmen ist zuerst bei der Rheinstromregulierung angewendet worden, er war dort aus 25 mm Gasröhren hergestellt und wurde mit der Hand bewegt. Für die Donauverhältnisse musste das Gasrohr durch 20/20 cm Balken und die Handhabung durch maschinellen Betrieb ersetzt werden. Wie alle anderen Arbeitsschiffe der Unternehmung, so ist auch das Universalschiff in den Werkstätten der Firma G. Luther in Braunschweig unter Benützung und weiterer Entwicklung und Anpassung an die Verhältnisse der Donau hier und dort aufgegriffener Ideen entstanden.

Zum Zwecke des Remorquiers der Bohrer-, Felsenbrecher- und Bagger-schiffe auf Strecken mit größerer Geschwindigkeit, insbesondere aber eines rascheren Transportes der mit dem ausgebagerten Gestein gefüllten Platten an den Entleerungsort ließ die Unternehmung beiläufig dem oben beschriebenen System Lombard-Gérin entsprechend, ein provisorisches Seilschiff mit Benützung zweier auf ein Holzschiff montierter Locomobile von je 19 PS. anfertigen.

Die Construction dieses Seilschiffes besteht der Hauptsache nach darin, dass die durch die beiden Locomobile betriebenen Maschinen das auf dem Ufer oder an einem entsprechenden Platze im Strome befestigte Drahtseil von 10 km Länge auf eine große Trommel von etwa 3 m Durchmesser gleichmäßig aufwickelt, wodurch das Schiff sammt dem ihm angehängten Schlepp vorwärts gezogen wird.

Wenn das Schiff zum befestigten Ende des Drahtseiles gelangt ist, gleitet es wieder längs des Stromes herab und, da

hierbei das Seil sich wieder von der Trommel abwickelt, kann das Seilschiff seine Function von neuem beginnen. Wird aber das Schiff an einem anderen Orte benöthigt, so wird, nachdem das Seil sich auf die Trommel aufgewickelt, auch das Ende desselben heraufgeholt, und nachdem es am geeigneten Platze wieder befestigt ist, kann die Thätigkeit wieder beginnen.

Dieses Seilschiff leistete gute Dienste und es kam vor, dass ein Bohrschiff, welches in reißendem Wasser von zwei starken Dampfmaschinen nicht heraufgeschleppt werden konnte, von diesem Seilschiffe von 38 PS. mit Leichtigkeit heraufgezogen wurde.

Bei Ausführung der Regulierungsarbeiten hatte die Unternehmung bis 1895 an Arbeitsschiffen und Beförderungsmitteln im Gebrauche:

- 1 Peilschiff,
- 7 Bohrschiffe  
(6 kleine und 1 großes),
- 3 Fallmeißelschiffe,
- 5 Eimerbagger  
(1 großer und 4 kleine),
- 3 Greiferbagger,
- 4 Universalschiffe,
- 5 Schleppdampfer,
- 92 Steinprähme,
- 2 Löffelbagger,
- 5 schwimmende  
Krahne,
- 9 Locomotiven,
- 44 km Eisenbahn-  
geleise,
- 1400 Eisenbahnwagen,
- 3 fahrbare Krahne.

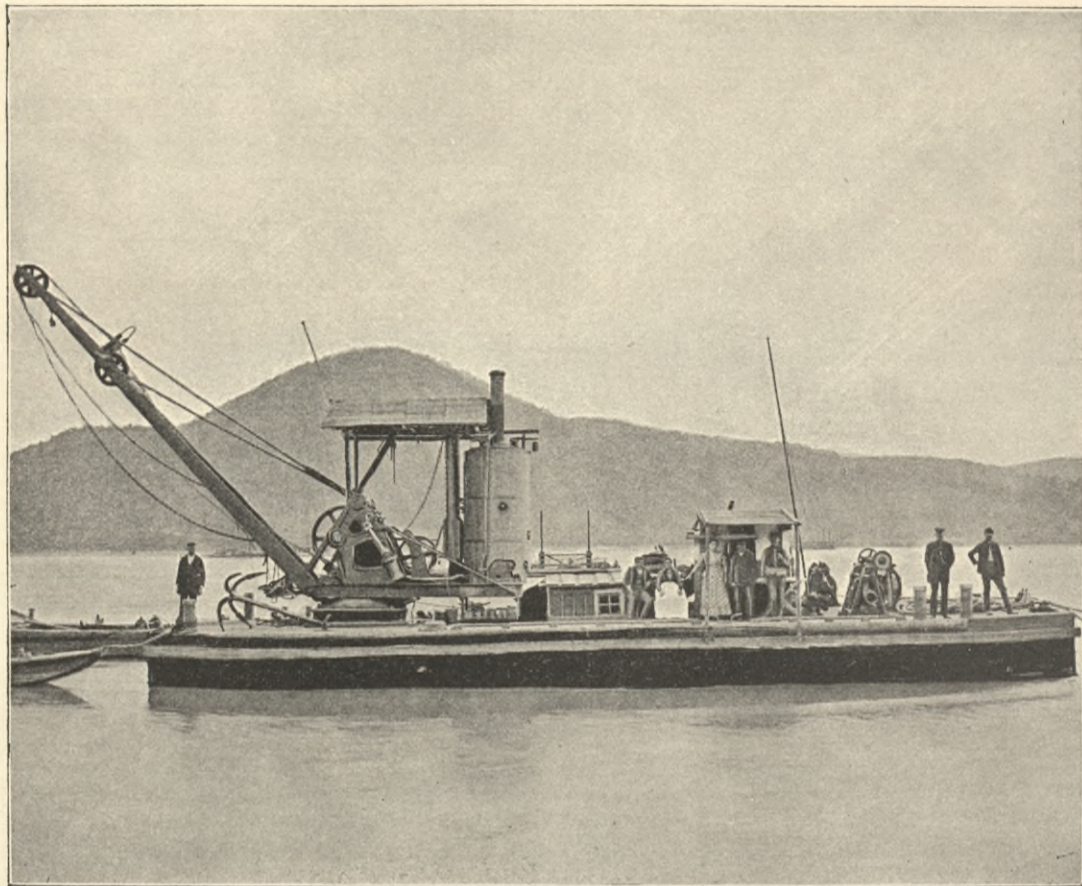
Leistungen der besprochenen Arbeitsschiffe:

a) Bohrschiffe.  
Das Bohrschiff Nr. 1 mit drei Bohrmaschinen hat im Jahre 1893 in 231 Arbeitstagen 10.312 m<sup>3</sup> Felsen gesprengt; es entfallen daher durchschnittlich auf einen Arbeitstag zu 20 Stunden 44·6 m<sup>3</sup> auf eine Arbeitsstunde 2·23 m<sup>3</sup> auf eine Bohrmaschine in einer Stunde 0·74 m<sup>3</sup>.

Das Bohrschiff Nr. 2 mit vier Bohrmaschinen hat im Jahre 1893 in 188 Arbeitstagen 12.172 m<sup>3</sup> Felsen gesprengt, es kommen somit durchschnittlich

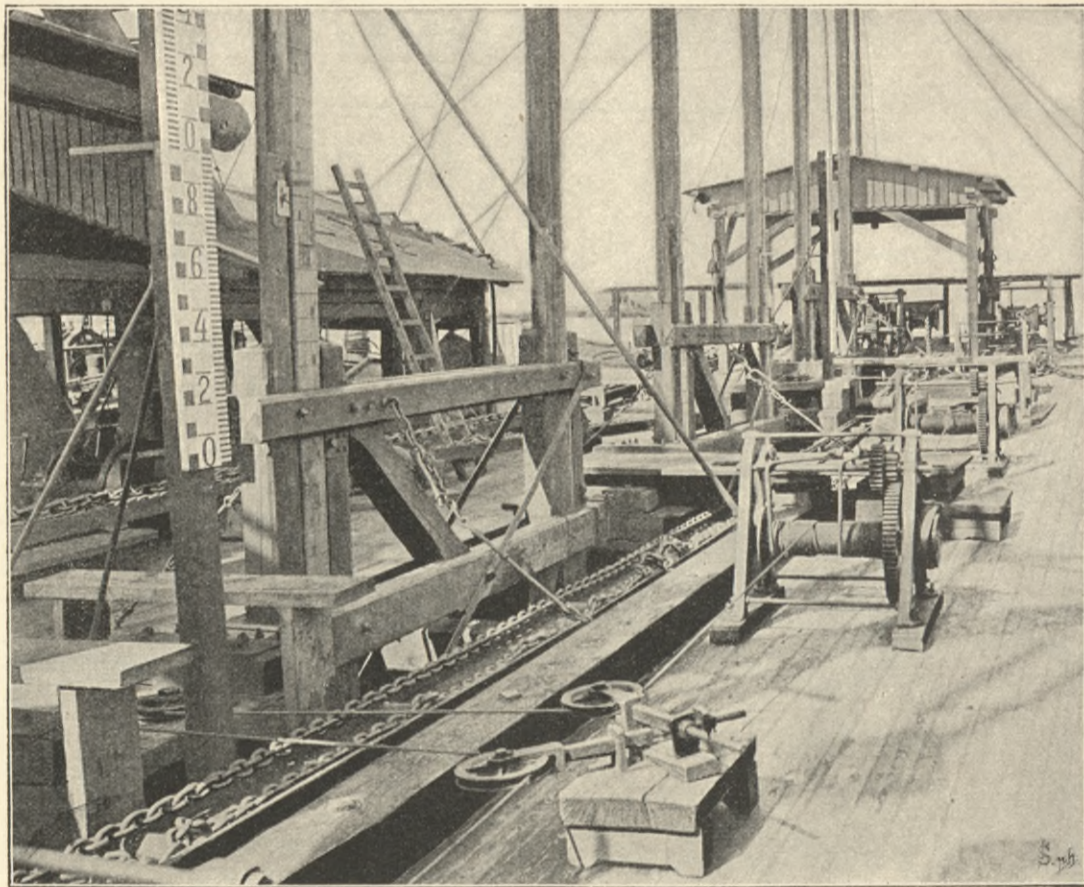
auf einen Arbeitstag zu 20 Stunden . . . . . 64·8 m<sup>3</sup>  
 „ eine Arbeitsstunde . . . . . 3·24 m<sup>3</sup>  
 „ eine Bohrmaschine in einer Stunde . . . . . 0·81 m<sup>3</sup>;  
 letztere Mehrleistung (von 10%) gegenüber einer Bohrmaschine auf Bohrschiff Nr. 1 ist namentlich dem geringeren Zeitverluste

Figur 15.



PRIESTMANN'SCHER GREIF-BAGGER.

Figur 16.



DETAIL VOM UNIVERSALSCHIFF (PEILRAHMEN).

durch den verminderten Stellungswechsel infolge der größeren Anzahl Bohrmaschinen zuzuschreiben.

Die fünf kleinen Bohrschiffe haben im Jahre 1893 in zusammen 968 Arbeitstagen  $51.904 m^3$  Felsen gesprengt; es stellt sich danach die Durchschnittsleistung

für ein Schiff in einem Arbeitstage auf . . .  $53.6 m^3$   
 „ „ „ „ einer Arbeitsstunde „ . . .  $2.68 m^3$ .

Dieselben Bohrschiffe haben hierbei zusammen 13.769 Bohrlöcher gebohrt, geladen und abgefeuert; es entfallen daher durchschnittlich

auf ein Schiff in einem Arbeitstage . 14.22 Bohrschüsse,  
 wobei  
 ein Bohrschuss in 1 Stunde 24 Min. . .  $3.77 m^3$  Felsen sprengte.

b) Fallmeißelschiffe. Das Schiff Nr. 1 hat im Jahre 1893 in 104 Arbeitstagen  $6618 m^3$  Felsen zertrümmert; es kommen somit durchschnittlich

auf einen Arbeitstag zu 20 Stunden . . .  $63.6 m^3$   
 „ eine Stunde . . .  $3.18 m^3$ .

Die drei Fallmeißelschiffe haben im Jahre 1893 in zusammen 510 Arbeitstagen  $31.634 m^3$  Felsen zertrümmert; es stellt sich daher die Durchschnittsleistung

für ein Schiff in einem Arbeitstage auf . . .  $62.00 m^3$   
 „ „ „ „ einer Arbeitsstunde „ . . .  $3.10 m^3$ .

Dieselben Fallmeißelschiffe haben zusammen 793.121 Meißelstöße geleistet; es entfallen daher durchschnittlich

auf einen Meißel in einem Arbeitstage . 1555.14 Stöße  
 „ „ „ „ einer Arbeitsstunde . 77.75 „  
 wobei ein Meißelstoß in 46 Secunden .  $0.04 m^3$

Felsen zertrümmerte.

c) Eimerbagger. Der große Eimerbagger »Vaskapu« hat im Jahre 1893 in 215 Arbeitstagen  $36.880 m^3$  Felsen gebaggert, also durchschnittlich

in einem Arbeitstage . . .  $171.50 m^3$   
 „ einer Arbeitsstunde . . .  $8.58 m^3$ .

Der kleine Eimerbagger »Haladás« hat im Jahre 1894 in 92 Arbeitstagen  $11.613 m^3$  Felsen gebaggert, also durchschnittlich

in einem Arbeitstage . . .  $126.20 m^3$   
 „ einer Arbeitsstunde . . .  $6.21 m^3$ .

d) Löffelbagger. Der Löffelbagger Nr. 1 hat im Jahre 1893 in 64 Arbeitstagen  $4064 m^3$  Felsen gefördert, daher durchschnittlich

in einem Arbeitstage . . .  $63.50 m^3$   
 „ einer Arbeitsstunde . . .  $3.18 m^3$ .

Der Löffelbagger Nr. 2 hat im Jahre 1893 in 192 Arbeitstagen  $16.675 m^3$  Felsen gefördert, daher durchschnittlich

in einem Arbeitstage . . .  $86.60 m^3$   
 „ einer Arbeitsstunde . . .  $4.33 m^3$ .

e) Greifbagger. Ein solcher hat im Jahre 1893 in 124 Arbeitstagen  $800 m^3$  Steine gehoben, somit durchschnittlich in einem Arbeitstage  $6.5 m^3$ .

Um die wirklich geleistete Arbeit dieser verschiedenen Baumaschinen zu erhalten, müssen die vorstehenden Zahlen um etwa 23% vergrößert werden, weil die wirkliche Leistung größer war als diejenige, welche sich aus der Aufnahme der Arbeiten nach der herzustellenden Canaltiefe ergibt, wonach diese Arbeitsmengen berechnet sind.

#### 15. Besondere Schwierigkeiten beim Baue des Grebener Dammes und der Arbeitsvorgang am Eisernen Thor-Canale.

In der Strecke Greben-Milánovác sollte der Strom von seiner um mehr als einen rechten Winkel ablenkenden Richtung unterhalb der Felsenspitze Greben statt auf 2 km Breite, bei NW. nur auf eine Breite von etwa 400 m mittels eines Staudammes auf eine Länge von 5800 m eingeschränkt werden (Fig. 5, Taf. Nr. 1). Der Staudamm war ursprünglich bis Milánovác auf dem serbischen Ufer geplant, später wurde aber sein Ende schon oberhalb dieses Ortes bestimmt.

Zwischen dem Staudamme und dem serbischen Ufer wurden zwei Querdämme ausgeführt und dadurch sollte der abgesperrte Theil in drei Bassins und das Gesamtgefälle von 3.5 m in drei Theile getheilt werden.

Die durch den Damm bewirkte Anstauung beträgt bei NW. bei Szvinicza 0.3 m, erreicht zwischen Greben und Szvinicza 1.5 m, greift noch über den Grebener Wasserfall mit 0.8 m und läuft dann bis zur Tachtalia auf Null aus.

Bei höherem Wasser treten natürlich andere Anstauungen ein.

Die Krone des Staudammes und das zur Abtragung bestimmte Grebener Plateau waren ursprünglich auf 2 m über das gestaute Niederwasser geplant. Diese Höhe war aber für die Mittelwasserstände ungünstig und wurde abgeändert. Auch zeigte sich, dass die ursprüngliche Kronenbreite von 3 m und die Böschungen von 1:1½ den an diesen Damm und die Querdämme durch die Natur der Verhältnisse gestellten Anforderungen nicht entsprechend seien; denn dieselben mussten im oberen Theile als Absperrwerke den Übersturz und den Wasserdruck auszuhalten imstande sein.

Die Krone des Staudammes ist nun in einer solchen Höhe ausgeführt, dass beim Beginne des Dammes bloß sehr kleine Mittelwässer und die kleinen Wässer zusammengehalten werden, und zwar die Höhe derselben bei der Bergspitze 1.86 m über NW. und bleibt in dieser Höhe 600 m lang. Die Kronenbreite beträgt bei 120 m Länge 10 m, die Böschungen 1:3 und 1:1.75 bis 1:1.5; darauf ist in einer weiteren Länge von 300 m die Krone 7.5 m breit, ihre Böschungen 1:3 und 1:1.5; von hier aus nimmt die Breite der Krone ab und beträgt beim 600<sup>sten</sup> Meter 5.4 m, die Böschungen 1:1.5. Von hier abwärts ist der Damm durch die Überströmung nicht mehr so in Anspruch genommen, und seine Höhe beträgt 2.5 über NW. Von hier thalwärts bis zum ersten Querdamm ist die Krone 5 m breit und liegt 2.5 bis 2.8 m über NW.; dann verringert sich die Dammhöhe allmählich bis auf 1.5 m über NW. am Ende bei einer Dammkrone von 4.5 m Breite.

Die obere Traverse hat auf eine Länge von 700 m eine von 2.7 m auf 2.4 m über NW. wechselnde Höhe und eine Kronenbreite von 5 und 6.5 m. Die Böschungen sind mit 1:1.5 und 1:3 angelegt. Die untere Traverse hat im ersten, 800 m langen Theile eine von 4.2 bis 5.3 m wechselnde Kronenbreite und eine zwischen 1.9 m und 1.6 m wechselnde Höhe.

Die Abtragung der Greben-Spitze geschah auf 2.8 m über NW. und 2 m über dem gestauten NW. bei einer Breite von 150 m, so dass bei HW. noch 2000 m<sup>3</sup> per Secunde Abfluss finden.

Die Herstellung des Staudammes in seinem oberen Theile musste unter solchen Verhältnissen geschehen, wie sie wohl noch nie in einem Strome durchgeführt wurden.

In der abzubauenen Stromrinne kommen die bedeutenden Tiefen von 32 m bis 40 m vor, welche auf den laufenden Meter bis 1000 m<sup>3</sup> Steinwurf erforderten, im ganzen waren dort auf 500 laufende Meter 130.000 m<sup>3</sup> Material nöthig.

Bei den Querdämmen entstanden die Schwierigkeiten nicht der großen Massen selbst wegen, sondern wegen ihres Einbaues bei den dort aufgetretenen großen Geschwindigkeiten. Die Absperrung des oberen Querdammes, bei welcher sich eine Wasserspiegel-Differenz von 1.8 m ergab, war beim Schlusse nur mit 1 m<sup>3</sup> großen, mittels Dampfkrahnen versetzten Blöcken möglich, und selbst solche wurden noch auf 50 m getragen.

Der Dammschluss am oberen Ende des Staudammes konnte nur bei kleinen Wasserständen geschehen, welche nur kurze Zeit dauerten. Nach großer Anstrengung bei Tag und Nacht gelang es nach vier Monaten, bis Ende September 1891, das tiefe Bett auf 100 m Länge provisorisch zu verbauen.

Sofort nach diesem Fortschritte im ersten Theile des Dammes zeigte sich auch die Stauung des Wassers von 1 m an der Greben-Spitze, so dass der Vrány-Felsen daselbst bei kleinem Wasser unter Wasser verblieb.

Mit der Vermehrung dieses Stauens steigerten sich aber auch die größeren Schwierigkeiten beim ersten, 180 m in der Basis messenden Damtheile.

Am 2. December 1891 erfolgte nach rasch eingetretener Erhöhung der Wasserstände eine Rutschung in diesem Damme auf 150 m Länge und es ergoss sich das Wasser, Krone und Böschung mit sich reißend, bei einem Falle von 1 m bis 2 m mit mächtigem Rauschen in großen Wellen in den abgeschlossenen Stromtheil (s. Textfigur 17).

In dem darauf folgenden Winter konnte diese Abrutschung nicht mehr vollständig ergänzt werden.

Die Abtragung des Grebener Berges (s. Textfigur 18), bildete auch eine der hervorragendsten Leistungen bei den Regulierungsbauten.

Wie schon erwähnt, bot diese Arbeit die Gelegenheit zum feierlichen Beginn der Regulierungsbauten am 15. September 1890 durch elektrische Entzündung der ersten Riesenmine. Textfigur 19 zeigt in Grundriss, Ansicht und Querschnitten die Anlage und Wirkung dieser Mine, welche aus 4000 kg Carboazotinpulver bestand, von der Zusammensetzung 0,74 Kalisalpeter, 0,12 Schwefel, 0,08 Kohle und 0,06 Holzmehl.

Der 1 m breite und 1,6 m hohe Stollen war zunächst 18 m tief und dann 3 m seitlich in das Gebirge vorgefahren und daselbst zur Minenkammer von  $2,2 \cdot 2,5 = 10 m^3$  Inhalt ausgeweitet. Nach Einbau der Ladung, der Zündherde und Kabelleitungen wurde die Verdämmung auf 4 m Länge in Cementmauerwerk und auf 8 m Länge in Trockenmauerwerk ausgeführt, während die vorderen 8 m des Stollens frei blieben.

Die Vorgabe (Widerstandslinie) betrug  $w = 18 m$  und die Überdachungshöhe des Minenherdes  $h = 30 m = 1,66 w$ .

Die Sprengwirkung ist bei geneigter Gebirgswand als halber elliptischer Wurftrichter vorausgesetzt, dessen senkrechte Bruchgrenze  $= 2w$  über dem Minenherd angenommen erscheint; die danach ermittelte voraussichtliche Absprengungsgrenze stimmt »in diesem Falle« mit dem Ergebnisse der Sprengung ziemlich gut überein.

Dieses Verfahren stützt sich aber ebensowenig auf eine wissenschaftliche Grundlage wie die angewendete Ladungsformel

$L = K (w^3 + 5 \cdot h)$ , in der die Ladung  $L$  in kg,  $w$  und  $h$  in m einzusetzen sind und der Coefficient  $K$  von der Beschaffenheit des Sprengmittels und des Gebirges abhängt; in diesem Falle betrug  $K = 0,66$ .

Zur Klärung der verworrenen Ansichten über die Anlegung der Riesenminen hat man alle bekannten Veröffentlichungen und auch Sprengtechniker zu Rathe gezogen, ferner die verschiedenen beigebrachten Formeln mit den Sprengergebnissen verglichen und ist schließlich bei der genannten Formel, welche die »beste Übereinstimmung zeigte«, stehen geblieben.

Nach 24 Sprengungen schwankte die jeweilige Vorgabe zwischen  $w = 15 m$  und  $w = 30 m$  und die Überdachungshöhe zwischen  $h = 1,5 w$  und  $h = 3 w$ . Arnold\*) berechnete hierfür den Einfluss des Formelgliedes  $5 \cdot h$  auf die Ladungsgröße  $L$  und fand, dass er 1% bis höchstens 5% beträgt, also praktisch belanglos bleibt, in Berücksichtigung der herrschenden Ungenauigkeit bei Schätzung des Coefficienten  $K$  und der schließlichen Abrundung der Ladungsgröße selbst. Damit schrumpfte »diese beste Ladungsformel« auf

$$L = K \cdot w^3,$$

also auf die älteste und einfachste Sprengformel zusammen, wonach sich die Ladungen wie die Inhalte der Wurftrichter verhalten sollen; es komme nur darauf an, dass der Coefficient  $K$  für die vorhandenen Gebirgsarten vorher durch kleinere Minen möglichst zutreffend ermittelt wird.

Das Carboazotin- und auch das Haloxylinpulver versuchte man nur bei den ersten Minen, da man alsbald erkannte, dass in dem geschichteten

Kalksteingebirge das brisantere Dynamit wirkungsvoller ist.

Gewöhnlich wurde Gelatine- (oder Neu-) Dynamit Nr. 2 gebraucht, wobei man auf je 1000 kg »als Zündherd« 1 kg Kieselguhr-Dynamit einbaute. Für diese Dynamitgattung ergab sich  $K = 0,4$ ; es musste aber für zerklüftetes Gestein bis auf  $K = 0,6$  gesteigert werden.

\*) Siehe »Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereines« zu Hannover 1895.

Figur 17.



RISS DES DAMMES BEI GREBEN.

Figur 18.



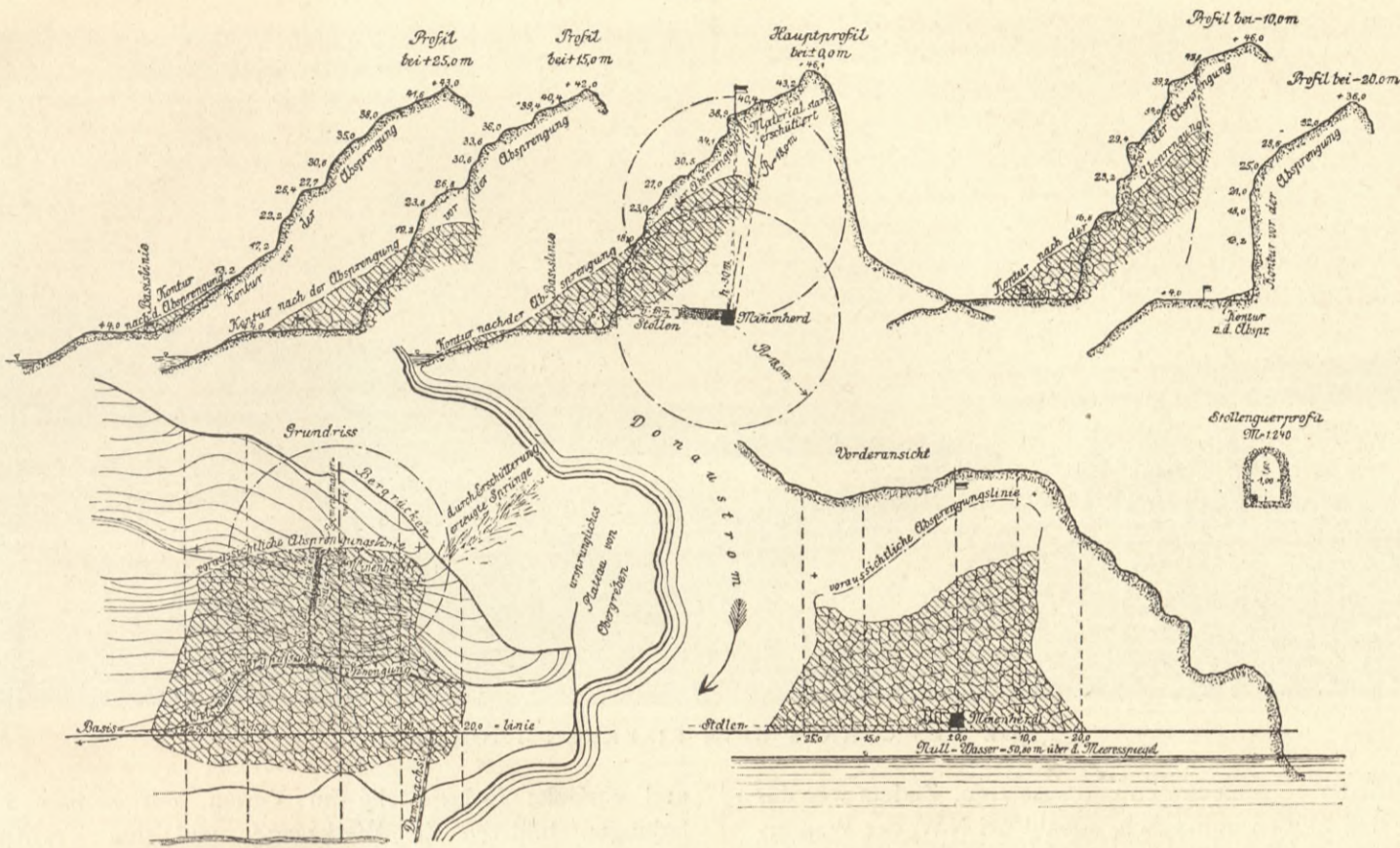
DIE GESPRENGETE GREBEN-SPITZE.



Die Dynamitladungen schwankten zwischen  $L = 3000\text{ kg}$  und  $L = 8000\text{ kg}$ , in einem besonderen Falle betrug die Minenladung sogar  $L = 11.800\text{ kg}$ , welche eine  $65\text{ m}$  hohe Felspartie bis zu einer Tiefe von  $35\text{ m}$  in einer Länge von etwa  $70\text{ m}$  absprengte. Der enge Raum auf der Felsenspitze und die kurze

eingetretene Stauhöhe war jedoch nicht geeignet, die Überflutung der bei Svinicza bestehenden Felsbank in der geplanten Weise zu sichern, es musste vielmehr auch durch diese Felsbank der früher erwähnte Canal von  $60\text{ m}$  Breite und  $2\text{ m}$  unter dem niedrigsten Stauwasser ausgesprengt werden.

Figur 19.



RIESENMINNE AM GREBEN.

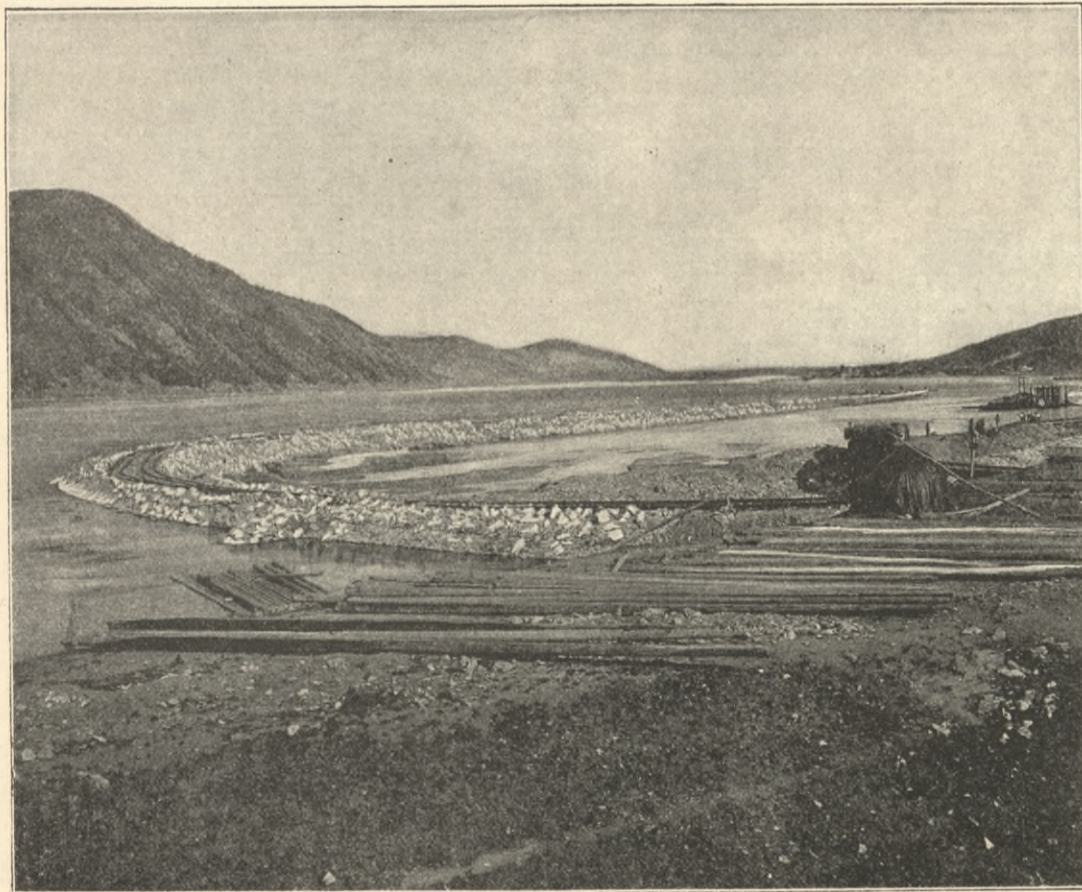
Bauzeit dürfte zu dergleichen Riesenminen Veranlassung gegeben haben, welche sonst für Steinbrucharbeiten nicht gerechtfertigt wären.

Obwohl die Felsenspitzenabsprengung bei Greben etwa  $500.000\text{ m}^3$  Steinmaterial ergab, musste doch noch für die Herstellung der großen Steindämme ein zweiter Steinbruch bei Ribnicza oberhalb Milánovác eröffnet werden.

Nach Fertigstellung des Dammsystemes kam die volle Wirkung derselben zur Geltung. Die Anstauung an der Greben-Spitze zeigte bei kleinem Wasser keine größere Abweichung als  $0,1$  bis  $0,2\text{ m}$  über der geplanten Anstauung. Diese wächst aber mit dem Hochwasser und erreicht den größten Wert bei  $+4\text{ m}$  Wasserstand, wo sie dann  $1,8$  bis  $1,9\text{ m}$  beträgt. Dadurch steigerte sich auch das Gefälle, doch wurde dies nach Abtragung des Plateaus an der Greben-Spitze und nach Erniedrigung der Dammkronen abgeschwächt. Unterhalb der Greben-Spitze stimmt das Maß der Anstauung bei NW. mit dem berechneten überein, bei höherem Wasser ist die Anstauung eine geringere. Die nach der Niederhaltung der Staudammkrone in der Nähe von Greben

Die Ausführung des Eisernen Thor-Canals. Schon bei der Ausschreibung der Arbeiten war es vorgesehen, diese Baustelle nicht nur durch die beiderseitigen HW. freien Seitendämme, sondern auch durch vorläufige Querdämme gegen die starke Strömung und die wechselnden Wasserstände der Donau möglichst abzuschließen, um den Felsaushub unter ruhigem und seichem Wasser leichter bewerkstelligen zu können. In diesem Sinne wurde die Dammschüttung, wie Textfigur 20 zeigt, am oberen Canalende begonnen und vom serbischen Ufer aus zuerst quer über die ganze Canalbreite vortrieben, dann in die Richtung des äußeren Donaudammes abgebogen und diese selbst allmählich stromabwärts fortgesetzt, wodurch die Baustelle gleich anfänglich geschützt, und alsbald das Auspeilen der Querprofile der Felssohle und das Zim-

Figur 20.



DAMMBAU BEIM EISERNEN THOR.

mern der Bohrflöße in Angriff genommen werden konnte. Man hatte nämlich die Absicht, den Felsgrund von Flößen aus mittels Stoßbohrmaschinen anzubohren und mit Dynamit auszusprengen, hatte auch zu diesem Zwecke eine Anzahl Flöße mit je vier Bohrmaschinen ausgerüstet und

mit den Bohrversuchen begonnen; allein es stellten sich der Herstellung der Bohrlöcher sofort die größten Schwierigkeiten entgegen. Diese wurden durch die zwischen den welligen Kalkschichten eingelagerten faulen Schiefer hervorgerufen, welche das Bohren erschwerten und das fertige Bohr-

Damit war die sonst so sehr gefürchtete Macht des Eisernen Thors theilweise gebändigt und die anscheinend schwierigste Arbeit in eine gewöhnliche Steinbrucharbeit verwandelt.

Dieser Erfolg wurde bestens ausgenützt. Spitzhacke, Keil

Figur 21.



ENDE DES CANALS BEIM EISERNEN THOR (1894).

loch immer wieder verschlammten und zusetzten. Zudem war das Arbeiten mit den Flößen unmöglich, sobald bei NW. der Wasserspiegel derart sank, dass auch der geringe Tiefgang der Flöße versagte und die Felsenspitzen aufzutauchen begannen.

Auf diesem Wege war also der erhoffte Arbeitsfortschritt nicht zu erreichen, weshalb man den Gedanken der Trockenlegung der Baustelle ernstlich verfolgte und zunächst die beiden Seitendämme auch an ihren bis auf halbe Canallänge vorgetriebenen unteren Enden durch einen Querdamm verband.

Zugleich wurde hinter dem Uferdamm ein Canal zur Ausnützung des Kataraktengefälles durch Turbinen angelegt, dann diese selbst mit zusammen 400 PS. und dazu noch acht Locomobilen mit zusammen 300 PS., sowie zwölf

Centrifugalpumpen von 300mm und 600mm Rohrdurchmesser aufgestellt. Mit dieser reichlichen Maschinenentfaltung gieng man an den Versuch der Trockenlegung, der auch thatsächlich glückte, wie die Textfiguren 21 bis 24 zeigen.

Da die frisch geschütteten Dämme gegen den Wasserdruck von außen nicht genügend gedichtet waren, wurde längs des inneren Dammfußes ein Längsschlitz ausgehoben und kleine Schutzdämme aus lehmigen Schutt hergestellt, die das Sickerwasser von der Baugrube abhielten und stromabwärts zu den Pumpen leiteten.

und einfache Bohrgestelle im Verein mit kleinen Dynamitladungen bildeten die Werkzeuge, und den Transport der Materialien auf die Dämme besorgte die Locomotive.

Nachdem die Hauptdämme bis unterhalb der Plocsia-Felsbank vorgetrieben waren, wurde am unteren Ende des Canals ein zweiter Querdamm geschüttet, die untere Hälfte der Baustelle

trocken gepumpt, der mittlere Querdamm entfernt und so die ganze Canallänge von 2000 m für den Arbeitsbetrieb freigelegt.

Dadurch ist der Canalaushub selbstverständlich sehr gefördert und verbilligt worden, was abgesehen von anderen gewichtigen Gründen — die ungarische Regierung veranlasste, die Canalsole auf 3 m unter NW. zu vertiefen.

Infolge der Trockenlegung konnten die Canalsole und die 1.5-fachen Canalböschungen profilmäßig glatt abgearbeitet werden; da aber das Gestein streifenweise sehr faul war und wenig Widerstand gegen den starken Stromangriff versprach, so wurden die Canalböschungen nach

Querprofil ZZ Fig. 10, Taf. Nr. 1, von der Sole auf mit einem Pflaster belegt, um etwaige Unterwaschungen der beiderseitigen Dammfüße zu verhindern.

Die Unternehmung hat diesem Theile der Kataraktregulierung, der als der schwierigste Theil galt, die größte Aufmerksamkeit gewidmet und durch Tag- und Nacharbeit die günstigen Bauverhältnisse derart ausgenützt, dass der Eiserne Thor-Canal

Figur 22.



SPRENGARBEITEN BEIM EISERNEN THOR.

— bis auf die erst nach Entfernung der Querdämme unter Wasser auszuführenden Canalenden — im März 1894, sonach in  $3\frac{1}{2}$  jähriger Bauzeit und  $1\frac{3}{4}$  Jahre vor Ablauf des Vertrages fertiggestellt wurde.

#### 16. Die Gefällsverhältnisse der in den Katarakten ausgesprengten Canalsohlen.

#### Zusammenstellung der Gefällsverhältnisse der in den Katarakten ausgesprengten Canalsohlen.

| Profil   | Entfernung<br>einzel<br>m | Cote der<br>Sohle über<br>dem Meere<br>m | Gefälle<br>m | Relatives<br>Gefälle in m<br>per km | Bemer-<br>kung   |  |
|--|---------------------------|--|--------------|-------------------------------------|--|--|
| I. Sztenka-Canal, lang 1900 m, breit 60 m, Tiefe 2 m unter NW.<br>(Taf. Nr. 1, Fig. 3.)            |                           |  |              |                                     |  |  |
| — 690  | —                         | 57·309                                   | —            | —                                   | Die kräftigeren Zahlen zeigen die Längen und Größen der Sturzgefälle |  |
| + 100  | 790                       | 57·089                                   | 0·220        | 0·280                               |  |  |
| + 1500   | 1400                      | 56·746                                   | 0·343        | 0·245                               |  |  |
| + 2300   | 800                       | 56·662                                   | 0·084        | 0·105                               |  |  |
| II. Kozla-Dojke-Canal, lang 3500 m, breit 60 m, Tiefe 2 m unter NW.<br>(Taf. Nr. 1, Fig. 4.)       |                           |  |              |                                     |  |  |
| — 1500   | —                         | 55·500                                   | —            | —                                   | Die kräftigeren Zahlen zeigen die Längen und Größen der Sturzgefälle |  |
| 0  | 1500                      | 55·120                                   | 0·380        | 0·253                               |  |  |
| + 400  | 400                       | 55·045                                   | 0·075        | 0·188                               |  |  |
| + 930  | 530                       | 54·406                                   | 0·639        | 0·206                               |  |  |
| + 1200   | <b>270</b>                | 53·839                                   | 0·567        | <b>2·100</b>                        |  |  |
| + 1550   | 350                       | 53·600                                   | 0·239        | 0·683                               |  |  |
| + 2800   | 1250                      | 52·600                                   | 1·000        | 0·800                               |  |  |
| III. Izlas-Tachtalia-Canal, lang 4000 m, breit 60 m, Tiefe 2 m unter NW.<br>(Taf. Nr. 1, Fig. 5.)  |                           |  |              |                                     |  |  |
| — 165  | —                         | 51·950                                   | —            | —                                   | Die kräftigeren Zahlen zeigen die Längen und Größen der Sturzgefälle |  |
| + 1300   | 1465                      | 50·930                                   | 1·020        | 0·696                               |  |  |
| + 1500   | <b>200</b>                | 50·300                                   | 0·630        | <b>3·150</b>                        |  |  |
| + 2000   | 500                       | 49·770                                   | 0·530        | 1·060                               |  |  |
| + 4100   | 2100                      | 49·580                                   | 0·190        | 0·090                               |  |  |
| IV. Jucz-Canal, lang 1340 m, breit 60 m, Tiefe 2 m unter NW.<br>(Taf. Nr. 1, Fig. 6.)              |                           |  |              |                                     |  |  |
| — 410  | —                         | 45·511                                   | —            | —                                   | Die kräftigeren Zahlen zeigen die Längen und Größen der Sturzgefälle |  |
| — 186  | 224                       | 45·493                                   | 0·018        | 0·080                               |  |  |
| — 84   | 102                       | 45·476                                   | 0·017        | 0·167                               |  |  |
| 0  | 84                        | 45·429                                   | 0·047        | 0·559                               |  |  |
| + 361  | 361                       | 45·419                                   | 0·010        | 0·028                               |  |  |
| + 500  | 139                       | 45·310                                   | 0·109        | 0·784                               |  |  |
| + 700  | <b>200</b>                | 44·960                                   | 0·350        | <b>1·750</b>                        |  |  |
| + 900  | 200                       | 44·839                                   | 0·121        | 0·605                               |  |  |
| + 1080   | 180                       | 44·665                                   | 0·174        | 0·967                               |  |  |
| V. Eiserne Thor-Canal, lang 2200 m, Sohle breit 73 m, Tiefe 3 m unter NW.<br>(Taf. Nr. 1, Fig. 7.) |                           |  |              |                                     |  |  |
| — 461·5  | —                         | 37·970                                   | —            | —                                   |  | Die kräftigeren Zahlen zeigen die Längen und Größen der Sturzgefälle |
| — 436·0  | 25·5                      | 37·917                                   | 0·053        | 2·010                               |  |  |
| — 204·5  | 231·5                     | 37·447                                   | 0·470        | 0·203                               |  |  |
| — 80·0   | 124·5                     | 37·197                                   | 0·250        | 0·498                               |  |  |
| + 50·0   | 130·0                     | 36·983                                   | 0·214        | 0·608                               |  |  |
| + 1738·0   | <b>1688·0</b>             | 32·770                                   | 4·213        | <b>2·496</b>                        |  |  |
| + 1827·0   | <b>89·0</b>               | 32·547                                   | 0·223        | <b>2·517</b>                        |  |  |
| + 2200·0   | 373·0                     | 32·467                                   | 0·080        | 0·214                               |  |  |

Daraus ist zu entnehmen, dass die Sohle der oberen Katarakte wohl bedeutendere Gefälle bis zu  $3·15 m$  per Kilom. aufweist, diese kommen aber nur auf kurze Distanzen vor, und werden auch nur bei sehr kleinem Wasserstande und selbst dann weniger fühlbar werden, weil in den Canälen nur ein kleiner Theil des Stromes fließt, und dieser Theil umso kleiner wird, je höher der Wasserstand ist.

Solche kurze Sturzgefälle sind auf der Donau nichts ungewöhnliches und bieten für die Bergfahrt bei Anwendung langer Schleppeile keine großen Schwierigkeiten. Für das Wasserspiegelgefälle bei verschiedenen Wasserständen sind noch keine Erhebungen zugänglich.

Ganz anders stellt sich dies in dem durch Dämme eingeschlossenen Eisernen Thor-Canal, wo die Gesamtlänge des starken Sohlengefälles von rund  $2·5 m$  per Kilom. oder  $1:400$   $1777 m$  beträgt. Die daraus entstandenen Strömungs- und Wasserstandsverhältnisse werden im folgenden Abschnitte näher behandelt werden.

#### 17. Vorbereitungen für die Eröffnung der Großschiffahrt im Eisernen Thor-Canale.

Schon nach der früher erwähnten Sprengung des oberen Fangdammes am Eisernen Thor-Canal am 29. Februar 1896, womit der Wasserdurchfluss freigegeben wurde, zeigten sich beim Canaleinlauf Unregelmäßigkeiten in der Wasserbewegung, was übrigens bei der damals noch nicht ausgesprengten Sohle daselbst gar nicht zu verwundern war.

Aus der oberhalb des Einlaufes am rechten Ufer gelegenen Salaria-Bucht, Fig. 4, Taf. Nr. 7, traten auch starke Querströmungen auf, welche den Stromstrich gegen den Kopf des donauseitigen, linken Canaldammes drängten, von wo er sich wieder durch das obere Canaldrittel nach rechts wendete, dann wieder ans linke Canalufer überschlug und sich erst im unteren Canaldrittel regelmäßig gestaltete. Das durch die Einbauten der beiden Dämme im Strombett hervorgerufene Stauwasser, welches theils in das Bett des Hauptstromes, theils in den Canal abfließt, ist auch die Ursache der widrigen Strömungsrichtung und theilweise der dadurch hervorgerufenen stärkeren Oberflächengefälle.

Die Ergebnisse der früher erwähnten Probefahrten, welche die Erste k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in der Zeit vom 16. bis 20. März 1896 durchführen ließ, sind von C. V. Suppan in Heft XXV der Schriften des deutsch-österreich. Verbandes für Binnenschiffahrt aufgenommen und entnehmen wir denselben die mit dem Dampfer »Thommen«, welcher zuerst allein, dann mit leerem Schlepp, dann mit dem Schlepp 166 mit  $264 t$  Belastung innerhalb  $66' 35''$  am 18. März bei einem Wasserstande von  $+ 3·64 m$  Orsovaer Pegel den Eisernen Thor-Canal zu Berg passierte, folgende Daten:

#### a) Bergfahrten.

| Gemessene<br>Canallänge<br>m | Dampfer „Thommen“ mit Triplex-Maschine |  |   |
|------------------------------|--|--|---|
|                              | 45% Einlass<br>ohne Anhang             | 40% Einlass<br>mit<br>leerem Schlepp 159 | 50% Einlass mit be-<br>ladenem Schlepp 166,<br>Ladung 264 t Kohle<br>u. 15·25 dm Tiefgang |
|                              | 1                                      | 2  | 3   |
| Fahrzeit in Secunden         |  |  |   |
| 1700 bis 1600                | 45                                     | 60                                       | 60  |
| 1600 „ 1500                  | 40                                     | 50                                       | 50  |
| 1500 „ 1400                  | 40                                     | 45                                       | 60  |
| 1400 „ 1300                  | 45                                     | 50                                       | 60  |
| 1300 „ 1200                  | 50                                     | 55                                       | 50  |
| 1200 „ 1100                  | 50                                     | 65                                       | 70  |
| 1100 „ 1000                  | 50                                     | 75                                       | 70  |
| 1000 „ 900                   | 55                                     | 80                                       | 90  |
|                              | 375<br>= 6' 15"                        | 480<br>8' 00"                            | 510<br>8' 30"   |
| 900 bis 800                  | 70                                     | 90                                       | 120   |
| 800 „ 700                    | 80                                     | 125                                      | 180   |
| 700 „ 600                    | 85                                     | 155                                      | 210   |
| 600 „ 500                    | 85                                     | 180                                      | 390   |
|                              | 320<br>= 5' 20"                        | 550<br>9' 10"                            | 900<br>15' 00"  |
| 500 bis 400                  | 110                                    | 205                                      | 480   |
| 400 „ 300                    | 133                                    | 325                                      | 540 (55% Einlass)   |
| 300 „ 200                    | 155                                    | 380                                      | 475 (60%)   |
| 200 „ 100                    | 165                                    | 380 (50%)                                | 500   |
| 100 „ 0                      | 225                                    | 455 (55%)                                | 590 (65-70%)  |
|                              | 788<br>= 13' 8"                        | 1745<br>29' 5"                           | 2585<br>43' 5"  |
| Zusammen . .                 | 24' 43"                                | 46' 15"                                  | 66' 35"   |

#### Anmerkung.

Bei allen drei Reisen beinahe Windstille, Wasserstand am 18. März Orsova  $3·64 m$  ( $+ 3 cm$ ), Turn-Severin  $4·45 m$  ( $+ 6 cm$ ),  $\frac{1}{2}$  Kohle an Bord.

Dampfdruck immer  $12 kg$ , Vacuum 64 bis 65 cm, Rotationen immer 43 bis 45 per Minute.

In jeder Reise wurden Diagramme abgenommen, und zwar mit leerem Schiff im freien Strome unterhalb und neben der Canaleinfahrt 2 Diagramme, 45% Einlass.

a) H. 243'79 } 689 i. PS.,  
M. 236'71 } 45 Rotationen;  
N. 208'75 }

b) Fahrt 1 ohne Schlepp,  
H. 234'37 } 665 i. PS.,  
M. 224'47 } 45 Rotationen.  
N. 206'49 }

#### Im Eisernen Thor-Canale.

a) Fahrt 1 ohne Schlepp (45% Einlass), Ausfahrt zwischen 100 und 0:

H. 241'473 } 683 i. PS.  
M. 222'850 } 44 Rotationen.  
N. 218'438 }

Einfahrt zwischen 1400 bis 1300:

H. 253'067 } 719 i. PS.,  
M. 235'204 } 43'5 bis 44 Rot.;  
N. 231'037 }

b) Fahrt 2 mit leerem Schlepp 159 Einfahrt 1300 bis 1200 (45% Einlass):

H. 234'436 } 661 i. PS.,  
M. 215'849 } 43 bis 43'5 Rot.  
N. 210'747 }

Ausfahrt zwischen 200 bis 100 (50% Einlass):

H. 268'04 } 751 i. PS.,  
M. 253'42 } 43 bis 43'5 Rot.  
N. 229'25 }

Ausfahrt zwischen 100 bis 0 (55% Einlass):

H. 297'60 } 793 i. PS.,  
M. 248'53 } 43'5 Rotationen;  
N. 246'70 }

c) Fahrt 3 mit beladenem Schlepp 166, Tiefgang 15'25 dm, Einfahrt 1600 bis 1500 (50% Einlass):

H. 251'23 } 712 i. PS.,  
M. 238'48 } 41'6 Rotationen;  
N. 222'18 }

ab Meter 300 (60% Einlass):

H. 305'23 } 828 i. PS.,  
M. 271'20 } 44 Rotationen;  
N. 251'22 }

ab Meter 100 (65% Einlass):

H. 319'31 } 895 i. PS.,  
M. 300'66 } 45 Rotationen;  
N. 275'41 }

ab Meter 0, die letzten 25 m Ausfahrt (70% Einlass):

H. 356'47 } 994 i. PS.,  
M. 326'78 } 45 Rotationen.  
N. 310'55 }

Aus den Fahrzeiten bei der Fahrt 3 ergibt sich, dass in der untersten, 800 m langen Strecke eine Geschwindigkeit gegen Land von 1'57 m, in der mittleren, 400 m langen Strecke eine solche von 0'44 m, in der obersten, 500 m langen Strecke aber nur eine solche von 0'19 m im Durchschnitt erzielt wurde.

Die mittlere Geschwindigkeit in der ganzen Canallänge betrug gegen Land 0'425 m per Secunde.

Die Tiefe des Oberwassers betrug bei jenem Wasserstande von + 3'65 m 6 m, die kleinste Tiefe im Canal 4'5 m und die Tiefe des Unterwassers 6'5 m.

#### b) Thalfahrt.

Dampfer »Thommen« ohne Anhang in 200 Secunden, und zwar:

von 0 bis 500, 500 m in 40 Sec. oder 12'5 m in der Sec.

„ 500 „ 900, 400 m „ 45 „ „ 8'88 m „ „ „

„ 900 „ 1700, 800 m „ 115 „ „ 6'96 m „ „ „

Zusammen... 1700 m in 200 Sec. oder 8'50 m in der Sec.

Es wurden hierauf nach diesen Daten die Todtwassergeschwindigkeiten nach der Formel  $t_v = \frac{v_t + v_b}{2}$ , und die Strom-

geschwindigkeiten in der Secunde nach  $s_v = \frac{v_t - v_b}{2}$  berechnet,

wobei  $v_t$  die Geschwindigkeit zu Thal und  $v_b$  die Geschwindigkeit zu Berg bezeichnet und hierauf das Graphikon (s. Fig. 5, Taf. Nr. 7) zusammengestellt, in welchem die Todtwassergeschwindigkeit des »Thommen« mit Anhang (Schlepp mit 264 t), die Stromgeschwindigkeit, und die entwickelten Pferdestärken des »Thommen« in der Canalstrecke dargestellt sind.

Aus den ermittelten Todtwassergeschwindigkeiten wurde nun nach den im Jahre 1895 von der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft unter der Leitung des Vorstandes der technischen Section der Gesellschaft, Ingenieur J. Spačil, vorgenommenen 280 Zugproben, bei welchen sowohl der Eigenwiderstand des Dampfers »Thommen«, als derjenige verschiedener Schleppkategorien erhoben worden war\*), sowohl die Widerstands-Curve des Dampfers selbst, als auch die des Schleppe und beider zusammen ermittelt und in das Graphikon eingetragen (Fig. 5, Taf. Nr. 7).

\*) Siehe auch Bericht des Capitäns C. V. Suppan, Vorstandes der Schiffahrts-Direction der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in Wien in der I. Abtheilung, »4. Frage über den Widerstand der Schiffe gegen den Zug, VII. internationaler Schiffahrts-Congress in Brüssel 1898«.

Aus jenen Zugproben konnte nun auch der Widerstand, welchen ein Schlepp der für die Schifffahrt maßgebenden 6500er Kategorie, welche bei den Geschwindigkeiten im Canale erzeugt, ermittelt werden, und durch Summierung dieser Widerstände zu denen des Dampfers »Thommen« allein konnte nun die Widerstands-Curve des »Thommen« mit einem auf 1'8 m tauchenden, mit 530 t beladenen 6500er Schlepp construiert werden, welche laut Fig. 5, Taf. Nr. 7, als größten Widerstand, 13.700 kg zeigt.

Am 1. December 1896 wurde auch noch mit dem Dampfer »Banhans« eine Zugprobe im Eisernen Thor-Canale gemacht; derselbe schleppte ein 350 t Schiff von 53'2 m Länge und 6'5 m Breite mit 283 t Ladung und 1'6 m Tiefgang mit einer mittleren Geschwindigkeit von 0'65 m canalaufwärts.

Damit war für die Gesellschaft die Richtung gegeben, in welcher die Befahrung des Eisernen Thor-Canals mit freiem Schlepsschiffahrtsverkehr praktisch ermöglicht werden konnte.

Diese Gesellschaft ließ nun sechs neue Schlepddampfer von bedeutend größerer Zugkraft bauen, als die vorhandenen zwei größten Dampfer »Thommen« und »Banhans« leisten konnten.

Sie konnte für die Befahrung des Eisernen Thor-Canals am 1. October 1898 im ganzen folgende Schlepddampfer zur Verfügung stellen.

| Name des Dampfers | Construc-tionsart der Schiffs-maschinen | Leistung ind. PS normal | Länge m | Breite     |           | Höhe m | Größter Tiefgang mit vollen Kesseln u. Kohle |     |
|-------------------|---|-------------------------|---------|------------|-----------|--------|--|-----|
|                   |   |                         |         | ohne Räder | mit Räder |        | cm   | q   |
| Glanz . . .       | Compound                                | 700                     | 60'00   | 8'00       | 16'10     | 2'70   | 116  | 400 |
| Magyar ..         |   |                         |         |            |           |        |  |     |
| Vindobona         |   |                         |         |            |           |        |  |     |
| Daniel . . .      | Triplex                                 | 600                     | 62'00   | 7'30       | 14'94     | 2'70   | 103  | 335 |
| Banhans ..        |   |                         |         |            |           |        |  |     |
| Millennium        |   |                         |         |            |           |        |  |     |
| Europa . . .      |   |                         |         |            |           |        |  |     |
| Thommen           |   | 600                     | 62'00   | 7'30       | 14'34     | 2'70   | 110  | 540 |

Außer diesen waren auch noch die früheren Katarakt-Dampfer »Tisza« und »Száva« mit circa 400 i. PS. als Vorspann benützlich.

Die Bauleitung hat ihrerseits die schon bei der Planverfassung in Aussicht genommene Einrichtung eines künstlichen Schiffzuges für den Verkehr durch den Canal weiter verfolgt.

Sie nahm mit dem früher erwähnten Haspelschiff der Unternehmung vom 9. bis 19. Juni 1897 Schiffzugversuche vor, wieder bei einem sehr hohen Wasserstand von + 6'25 O.-P., wobei die Tiefe des Oberwassers 8 m, das stärkste Einlaufgefälle in den Canal circa 1:320, die kleinste Wassertiefe im Canale 5 m und die Tiefe des Unterwassers 9'6 m betrug (Fig. 3, Taf. Nr. 7). Hierbei wurden fünf verschiedene große eiserne Frachtschiffe verwendet, welche bei 55 m bis 72 m Länge, 8 m bis 9'2 m Breite und 1'9 m bis 2'2 m Tiefgang Nutzladungen von 377 t bis 965 t hatten.

In das Schleppseil des dem Haspelschiffe jeweils einzeln angehängten Frachtschiffes war ein hydraulisches Dynamometer mit Selbstaufzeichnung eingeschaltet, das von den im Canale aufwärts mit der sehr geringen mittleren Geschwindigkeit von nur 0'28 m (das ist 1 km in der Stunde) ausgeführten Fahrten ein Bild der aufgetretenen Zugkräfte lieferte. Jede Fahrt durch den 1700 m langen Canal dauerte 102 Minuten (= 1 Stunde, 42 Min.); für diese Fahrstrecken sind die Zugkraftbilder aufgenommen, Fig. 1, Taf. Nr. 7.

Wenn man daraus die jeweils für 1 t geschleppte Nutzlast aufgetretenen Zugkräfte ermittelt, so ergeben sich:

in der unteren Canaleinfahrt 2 kg bis 2'5 kg, welche sich, der Strömungszunahme entsprechend, regelmäßig bis zur oberen Canalausfahrt steigern auf 9 kg bis 10 kg, dann aber im Einlaufgefälle des Canals wegen der vorhandenen Querströmungen unregelmäßig werden, und zwar bis etwa 200 m oberhalb der Canalausfahrt auf 6 kg bis 8 kg abfallen, um dann wieder mit starken Schwankungen zwischen 400 m und 600 m oberhalb der Canalausfahrt den Höchstwert von 12 kg bis 15 kg zu erreichen, von

dem zunächst wieder ein starkes, dann aber ein allmähliches Abfallen bis in das etwa 1000m oberhalb der Canalausfahrt vorhandene Stauwasser auf 2 kg bis 2,5 kg eintritt.

Diese Zugkraftbilder und die Darstellung der bei den Wasserständen von + 1,29 m, + 2,40 m, + 3,32 m und + 4,03 m O.-P. von 2500 m oberhalb bis 300 m unterhalb des Canals beobachteten Wassergefallslinien und der bei den Wasserständen von + 1,03 m, + 3,56 m, + 3,61 m, + 3,69 m und + 6,25 m O.-P. im Canal gemessenen Oberflächen-Geschwindigkeiten, Fig. 1 bis 4, Taf. Nr. 7, sind der am 13. October 1897 von der ungarischen Regierung erlassenen Concursausschreibung beigegeben worden, in welcher mehrere Firmen zu einem engeren Wettbewerbe für den Entwurf und die betriebsfähig fertige Herstellung eines Haspelschiffes mit allen hierzu gehörigen Schiffzugeinrichtungen aufgefordert wurden.

Im wesentlichen wurden folgende Bedingungen gestellt:

1. Der künstliche Schiffzug soll von 300 m unterhalb bis 2000 m oberhalb des Canals, also auf 4 km Länge durchgeführt werden.

2. Das Haspelschiff muss in stande sein, durch diese Strecke ein vollbeladenes eisernes Frachtschiff von 1000 t Tragfähigkeit in höchstens 72 Minuten,

3. Die maschinelle Einrichtung des Haspelschiffes muss demnach derart sein, dass die Fahrgeschwindigkeit je nach den auftretenden Widerständen während der Bergfahrt verlässlich geregelt und bis 1,5 m gesteigert werden kann.

4. Außerdem muss das Haspelschiff kräftig und sicher gesteuert werden und am Seil canalabwärts mit 2,24 m Geschwindigkeit fahren können.

5. Das Haspelschiff ist ferner noch mit einer zweiten

starken Maschine auszurüsten, mit der es selbständig in freier Bergfahrt oberhalb der Schiffzugstrecke 2,24 m Geschwindigkeit erzielen, sich aber auch im Falle eines Seilbruches im Eisernen Thor-Canale langsam und verlässlich steuerbar frei canalabwärts bewegen kann.

6. Die ganze Schiffzugeinrichtung soll in 11 Monaten fertiggestellt sein und ihre Brauchbarkeit und Sicherheit erst durch Probefahrten auf Kosten der Lieferantin erwiesen werden; entspricht sie den gestellten Bedingungen nicht, so wird die Abnahme verweigert werden.

7. Auch nach der bedingungsgemäßen Abnahme der Anlage

hat die Lieferantin für die technische Richtigkeit der Constructionen und die Sicherheit des Betriebes, sowie für den an-

Figur 23.

SPRENGUNG DES CANALS BEIM EISERNEN THOR (PLOCSIABANK)  
(1893).

Figur 24.



CANAL BEIM EISERNEN THOR NACH BEENDIGUNG DER SPRENGARBEITEN.

das ist mit 0,92 m mittlerer Geschwindigkeit, und ein vollbeladenes eisernes 1250 t Schiff oder zwei vollbeladene Eisenschiffe von je 600 t Tragfähigkeit in höchstens 90 Minuten, das ist mit 0,74 m mittlerer Geschwindigkeit canalaufwärts zu ziehen. Hierbei darf an der oberen Canalausfahrt, woselbst mindestens 5 m Wassergeschwindigkeit vorhanden sind, die geringste Fahrgeschwindigkeit im ersten Falle nur 0,75 m und in den beiden anderen Fällen nur 0,5 m betragen.

gegebenen Kohlenverbrauch die volle Verantwortung auf die Dauer von 1½ Jahren zu übernehmen.

8. Vorläufig wird die Lieferung nur eines Haspelschiffes gewünscht; sofern sich jedoch dessen Betriebsfähigkeit im praktischen Gebrauche vollkommen bewährt, kann die Lieferantin auf die Bestellung noch eines gleichen zweiten Haspelschiffes rechnen.

9. Die Angebote mit den Zeichnungen, Beschreibungen und Kostenanschlägen waren bis 15. December 1897 einzu-

reichen; über Annahme oder Ablehnung hat man sich völlig freie Entscheidung vorbehalten, ohne dass die Bewerber irgend welche Entschädigung beanspruchen können.

Auf diese schweren Bedingungen hin sind drei Angebote eingegangen.

Nach halbjähriger Prüfung der Entwürfe ist der Zuschlag an die Budapester Schiffbau-Actiengesellschaft »Danubius« zum Preise von 336.000 fl. und mit einer Lieferfrist bis Herbst 1899 fertiggestellt worden.

Das System dieses Haspelschiffes ist das von Lombard Gérin in Lyon in der Rhône ausgeführte.

Die starken Querströmungen oberhalb des Canaleinlaufes, welche durch die dort oberhalb des Wildbaches Kazajna bestehende Salaria-Bucht verursacht wurden und die auch durch die Schiffzugsversuche ihre Bestätigung fanden, suchte die Bauleitung durch ein an den rechtsufrigen Canalamm anschließendes, 1818 m langes, 3 m über Null hohes Leitwerk, welches diese Bucht abzubauen bestimmt war, zu beseitigen; und es sollen mit seiner Vollendung im September 1898 die scharfen Gefällsbrüche in den Wasserstandslinien oberhalb des Canaleinlaufes bei den niedrigeren Wasserständen abgerundet worden sein, und habe sich auch die Strömungsrichtung in dem Canal günstiger gestaltet.

Die schon früher hergestellte Verlängerung des linksseitigen Canalammes, auf 500 m in gebrochener Linie auf NW. Höhe abfallend, hatte mit dem oben erwähnten Leitwerke zusammen den trichterförmigen Einlauf in den Canal zu bilden, wonach bei jedem Wasserstande gerade so viel Wasser in den Canal einlaufen sollte, dass die Wassertiefe vor und im Canale dieselbe bleibe.

Dies ist aber bisher noch nicht erreicht, denn bei diesem kleinsten Wasserstande wird sich nach Fig. 3, Taf. Nr. 7, das Canalprofil wohl bei  $-300\text{ m}$ , oberhalb dem Nullprofile auf diese Tiefe stellen, es fällt aber diese Tiefe bei  $+100\text{ m}$  schon auf  $225\text{ m}$  wegen des dort auftretenden größeren Gefälles des Wasserspiegels als der Sohle und erhebt sich erst am unteren Canalende bei  $+1500\text{ m}$  wieder auf  $285\text{ m}$  über die Flusssohle. Die Wassertiefe von  $3\text{ m}$  im Eisernen Thor-Canale wird erst beim Wasserstande von  $+129\text{ m}$  O.-P. durchaus erreicht; es ist dies auch der niedrigste Wasserstand, bei welchem diese Aufnahmen gemacht wurden.

Die Erniedrigung der Wasserstände im Eisernen Thore selbst infolge der Öffnung des Canals wurde von der Schifffahrt anfangs mit  $02\text{ m}$  erhoben, sie wurde jedoch seither auch nur bis  $01\text{ m}$  beobachtet. Sie hatte somit einigen Einfluss auf die Schifffahrt vor der Zulassung zum Eisernen Thor-Canale.

Bis zum 1. October 1898 war auch die  $60\text{ m}$  breite canalartige Vertiefung auf  $3\text{ m}$  unter NW. vom Eisernen Thor-Canale bis Orsova noch nicht in dem ganzen geplanten Umfange fertig gestellt. Wohl wurde der Strom vor dem früher erwähnten nunmehr im Unterbau vollendeten Orsovaer Umschlagsplatze bis auf  $3\text{ m}$  Tiefe unter Null ausgebaggert, um das Anschüttungsmateriale hiefür zu gewinnen, es fehlt aber dermalen noch die Vertiefung der Fahrrinne vom unteren Ende der Ada-Kaleh-Insel im linksseitigen Stromarme bis dorthin.

Dieser Umstand hat nun zur Folge, dass derzeit die Tauchtiefe der Schiffe auf der Fahrt bis hinauf nach Orsova nicht mehr als einen Meter mehr betragen darf, als der Orsovaer Pegel Meter über Null zeigt.

Die Tauchtiefe von  $2\text{ m}$  ist somit erst bei einem Wasserstande von  $1\text{ m}$  über Null in Orsova zulässig.

Wie wir erfahren haben, soll aber diese Beschränkung derzeit nicht so viel zu bedeuten haben, da auch in der unteren Donau, z. B.  $7\text{ km}$  unterhalb der Timok-Mündung, Schotterfurthen vorkommen sollen, welche bei gleichem Wasserstande keinen größeren Tiefgang zulassen.

Auch in der Strecke oberhalb Orsova bis Ó-Moldova ist trotz der Aussprengung der  $60\text{ m}$  breiten und  $2\text{ m}$  unter NW. tiefen Canäle die entsprechende Tauchtiefe von  $175\text{ m}$  bis  $18\text{ m}$  noch nicht zulässig. Es bestehen nämlich zwischen den Enden der Canäle in den neuen Fahrtrichtungen noch viele Klippen, von deren Lage früher wenig oder nichts bekannt war, weil in

diesen Richtungen früher nur mit sehr kleinen Tauchtiefen gefahren wurde. Die neue Schifffahrtslinie windet sich deshalb so gut als es angeht zwischen diesen mit Bojen (hier Schwemmer genannt) bezeichneten Stellen durch, auch die Canäle sind so bezeichnet; in der Thalfahrt sollen die rothen Schwemmer links, die schwarzen rechts gelassen werden.

Bei der mit einem  $18\text{ m}$  breiten,  $125\text{ m}$  tiefen Rahmen bei  $+063$  bis  $068$  O.-P. vorgenommenen Befahrung hat sich kein Anstoß ergeben.

Dem entsprechend wurde festgesetzt, dass oberhalb Orsova bis Ó-Moldova die Tauchtiefe der Schiffe nicht mehr als  $06\text{ m}$  mehr betragen darf, als der Orsovaer Pegel Meter über Null zeigt.

Die Ausführungskosten der noch zum Zwecke einer sichereren und  $2\text{ m}$  bei Nullwasser am Orsovaer Pegel tiefen,  $60\text{ m}$  breiten Fahrstraße in der gesammten Kataraktenstrecke nöthigen Arbeiten, wodurch das Bau-Programm erst erschöpft werden wird, sind auf 2 bis 3 Mill. Gulden geschätzt. Dieselben können in zwei bis drei Jahren fertig gestellt werden.

Hierbei wäre aber auch auf die Verbesserung der Schifffahrtstraße vom Babakaj-Felsen,  $\text{km } 34$ , bis Ó-Moldova,  $\text{km } 25$ , Rücksicht zu nehmen, indem unmittelbar unterhalb des Felsens eine bei NW. nur etwa  $30\text{ m}$  breite, zwischen Klippen gelegene Durchfahrt, welche besonders bei den dort herrschenden Stürmen Gefahren bringt, und die oberhalb desselben gelegene gewundene Fahrrinne in dem dort sich ablagernden Sande, dringend Abhilfe benöthigen.

Der Wasserstand war schon am 8. August 1898 bei  $+208\text{ m}$  so niedrig, dass die Frachtschiffe nicht mehr durch das Eisernen Thor fahren konnten. Mit Ausnahme der Tage vom 17. bis 21. August waren daher die gewöhnlichen Schleppzüge nicht mehr möglich. Auch im Monate September war der Wasserstand so niedrig, dass am 12. September bei  $+113\text{ m}$  sogar der Ochsenzug und die Ruderfahrt am Eisernen Thor eingestellt werden musste; am 13. September bei  $+108$  wurden fünf leere Plätten (kleine Frachtschiffe von Maximum  $120\text{ t}$  bis  $130\text{ t}$  Ladung bei  $1\text{ m}$  Tiefgang), im Eisernen Thor bei  $025\text{ m}$  Tiefgang abgesperrt und wurden erst am 24. October bei  $+158\text{ m}$  Wasserstand wieder frei.

#### 18. Ergebnisse seit Eröffnung der Großschifffahrt im Eisernen Thor-Canale am 1. October 1898.

Der Eisernen Thor-Canal wurde am 1. October 1898 dem freien Schiffverkehre übergeben und zwar bis auf weiteres mit gebührenfreier Benützung.

Anfangs wurde die Beschränkung gemacht, dass die Bergfahrt nur vormittags, die Thalfahrt nur nachmittags stattfinden dürfe; auch durfte anfangs in den Canal kein zweites Schiff von unten einfahren, bevor nicht ein vorausfahrendes schon oben den Canal verlassen hatte. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dass diese große Vorsicht nicht nothwendig ist, und befanden sich bei der vom Verfasser dieser Zeilen am 13. December 1898 an Bord des »Daniel« in Gesellschaft des Herrn Inspectors Löhr, der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, mitgemachten Fahrt um 1 bis 2 Uhr nachmittag bei  $+2\text{ m}$  O.-P. zu gleicher Zeit im Canale:

1. Am oberen Ende Dampfer »Vindobona« mit einem Schlepp;
2. zwei Dampfer der ungarischen Fluss- und Seeschiffahrts-Gesellschaft mit einem Schlepp;
3. Dampfer »Europa« mit Vorspann der »Tisza« und einem Schlepp mit  $316\text{ t}$  Ladung und  $175\text{ m}$  Tiefgang (dem reichbeflaggten 1000<sup>sten</sup> Schlepp der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft in diesem Jahre);
4. ein rumänischer Dampfer mit Vorspann und einem Schlepp.
5. Dampfer »Daniel«, zuerst allein mit einem Schlepp von  $500\text{ t}$  Ladung, dann ließ sich die »Tisza«, welche sonst unbeschäftigt gewesen wäre, nach Ausbringen des Zuges 3 neben den sich an der rechten Canalseite haltenden Schleppzügen bis oberhalb des »Daniel« herunterrinnen und spannte sich dann diesem vor.

Die Fahrordnung war mittlerweile im Einverständnis mit den Schiffahrts-Gesellschaften dahin abgeändert, dass in den Vormittagsstunden bis 10 Uhr durch den Canal zu Berg, von 10 bis 12 Uhr zu Thal, von 12 bis 2 Uhr zu Berg, und nach 2 Uhr wieder zu Thal gefahren werde. Eine am Hügel oberhalb des oberen Canal-Endes bei Profil O aufgezoogene Fahne zeigt die freie Bergfahrt an.

Nach dieser Fahrordnung wickelte sich der Verkehr auf der 22 km langen Strecke von Turn-Severin bis Orsova in diesen kurzen Wintertagen bei günstigem Wetter regelmäßig ab.

Nach den Mittheilungen des Herrn Ministerialrathes von Wallandt, für dessen und seines Stellvertreters, Herrn Sectionsrathes Hoszpotzki, collegiales Entgegenkommen der Verfasser hiermit seinen besten Dank ausspricht, war der stärkste Verkehr am 10. December bei  $+ 2.22 m$ , an welchem Tage 17 Dampfer zu Thal und 18 zu Berg den Eisernen Thor-Canal passierten.

Davon waren 82% Dampfer der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft und 18% meist ungarische Dampfer. Rechnet man für zwei Dampfer einen Schlepp von nur 500 t, so betrug die größte Tagesleistung am 10. December bei 8 Stunden Tageszeit  $9.500 = 4500 t$ . Bei nur 12 Stunden mittlerer Tageszeit gibt dies per Tag  $\frac{12}{8} \cdot 4500 = 6750 t$ , also per Monat  $30 \cdot 6750 = 202.500 t$ , per Jahr (9 Monate)  $1.822.500 t$ , als heute schon nachweisbare Jahresleistung, wenn der Verkehr gleichmäßig wäre, und immer nur im Canale selbst in der vorgeschriebenen Ordnung gefahren werden müsste. Der 1000<sup>ste</sup> Schlepp der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, welcher am 13. December zu Berg gieng, deutet auf eine diesjährige Gesamtleistung von mindestens  $1000 \cdot 400 t = 400.000 t$  hin, zu welcher noch etwa ein Viertel von anderen Gesellschaften kommen; dies gäbe einen Verkehr von  $500.000 t$  durch das Eiserne Thor im Jahre 1898.

Von den  $400.000 t$  Leistung der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft kommen auf die Zeit nach dem 1. October 1898 etwa  $100.000 t$ , hierzu die anderer Gesellschaften mit circa ein Viertel, somit im Ganzen  $125.000 t$  Verkehr durch den Eisernen Thor-Canal in  $2\frac{1}{2}$  Monaten.

Nach einer genaueren Nachweisung für die Monate November und December 1898 wurden von der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft von Turn-Severin nach Orsova befördert im November in 128 Dampferreisen 107 beladene und 7 leere Schleppe mit  $40.589 t$  Ladung, oder per Schlepp  $379.3 t$ , und zwar in  $404\frac{1}{2}$  Fahrstunden zu Berg, im December in 125 Dampferreisen 95 beladene, 1 leerer eigener und 2 beladene und 1 leerer fremder Schlepp, die eigenen mit einer Gesamtladung von  $41.104 t$ , oder per Schlepp  $432.7 t$ , und zwar in 441 Fahrstunden zu Berg.

Der Wasserstand betrug am 1. October  $+ 0.62$ , fiel dann bis 5. October auf  $0.54$ , stieg wieder bis 10. auf  $+ 1.03$ , fiel bis 19. auf  $+ 0.7$ , stieg bis 27. auf  $+ 2.72 m$ , dem höchsten seit Eröffnung des Eisernen Thor-Canals infolge eines bei Sissek eingetretenen Hochwassers der Save, dann fiel derselbe allmählich wieder bis zum 27. November auf  $+ 0.75 m$ , worauf eine zweite durch eine Anschwellung der Theiß verursachte Flutwelle auftrat mit  $+ 2.42 m$  Maximum am 8. December, welche sich dann wieder derart senkte, dass sie am 12. December  $+ 2.1 m$ , am 17. December  $+ 1.53 m$  Höhe zeigte.

Die Eröffnung des Eisernen Thor-Canals fiel daher gerade in eine Periode, wo sehr kleine Wasserstände auftraten, und da vom höchsten dieser Periode mit  $+ 2.42 m$  nur noch ein Intervall von  $1.08 m$  bis  $+ 3.5 m$  fehlt, wo man nicht mehr durch den Canal zu fahren braucht, so können die bisherigen Erfahrungen nahezu auch als für die Zukunft geltend betrachtet werden.

Bei höheren Wasserständen als  $+ 3.5 m$  kann nämlich durchs Eiserne Thor selbst nach der früheren Regel gefahren werden, dass die Tauchtiefen daselbst die Hälfte des Pegelstandes in Orsova in Metern betragen sollen.

Wäre der Eiserne Thor-Canal am 1. October nicht eröffnet worden, so wäre die regelmäßige Schifffahrt vom 8. August an bis zu Ende dieser Saison am Eisernen Thor nicht mehr möglich gewesen, also gerade zu der Zeit, wo die Boden-

producte der unteren Donau nach dem Westen ihren Weg suchen.

Eine wenig ausgiebige Aushilfe bot die oberhalb des Eisernen Thores gelegene Station der rumänischen Bahn Vercio-rova, von welcher aus für das auf dieser Bahn zugeführte Getreide an dem nur einem Schlepp Platz bietenden Ufer auf Schleppe geladen wurde, welche auf schwieriger, nur für leicht gehende kleinere Dampfer zugänglicher Fahrt abgeholt wurden.

Die bisherige Leistung der Dampfer im Eisernen Thor-Canal zeigte folgende Ergebnisse:

Die stärksten Zugdampfer der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft (Kategorie Glanz) mit 700 normalen ind. PS. schleppten bei einer Anspannung auf 1000 PS. einen 6500er Normalschlepp mit 400 bis  $450 t$  Ladung bei  $1.5$  bis  $1.55 m$  Tiefgang in 47 bis 61 Minuten bergwärts durch den Canal; für die Tonne Nutzlast mussten somit  $2.2$  bis  $2.5$  PS. aufgewendet werden.

Dies entspricht auch der oben angeführten Leistung des Dampfers »Banhans«, der am 1. December 1896 bei  $+ 3.16 m$  Wasserstand mit 650 PS. einen kleineren Schlepp von  $1.6 m$  Tiefgang mit  $283 t$  Ladung in 43 Minuten durch den Canal schleppte, also für die Tonne Nutzlast  $2.3$  PS. aufwenden musste.

Bei einem Wasserstande von  $+ 1.80 m$  konnte ein Schleppdampfer bei Entwicklung von 1050 PS. einen 6500er Schlepp mit  $470 t$  Ladung und  $1.65 m$  Tiefgang in 57 Minuten canal-aufwärts schleppen.

Schleppe von über  $550 t$  Ladung und über  $1.65 m$  Tiefgang bedürfen schon eines zweiten Dampfers als Vorspann. Einen  $820 t$  Schlepp mit  $666 t$  Nutzladung und  $1.8 m$  Tiefgang konnten nur zwei Dampfer mit zusammen 1600 PS. in 67 Minuten aufschleppen. Auch hier ergibt sich für  $1 t$  Nutzlast eine Zugleistung von  $2.2$  bis  $2.4$  PS. Hiernach erfordern die vollbeladenen  $650 t$  Schleppe der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft mit  $2.1 m$  Tiefgang schon zwei starke Zugdampfer von zusammen 1500 PS.

Die meisten Schleppe der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft von circa  $600 t$  werden mit einem starken und einem schwächeren Schlepddampfer, weniger beladene mit einem starken Dampfer durch den Canal geschleppt. Die anderen Gesellschaften fahren mit zwei, sogar mit drei Dampfern bei schwereren Schleppen bis zu  $800 t$ .

Ob die großen rumänischen Schleppe mit  $1000 t$  den zum Aufschleppen nöthigen Zug aushalten, ist noch fraglich, da dieselben für einen so starken Zug nicht fest genug gebaut zu sein scheinen.

Nach dieser Darstellung der Ergebnisse der Großschifffahrt im Eisernen Thor-Canal seit ihrer Eröffnung am 1. October 1898 ist der Beweis erbracht, dass die freie Schifffahrt im Eisernen Thor-Canal selbst für Schleppe von  $2 m$  Tauchtiefe bei dem seit 1834 nicht mehr aufgetretenen kleinsten Wasserstand von Null am Orsovaer Pegel möglich ist.

Nach Vollendung der Austiefung der bis Orsova sich erstreckenden Fahrinne wird die Fahrt für solche Schleppe bei Nullwasser auch bis Orsova möglich sein.

Bei  $+ 1 m$  O.-P. finden solche Schleppe heute schon die nöthige Fahrtiefe.

Auch ohne künstlichen Schleppezug ist die Schifffahrt durch den Eisernen Thor-Canal für einen Verkehr möglich, wie er wohl erst in späterer Zeit erreicht werden wird.

Die Einführung eines künstlichen Seilschiffszuges wird von den Schifffahrtstreibenden allgemein als ein Hemmnis des Verkehrs angesehen. Die Leistungsfähigkeit desselben muss auch naturgemäß weit unter der bei freier Schifffahrt möglichen bleiben. In der Zeit von eineinhalb Stunden, in welcher zwei vollbeladene Schiffe von je  $600 t$  mit dem Haspelschiff canal-aufwärts gezogen werden sollen, könnten jetzt schon mindestens vier bis fünf solcher Schiffe durch den Canal frei geschleppt werden. Denjenigen Schifffahrtstreibenden, welche sich auf die neuen Verhältnisse im Eisernen Thor-Canal eingerichtet haben, würde diese Einrichtung nur als ein Schifffahrtshindernis in den Weg gestellt werden. Ob dadurch eine Ersparnis an Zugskosten

und genügende Betriebssicherheit erzielt werden könnte, ist auch fraglich.

Es dürfte wohl von ihrer Anwendung kein Gebrauch gemacht werden, und sie dürfte das Schicksal vieler anderer durch die Fortschritte der Technik überholter Einrichtungen für den Verkehr theilen, welcher wie hier, einer großen Entwicklung fähig sein muss.

Der Verkehr konnte trotz der seinerzeit beschlossenen Erweiterung des Eisernen Thor-Canals von 60m auf 73m Sohlenbreite für die Begegnung von zu Berg und zu Thal gehenden Schiffszügen noch nicht zugelassen werden. Der Canal ist für solche nur »eingeleisig«.

Würde für die meist seichteren Thalzüge die alte Eiserne Thor-Fahrt durch Aussprengen von Klippen fahrbarer gemacht, so könnte der Bergverkehr durch den Eisernen Thor-Canal noch nahezu verdoppelt werden, was jetzt schon bei starkem Andrang des Getreideverkehrs im Herbste ein Bedürfnis wäre.

Auch die Strecke von Orsova bis Sztenka ist in den Canälen bei der Breite von 60m bei niederen Wasserständen nur »eingeleisig«. Auch hier müssen die zu Berg gehenden Schiffszüge warten, bis die Thalzüge die Canäle passiert haben. Wo die Aussicht über die ganze Canallänge frei ist, geschieht dies ohneweiters. Wo dies nicht der Fall ist, sind die alten Signale beibehalten worden und werden von Organen der königl. ungar. Regierung bedient, wonach der aufgezoogene Korb die zulässige Bergfahrt anzeigt, der niedergelassene die Thalfahrt freigibt.

Die Geschwindigkeits-Verhältnisse der Strömung sind zwar in diesen Canälen der oberen Katarakte günstiger als im Eisernen Thor-Canal, jedoch kann in der Bergfahrt den wenn auch schwächeren Dampfern zu Berg bis Drenkova bei niederen Wasserständen nicht mehr als ein Schlepp angehängt werden, weil noch immer starke Querströmungen vorhanden sind, welche den gezogenen Schlepp in eine zur Canal- und Zugsrichtung schiefe Lage bringen, so dass es nicht zulässig ist, zwei Schleppe hintereinander fahren zu lassen, weil sie sonst an den Felsen der Canalränder havariieren müssten. Am schwierigsten unter diesen Canälen ist der Jucz-Canal wegen seiner nach rechts überfallenden Strömung zu befahren, am sichersten ist die Fahrt durch die Canalstrecken, welche einem Ufer nahe liegen, wie bei Izlas-Tachtalia, weil hier keine Querströmungen auftreten können. Bei Kozla bestehen linke und rechte Seitenströmungen.

Die Schifffahrt musste bei Befahrung dieser neuen Schifffahrtsstraßen ihre Erfahrungen durch mannigfachen Schaden an den Schiffen bezahlen.

Die Erste k. k. priv. Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft gieng natürlich als größte und in der Katarakten-Strecke erfahrenste Gesellschaft bei allen nöthigen Neuerungen, besonders in Bezug auf die nöthig gewordenen, provisorischen Schifffahrts-Ordnungen mit bestem Beispiel voran, und kann die königl. ungar. Bauleitung in Orsova der Gesellschaft und ihren Organen nicht genug Lob spenden.

Dieser Gesellschaft und ihren rechtzeitigen, zielbewussten Vorbereitungen ist es zu verdanken, dass die Ergebnisse nach der Eröffnung der Großschifffahrt derzeit schon befriedigende sind. Freilich konnte dies nicht ohne Opfer geschehen, und die freie Schifffahrt durch die Katarakte der unteren Donau ist zwar ermöglicht, sie verursacht aber sehr große Betriebskosten.

Ein Schleppdampfer, welcher auf der mittleren Donau mindestens acht vollbeladene Schleppe zieht, kann in der Strecke Orsova-Drenkova durch die Katarakt-Canäle bei niederen Wasserständen nur einen solchen Schlepp ziehen, während im Eisernen Thor-Canal zwei solche Schleppdampfer nöthig sind, um einen Schlepp hinaufzuziehen. Die Zugskräfte verhalten sich also auf diesen drei Strecken etwa wie 1:8:16.

Berücksichtigt man noch die Zuggeschwindigkeiten, so stellt sich dieses Verhältnis der Arbeitsleistungen und somit der Betriebskosten noch bedeutend ungünstiger.

Wie verlautet, soll mit 1. Mai 1899 \*) die Einhebung des international bewilligten Schifffahrtszolles beginnen und wird der zur Verzinsung und Amortisation des Baucapitals nöthige Betrag

\*) Die Einhebung der Péage wurde bis auf weiteres vertagt. A. d. R.

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| mit . . . . .                                    | 750.000 fl.,                |
| die jährlichen Erhaltungsarbeiten . . . . .      | 100.000 fl.,                |
| die Kosten der Schifffahrtsbehörde mit . . . . . | 100.000 fl.,                |
|  | in Summe rund mit . . . . . |

geschätzt.

Das Schifffahrtsamt wird außer der Einhebung des Zolles die von der königl. ungar. Regierung auf Grund der bis dahin gemachten Erfahrungen aufzustellende Schifffahrtsordnung zu überwachen haben, und es soll demselben ein verantwortliches Lootsencorps zur Hilfe beigestellt werden, um eine die Schifffahrtsinteressenten befriedigende Befahrung der Katarakte zu ermöglichen.

Bei der Bemessung der Zollgebühren wird wohl die königl. ungar. Regierung im eigenen Interesse die hohen Traktionskosten berücksichtigen und den Verkehr nicht in einer Weise belasten, welcher dem Aufschwung desselben hinderlich sein müsste.

Wir haben uns bei dieser Arbeit bemüht, eine objective Darstellung der Baugeschichte dieses großen Ingenieur-Werkes auf sichere Quellen gestützt zu geben und schließen mit einer Vergleichung desselben mit einem am Anfang desselben halben Jahrhunderts vollendeten, vaterländischen großen Ingenieur-Werke.

Als anfangs der Fünfziger-Jahre die Semmeringbahn im Baue begonnen wurde, wurden für diese erste Alpenbahn verschiedene künstliche Betriebs-Systeme (Atmosphärische Bahn, Seilbahn etc.) vorgeschlagen.

Alt-Meister Ghega, seiner Sache sicher, wusste, dass es sich, um die Steigungen von 25 pro mille zu überwinden, nur darum handle, Locomotiven mit genügendem Adhäsionsgewicht zu construieren.

Nach den ersten Probefahrten ergab sich auch die Richtigkeit dieser Rechnung, und es blieb nur mehr die Aufgabe, den Bau dieser Locomotive den übrigen Eigenthümlichkeiten der Strecke anzupassen. Der Verkehr wuchs allmählich, so dass es nöthig wurde, die Maschinen immer stärker zu machen und zwei solche in einem Lastzuge zu verwenden.

Auch hier in der Kataraktenstrecke wurde der freie Schifffahrtsverkehr mit Hilfe neuer starker Dampfer und Vorspann ermöglicht, ohne zu künstlichen Schifffahrts-Anlagen und Einrichtungen greifen zu müssen.

In beiden Fällen wurden die günstigen Ergebnisse durch die Aufstellung des richtigen Betriebsprogrammes und dessen richtige Durchführung durch Männer des Maschinenbaues und des Betriebes erzielt.

Zum zweitenmale ist unter der fünfzigjährigen Regierung Sr. Majestät des Kaisers und Königs Franz Joseph I. eine in technischer Richtung einzig in ihrer Art dastehende und für den Verkehr der Monarchie epochemachende Arbeit geleistet worden.

Bei der Semmering-Gebirgsbahn handelte es sich um die erste Bahnverbindung des Nordens der Monarchie mit dem Adriatischen Meere, zugleich aber auch um die Verbindung dieses Meeres mit der Nord- und Ostsee.

Bei der Regulierung der Eisernen Thor-Katarakte handelte es sich ebenfalls um die ungehinderte Verbindung der Monarchie mit dem Meere, zunächst dem Schwarzen Meere, durch eine den modernen Bedürfnissen entsprechende, die billigste Fracht bietende Wasserstraße.

Dem vergleichenden Bilde fehlen aber noch die Wasserverbindungen mit der Nord- und Ostsee mittels des Donau-Oder- und des Donau-Elbe-Canals.

Während die Bahnverbindungen mit diesen beiden Meeren schon vor der Semmeringbahn vollendet waren, harren heute noch diese Wasserstraßen dringend ihrer Ausführung.

Erst nach Vollendung dieser Canäle wird die herrliche, das Herz der Monarchie durchfließende Wasserader, die Donau, ihre von der Natur gestellte Aufgabe, den Austausch der Bodenproducte des Ostens mit den Industrieproducten des Westens zu vermitteln, voll und ganz erfüllen können.

Wien, im März 1899.







Von Ingenieur Paul Klunzinger.

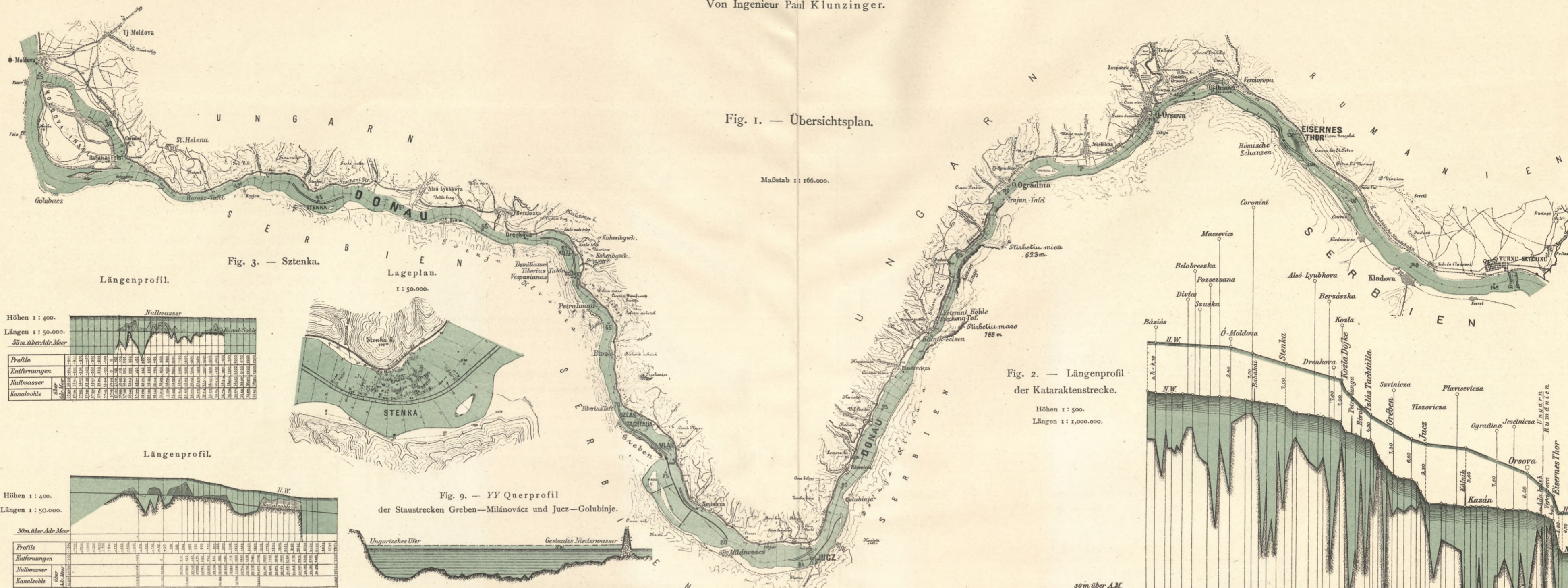


Fig. 1. — Übersichtsplan.

Maßstab 1:166.000.



Fig. 3. — Szenka.

Längeprofil.

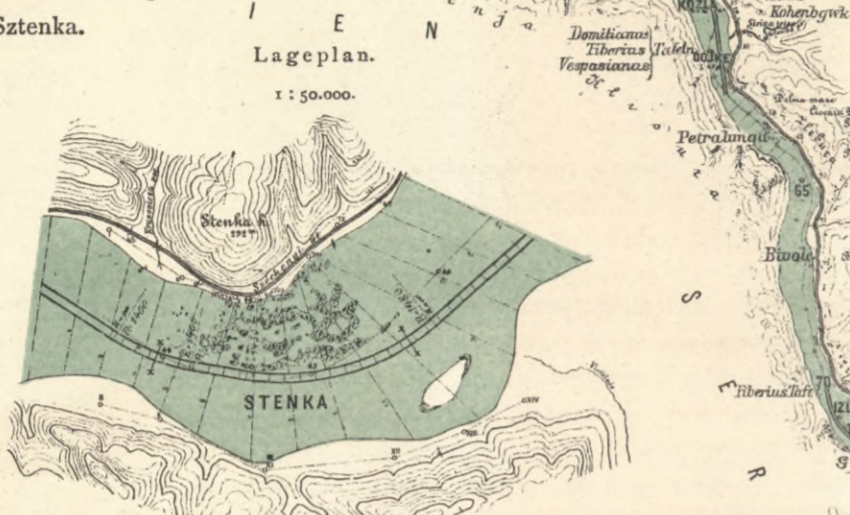
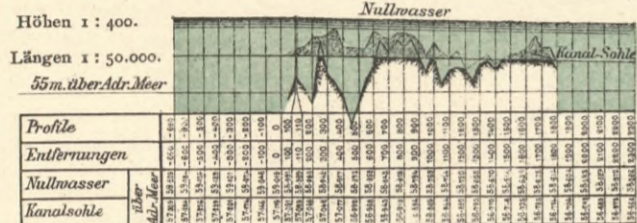


Fig. 9. — YY Querprofil der Staustrecken Greben—Milánováz und Jucz—Golubnje.

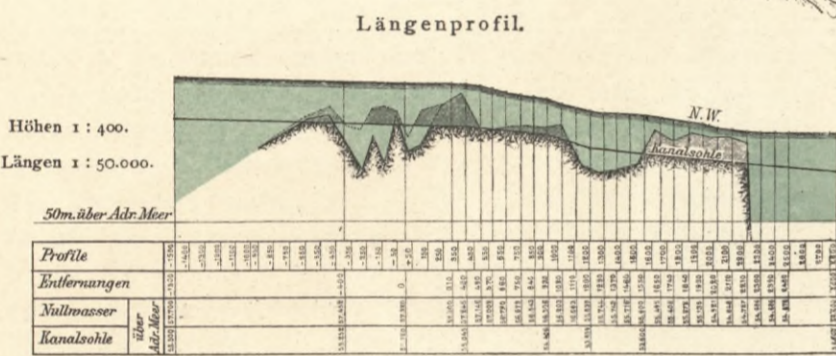


Fig. 4. — Kozla-Dojke.

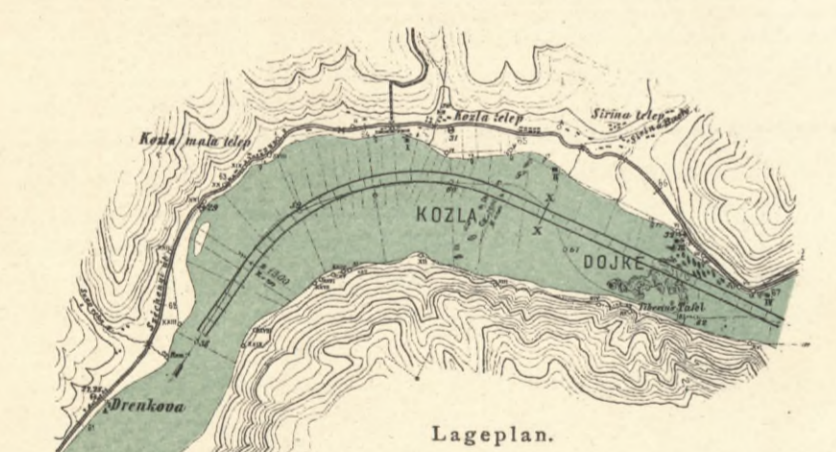


Fig. 8. — XX Querprofil im Strome ausgesprengt.

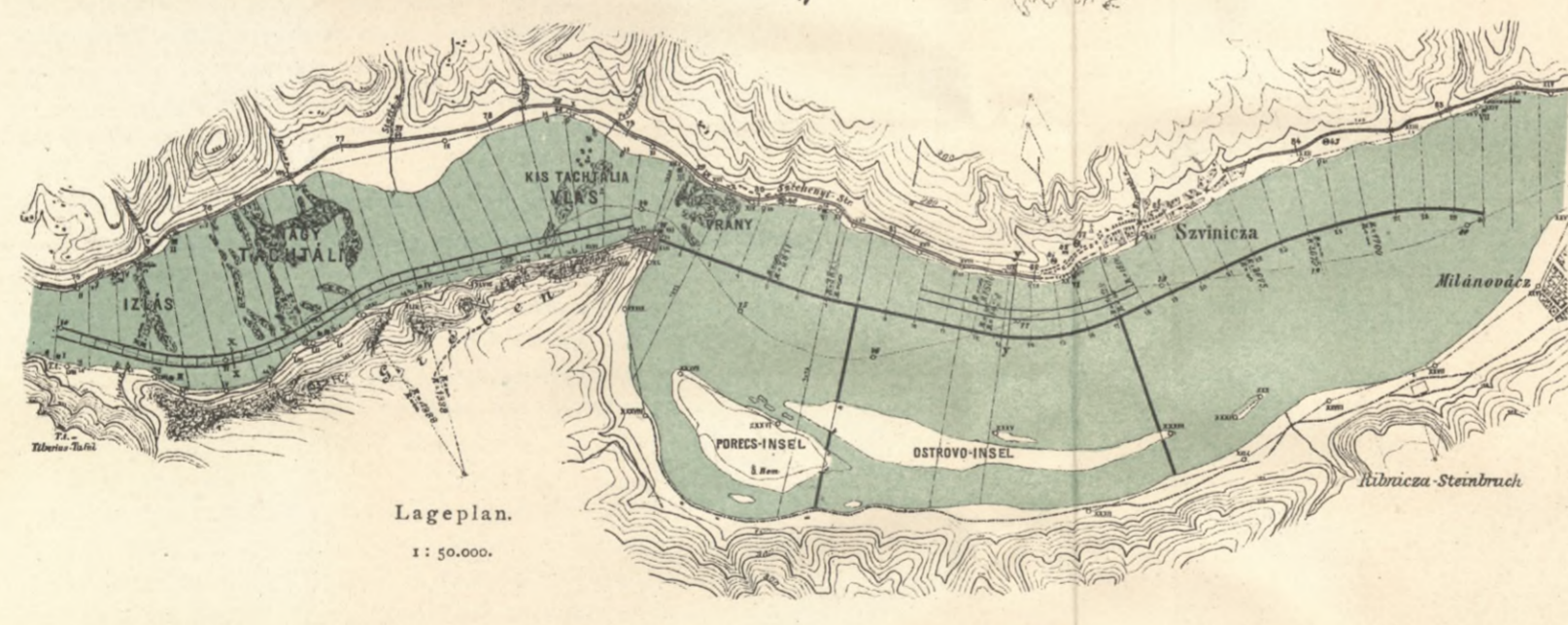


Fig. 5. — Izlas—Tachtalia—Geben—Milánováz.

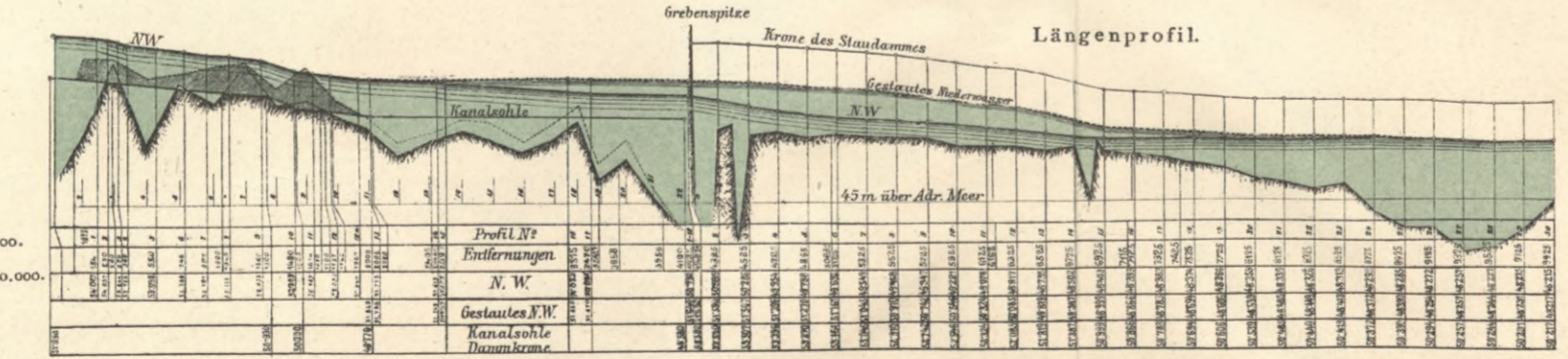


Fig. 6. — Jucz.

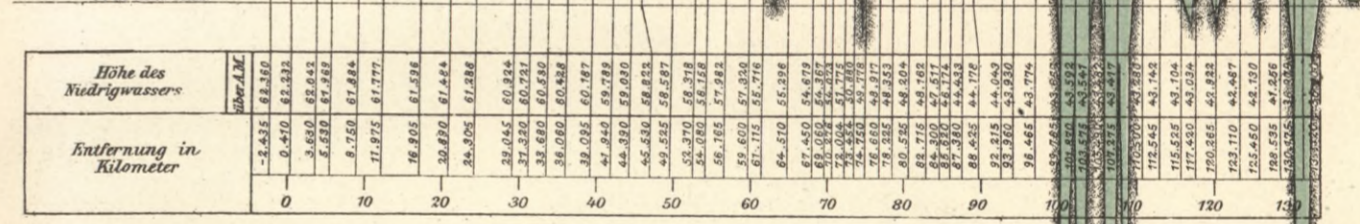
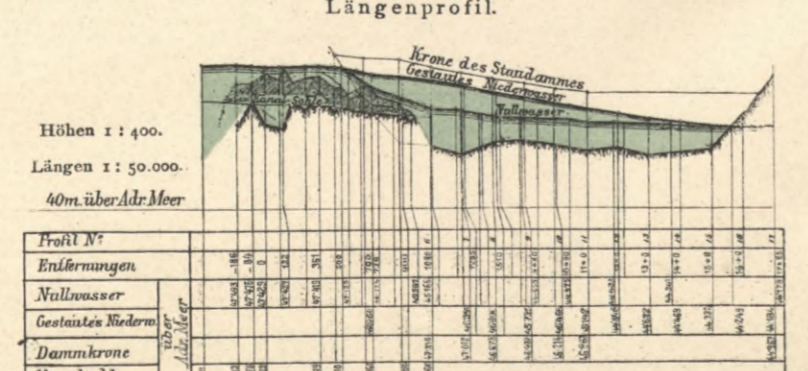


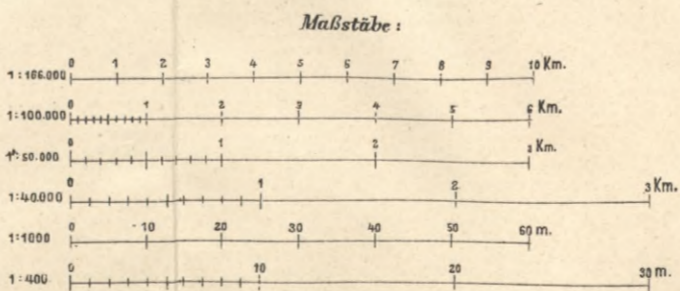
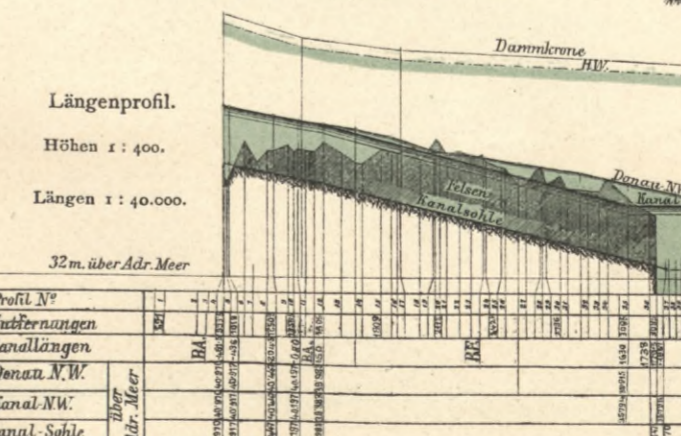
Fig. 11. — Schifffahrtsweg zwischen Orsova und dem Eisernen Thor.



Fig. 10. — ZZ Querprofil. Canal Eisernes Thor.



Fig. 7. — Canal Eisernes Thor.



Maßstäbe:



Fig. 2. — Jucz.



# DIE REGULIERUNG DES EISERNEN THORES UND DER ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU sowie die Ergebnisse der Großschifffahrt nach deren Eröffnung am 1. October 1898.

Von Ingenieur Paul Klunzinger.

### Vorschläge für die Regulierung der Katarakte bis zum Jahre 1879.

Fig. 1. — Sztenka.

Lageplan.

1 : 50.000.



Fig. 2. — Kozla-Dojke.

Lageplan.

1 : 50.000.

— Schiffahrtslinie nach P. Vásárhelyi vom Jahre 1834.  
- - - - - Project des Ingenieurs Mac Alpine vom Jahre 1871.  
- - - - - Project der Commission vom Jahre 1874.  
- - - - - Project der Experten vom Jahre 1879.

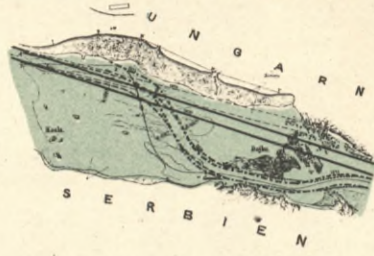
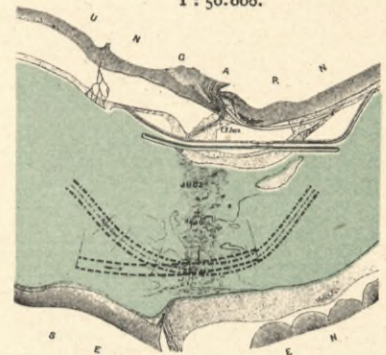


Fig. 4. — Jucz.

Lageplan.

1 : 50.000.

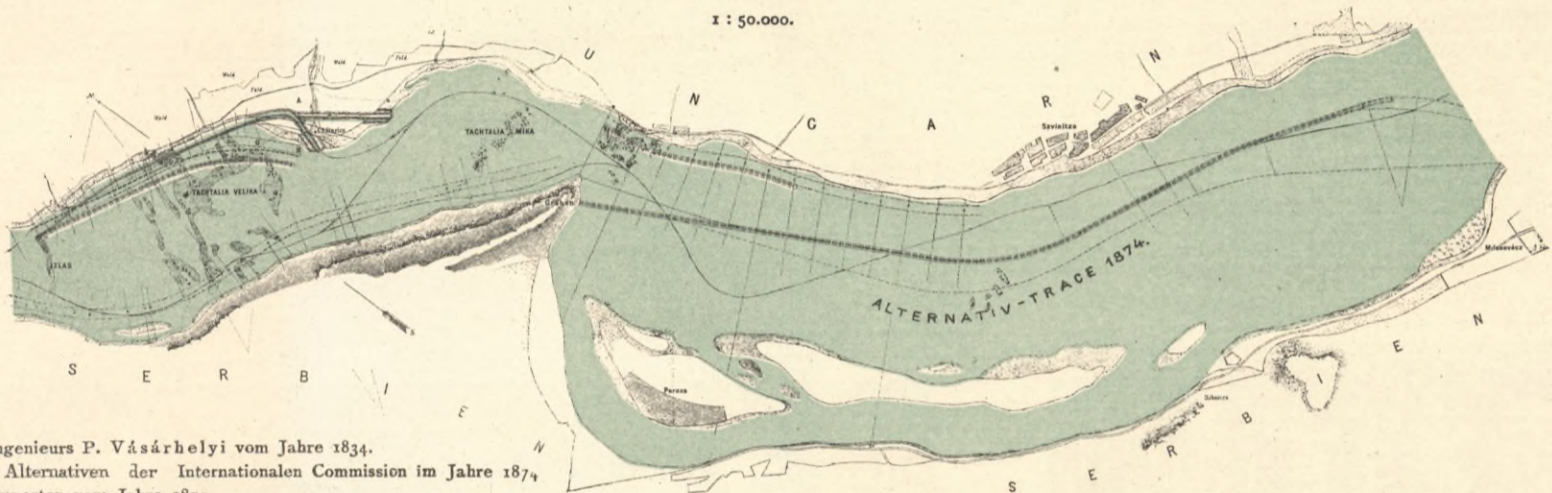


— Project des Ingenieurs P. Vásárhelyi vom Jahre 1834.  
- - - - - Project des Ingenieurs Mac Alpine vom Jahre 1871.  
- - - - - Project der Commission vom Jahre 1874.

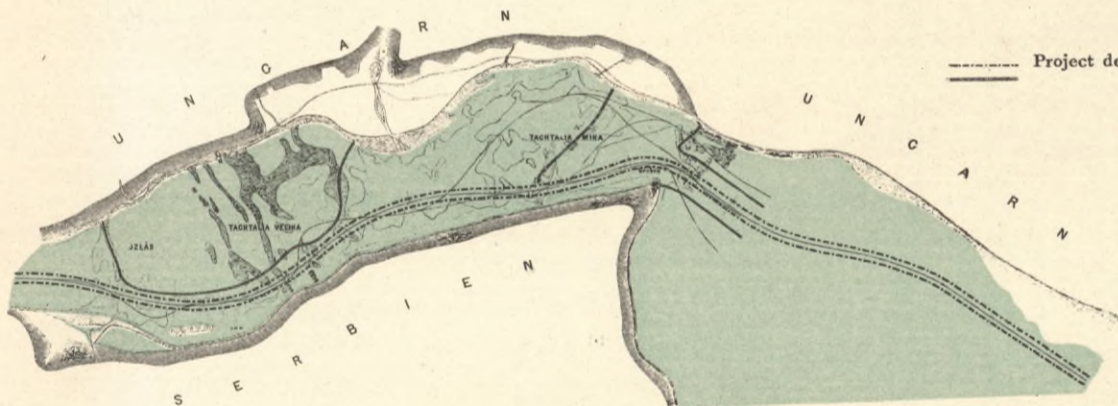
Fig. 3. — Izlas—Tachtalia—Greben—Milánovác.

Lageplan.

1 : 50.000.



— Project des Ingenieurs P. Vásárhelyi vom Jahre 1834.  
- - - - - Project und Alternativen der Internationalen Commission im Jahre 1874.  
- - - - - Project der Experten vom Jahre 1879.

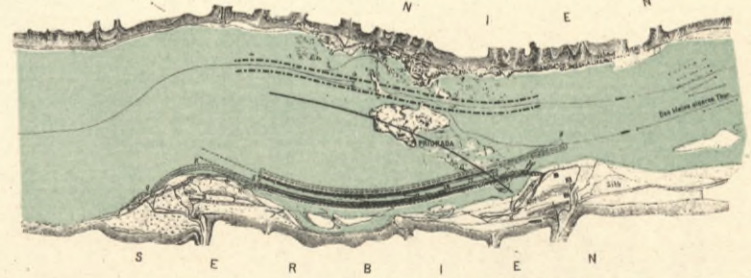


— Project des Ingenieurs Mac Alpine vom Jahre 1871.

Fig. 5. — Eisernes Thor.

Lageplan.

1 : 50.000.



— Project des Ingenieurs P. Vásárhelyi vom Jahre 1834.  
- - - - - Alternativ-Projecte von Ingenieur Meusburger aus dem Jahre 1855.  
- - - - - Alternativ-Projecte von G. Wex aus dem Jahre 1855.  
- - - - - Project von Meusburger und Dinelli aus dem Jahre 1856.

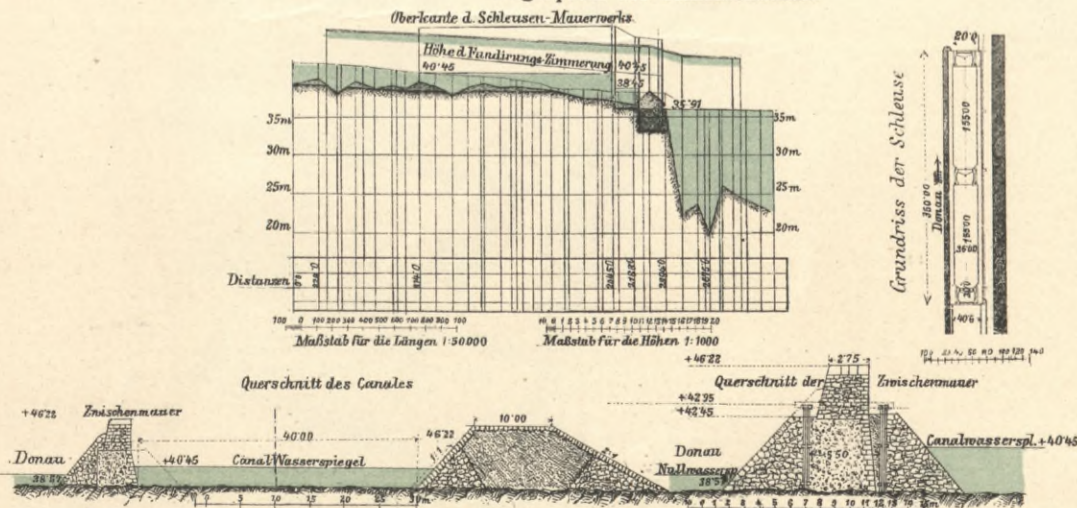
— Project des Ingenieurs Mac Alpine aus dem Jahre 1871.  
— Project der Commission vom Jahre 1874.  
— Project der Experten vom Jahre 1879.

Fig. 6.

Project der Experten vom Jahre 1879 für einen Schleusencanal

am Eisernen Thor.

Längenprofil des Schleusencanals.





DIE REGULIERUNG DES EISERNEN THORES UND DER ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU  
sowie die Ergebnisse der Großschiffahrt nach deren Eröffnung am 1. October 1898.

Von Ingenieur Paul Klunzinger.

Fig. 1. — Bauplan Izlas—Tachtalia.  
Längen 1 : 10.000, Höhen 1 : 800.

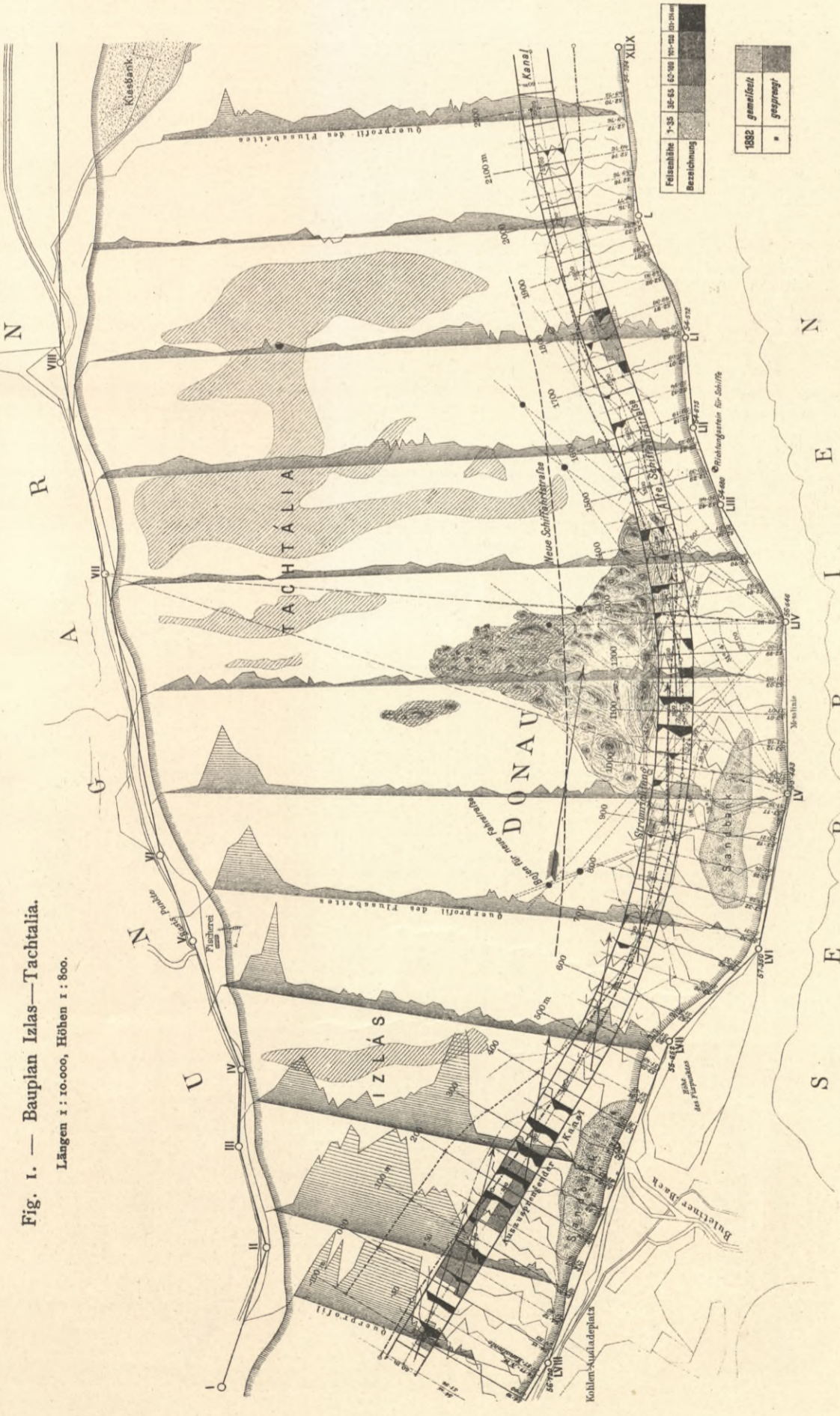


Fig. 2. — Massenlängenprofil Jucz.  
Längen 1 : 4000, Höhen 1 mm = 0.2 m<sup>2</sup>.

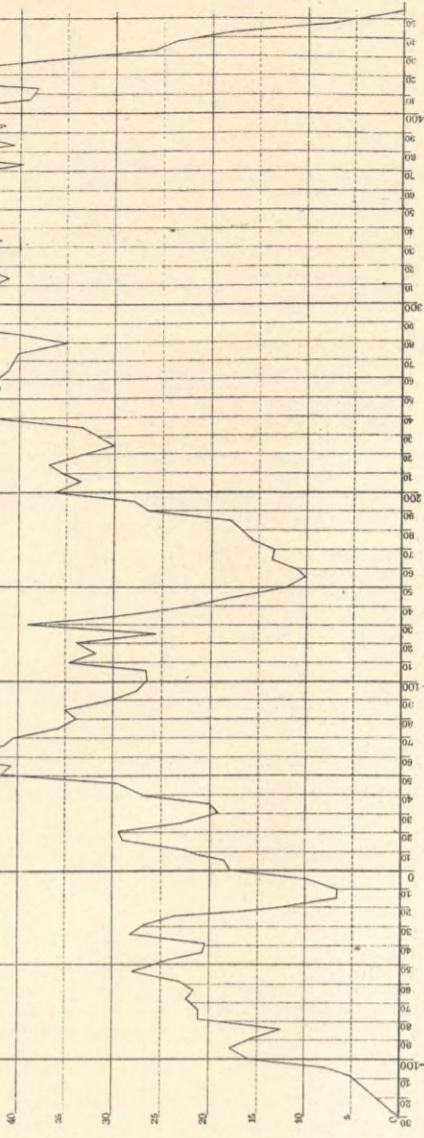


Fig. 3. — Arbeitsplan Jucz.  
Längen 1 : 4000, Höhen 1 : 500.

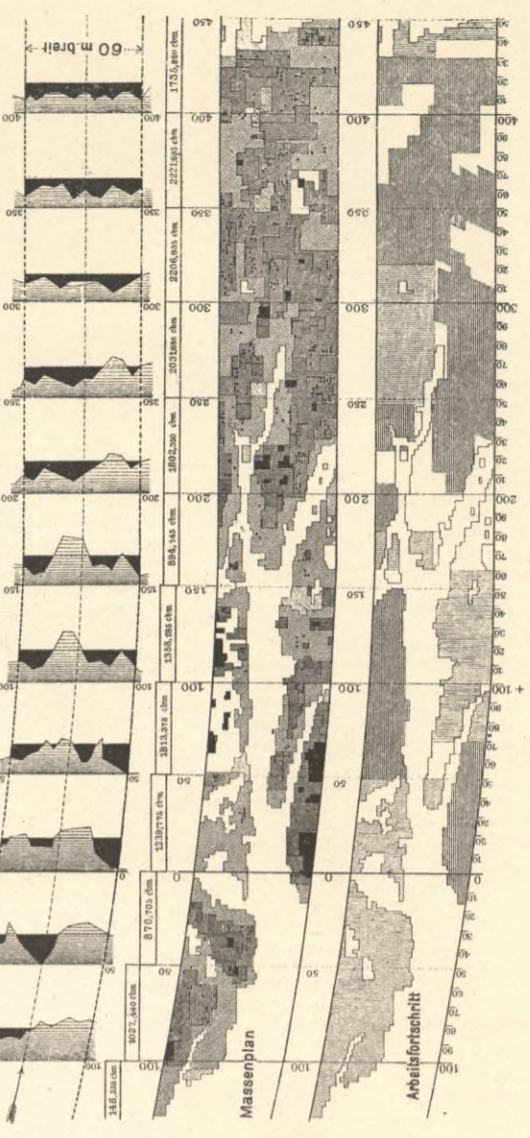


Fig. 4. — Die Schiffbarkeit der Donaukatarakte in den Jahren 1840 bis 1897.

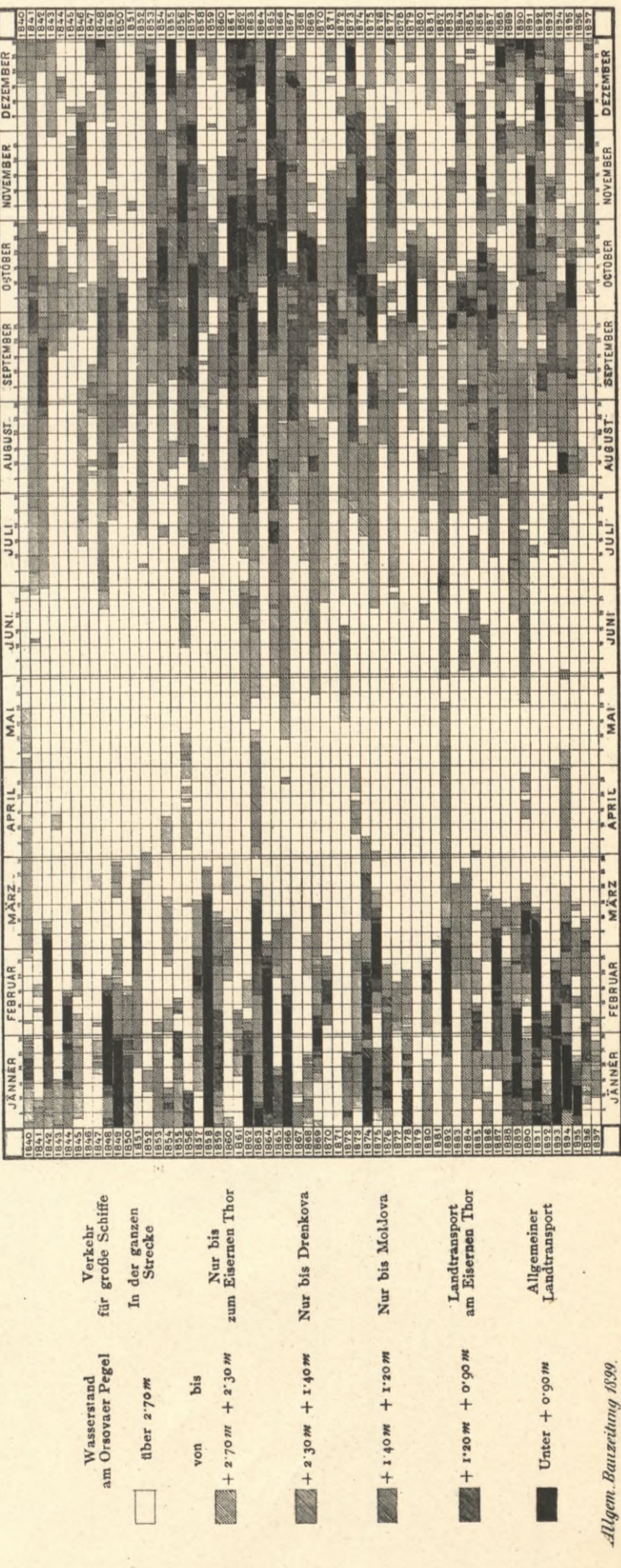
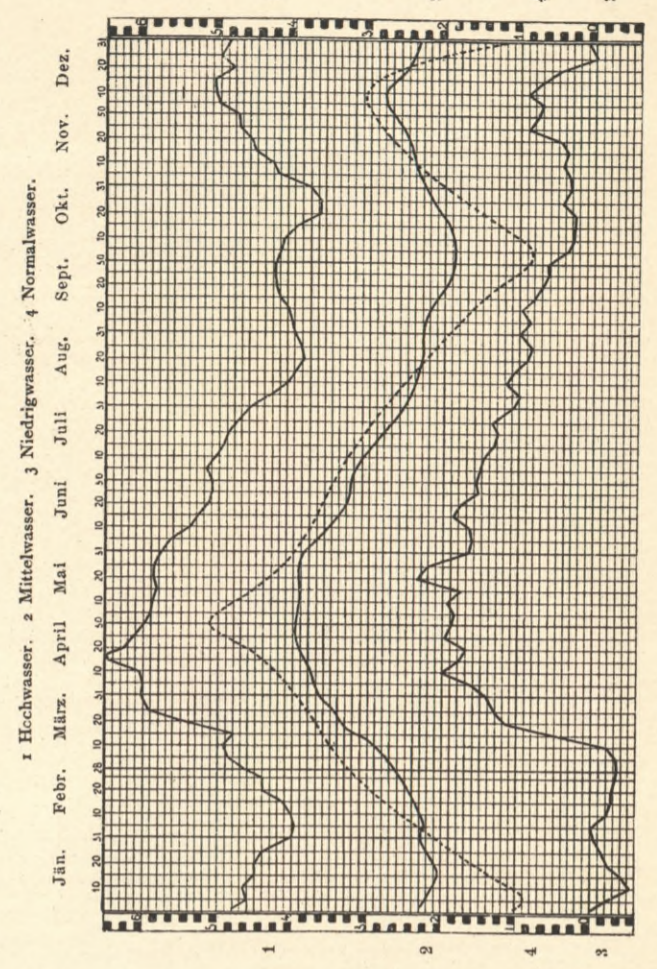


Fig. 5. — Durchschnittliche Gestaltung der Wasserstände am O. P. 1840 bis 1895.

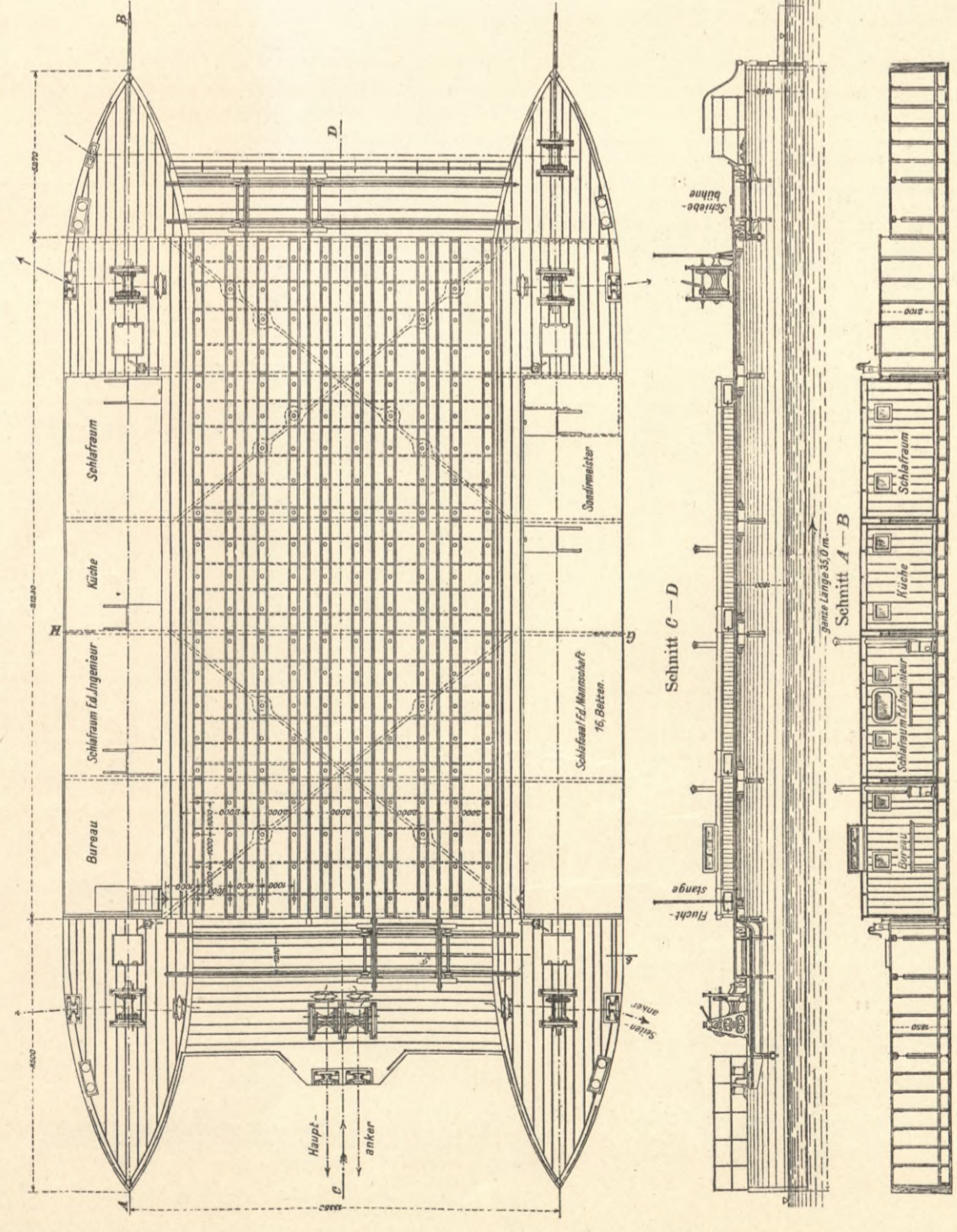


1 Hochwasser, 2 Mittelwasser, 3 Niedrigwasser, 4 Normalwasser.  
Jän. Febr. März. April Mai Juni Juli Aug. Sept. Okt. Nov. Dez.



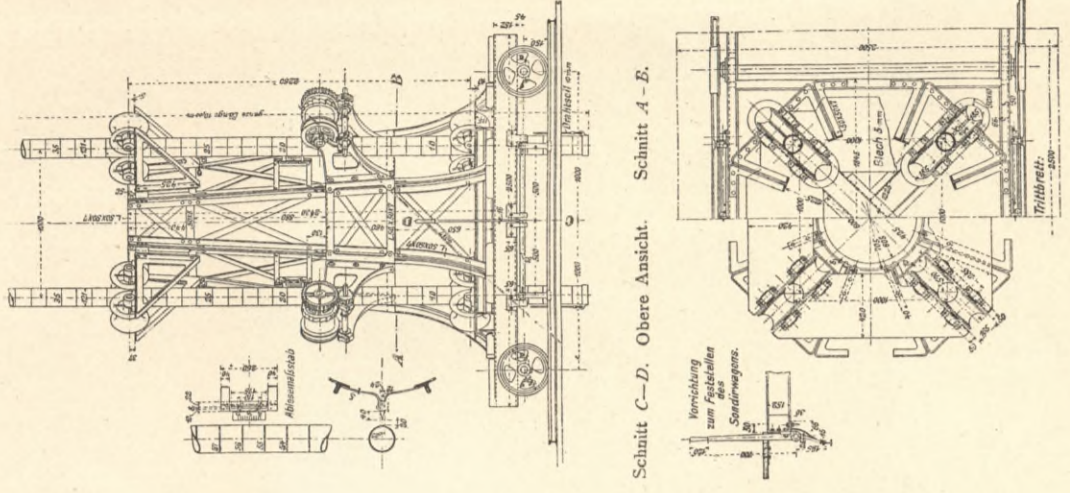
Von Ingenieur Paul Klunzinger.

**Fig. 1. — Peilschiff.**  
1 : 200.  
Grundriss.

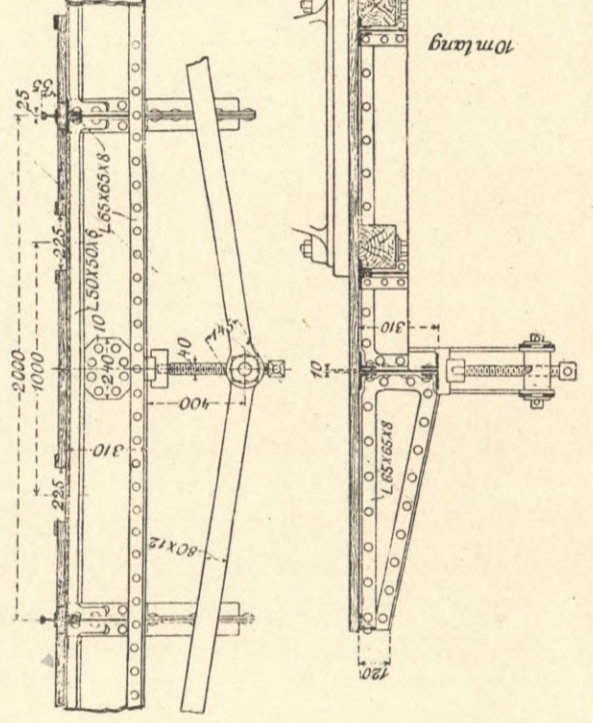


**Fig. 1 und 2**  
Darstellung und Details des Peilschiffes  
und des Peilwagens.

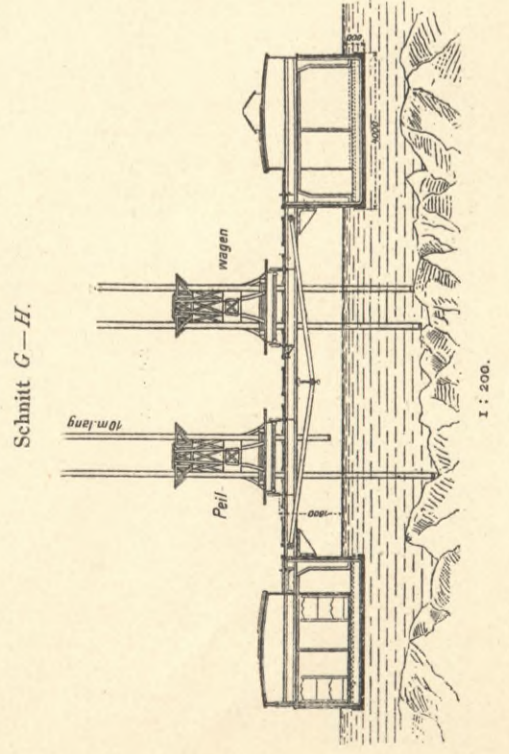
**Fig. 2. — Peilwagen.**  
1 : 50.



Zu Schnitt G-H, Fig. 1.  
1 : 30.



Vordere Querbühne. (Zu Schnitt C-D, Fig. 1.)  
1 : 30.



Schnitt G-H.  
1 : 200.

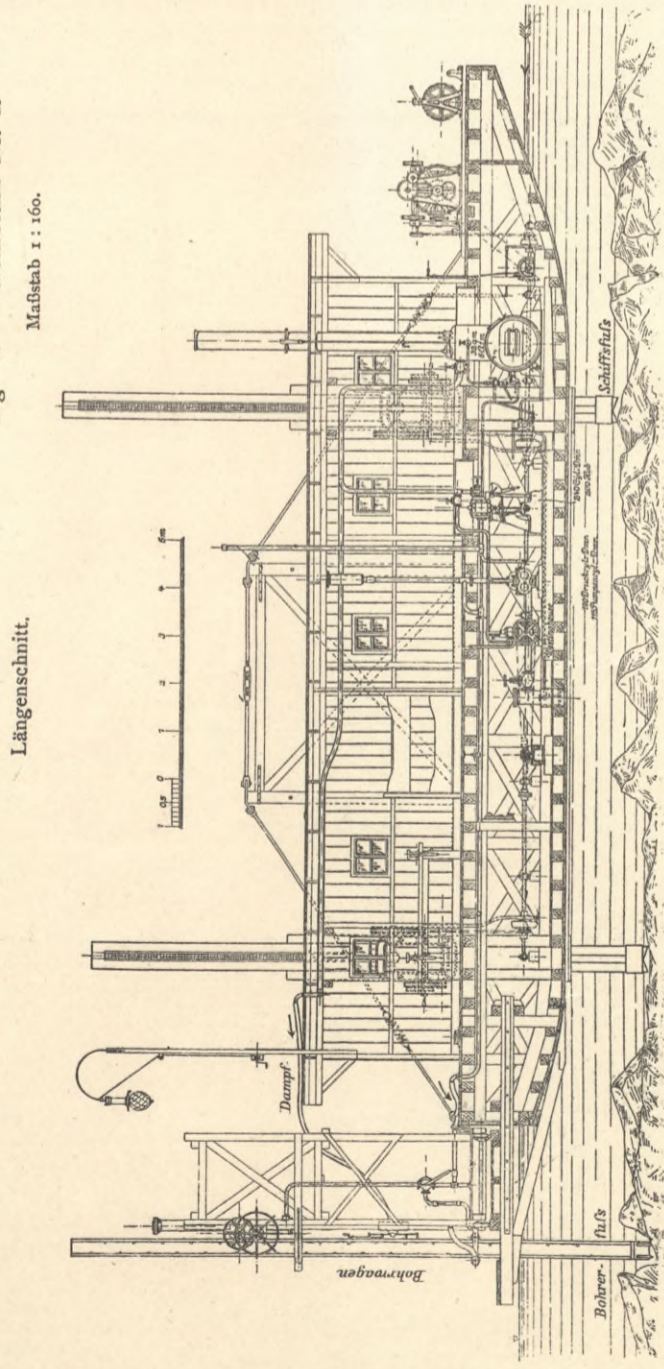




**DIE REGULIERUNG DES EISERNEN THORES UND DER ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU**  
sowie die Ergebnisse der Grobsschiffahrt nach deren Eröffnung am 1. October 1898.

Von Ingenieur Paul Klunzinger.

Fig. 1. — Bohrschiff Nr. I.  
Maßstab 1 : 160.



Rückansicht.

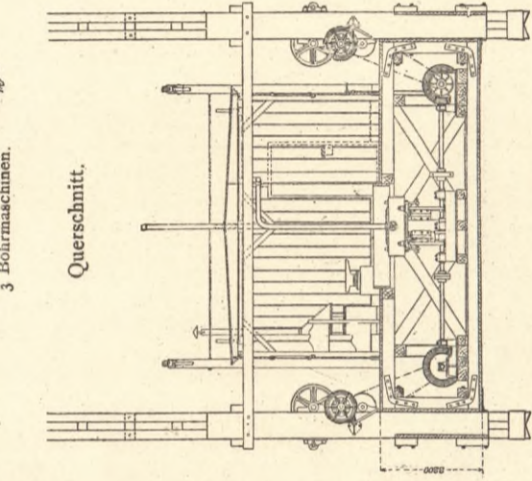
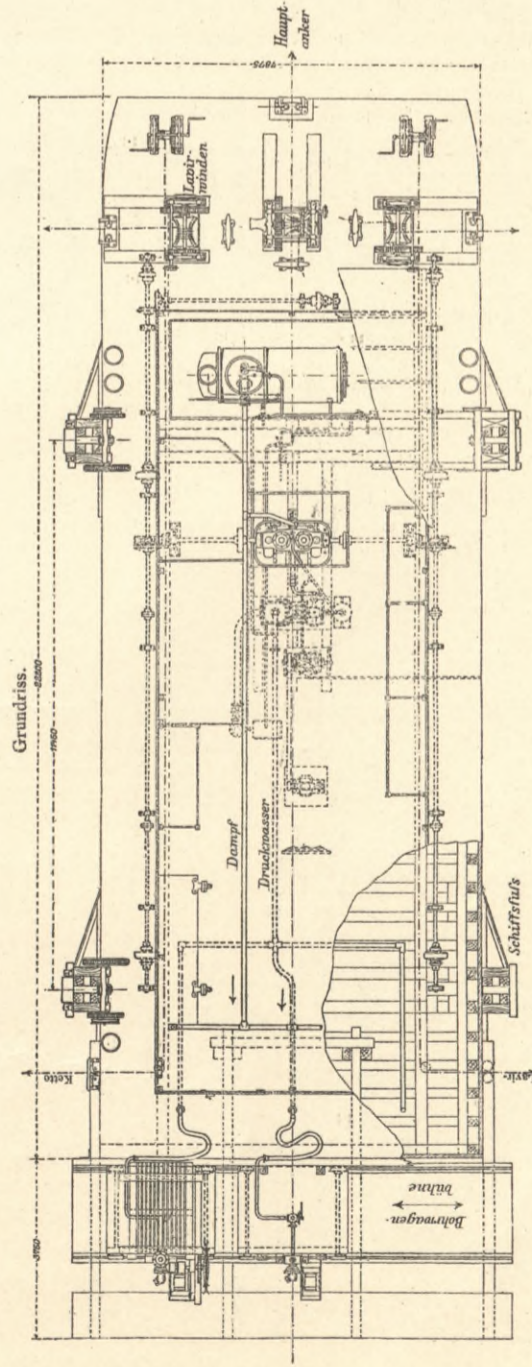
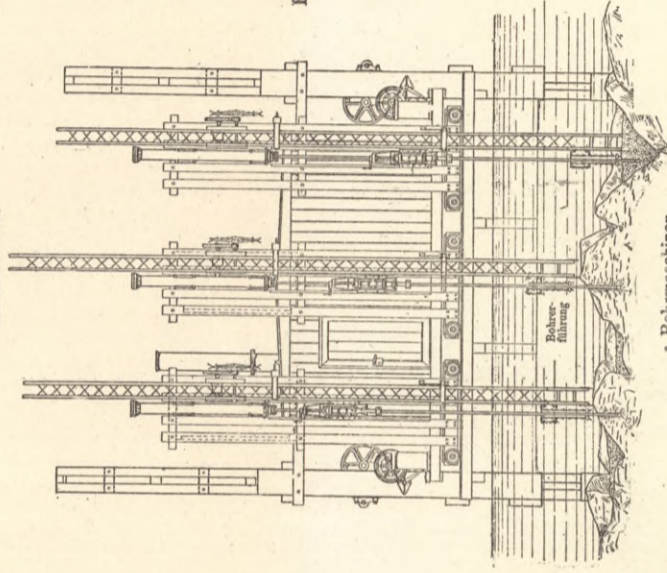
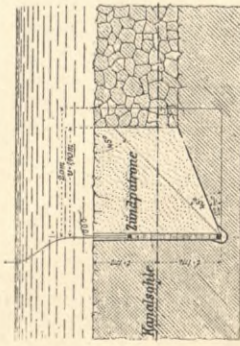


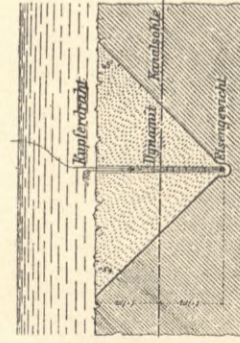
Fig. 7. — Anlage und Laden der Bohrlöcher.

1 : 120.

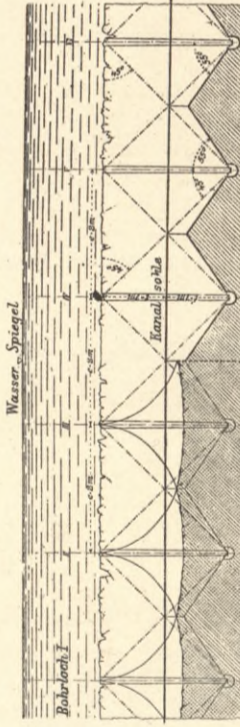
Schnitt L.



Schnitt A.



Schnitt B.



Details zum Bohrschiff.

Fig. 2. — Schlitzrohrhalter  
am Bohrerführungsfuß.

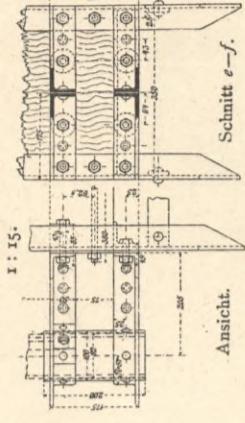


Fig. 3. — Schlitzrohrschloss  
am Bohrwagen.

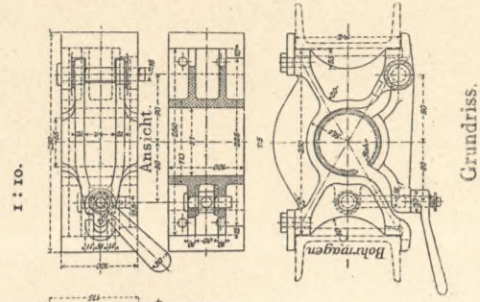


Fig. 8.  
Elektrische Zündpatrone.

1 : 6.

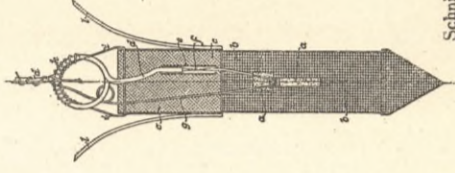
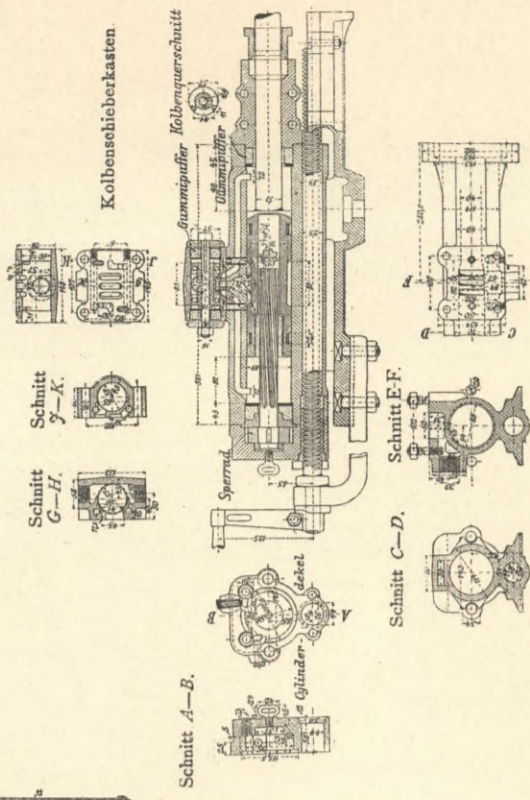


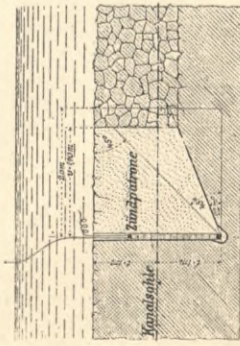
Fig. 4. — Ingersoll-Stoßbohrmaschine.

1 : 15.



Zylinder der Stoßbohrmaschine.

Schnitt Q.



Schnitt B.

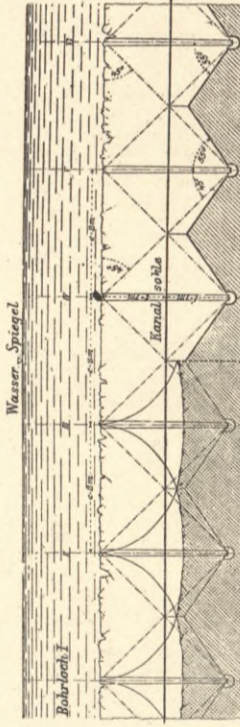


Fig. 5. — Stoßbohrer.

1 : 10.

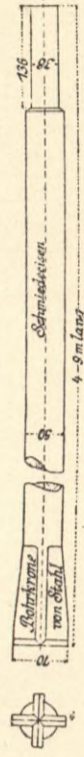
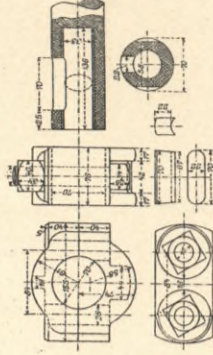


Fig. 6. — Bohrerbefestigung.

1 : 10.



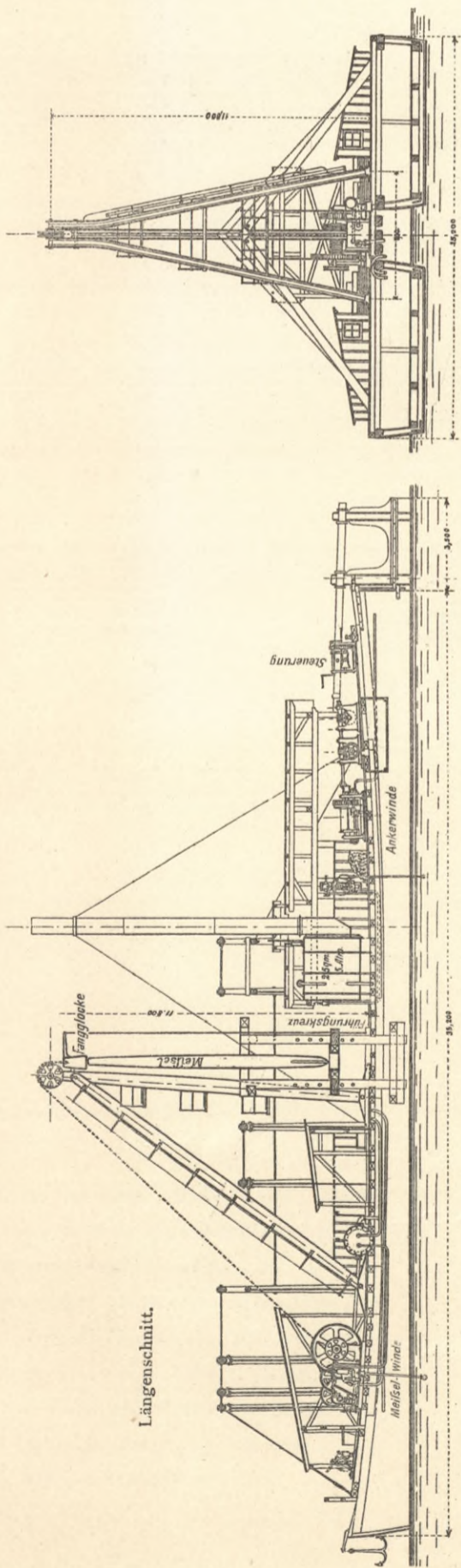


DIE REGULIERUNG DES EISERNEN THORES UND DER ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU  
sowie die Ergebnisse der Großschiffahrt nach deren Eröffnung am 1. October 1898.

Von Ingenieur Paul Klunzinger.

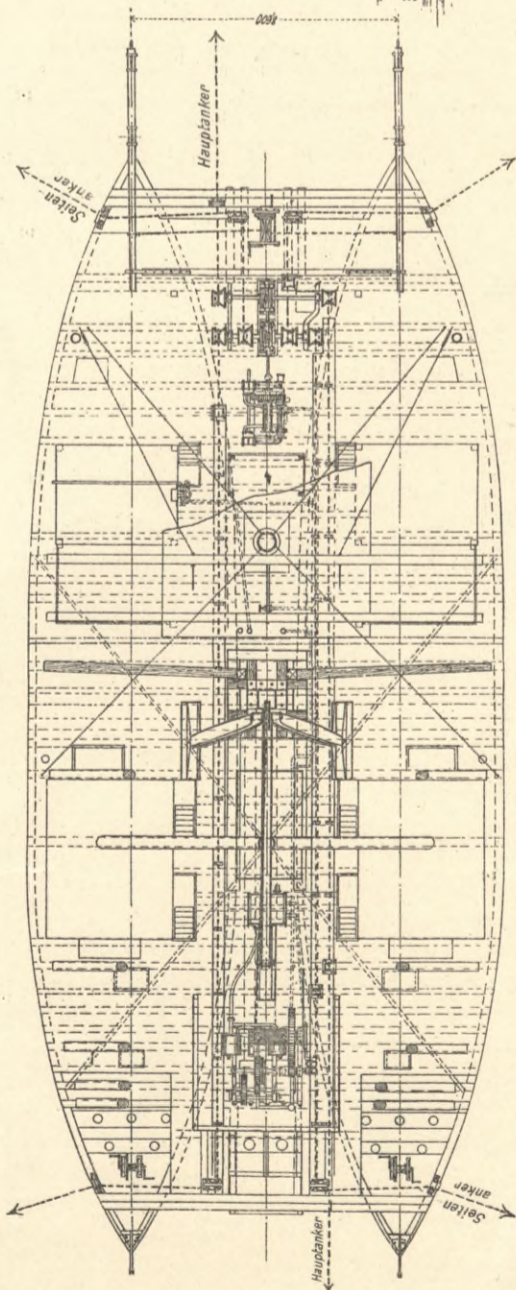
Fig. 1. — Fallmeißel-Schiff Nr. I.

1 : 240.



1 : 240.

Grundriss.



Querschnitt.

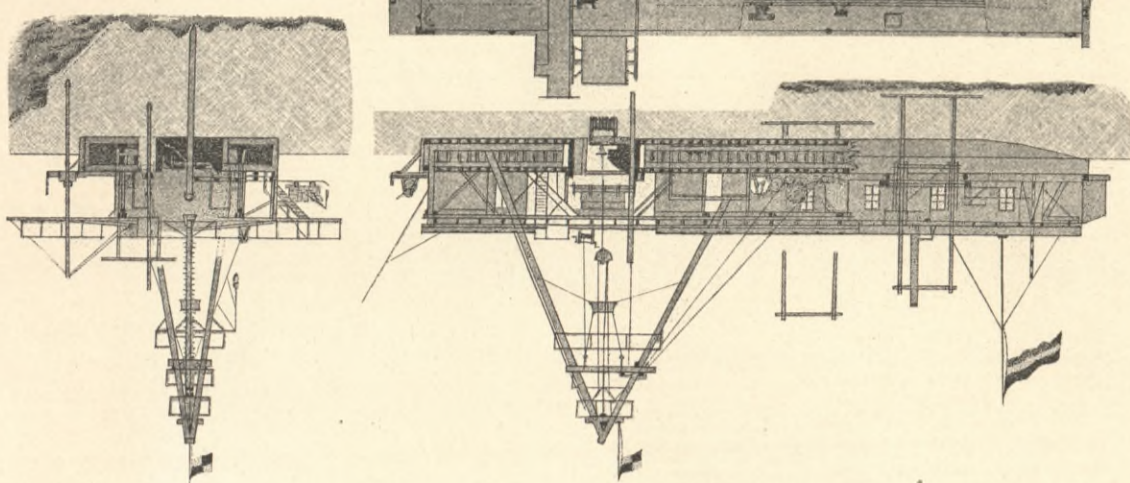
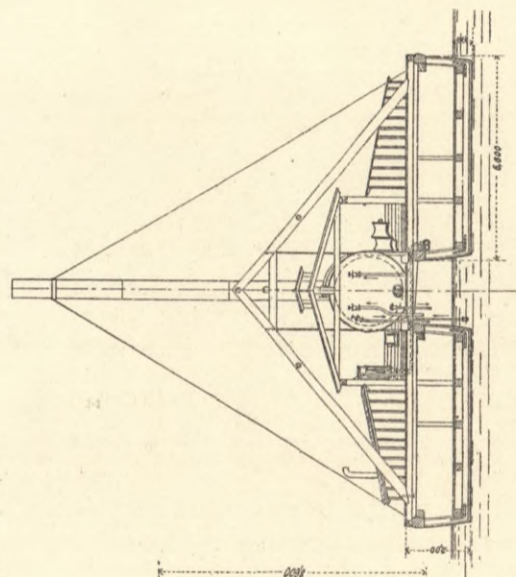
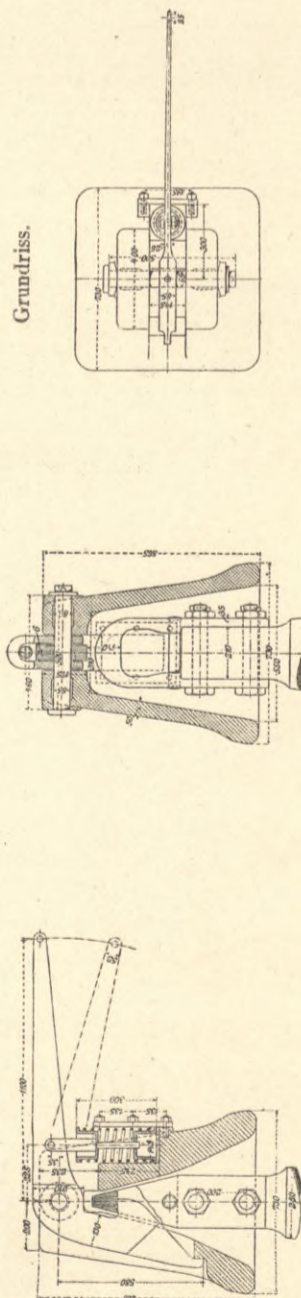


Fig. 4. — Das Universalschiff.

Fig. 2. — Fanglocke für den Fallmeißel.

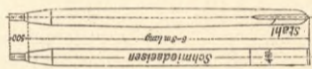
1 : 30.



Grundriss.

Fig. 3. — Fallmeißel.

1 : 200.





# DIE REGULIERUNG DES EISERNEN THORES UND DER ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU sowie die Ergebnisse der Großschifffahrt nach deren Eröffnung am 1. October 1898.

Von Ingenieur Paul Klunzinger.

## Schiffzugergebnisse und Wasserverhältnisse im Eisernen Thor-Canal.

Fig. 1. — Zugkraftbilder der Schiffzugversuche mit dem Haspelschiff.

Zugkraft:  
Bei der Fahrgeschwindigkeit  
 $v = 1 \text{ km/St.} = 0.28 \text{ m/Sec.}$   
und einem Wasserstande von  $\pm 6.25 \text{ O.P.}$

Schiffsabmessungen:  
764 t: 61.1 m, 9.2 m, 2.0 m.  
610 t: 58.1 m, 8.0 m, 2.0 m.  
377 t: 54.6 m, 6.5 m, 1.9 m.

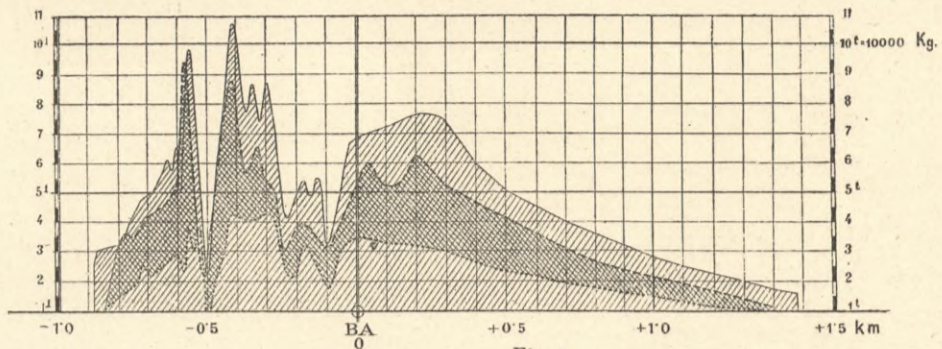


Fig 2  
Oberflächengeschwindigkeit bei einem Wasserstande  
von  $\pm 6.25 \text{ m O.P.}$

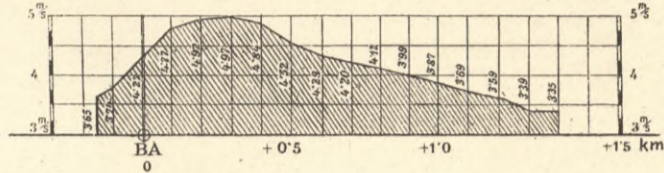
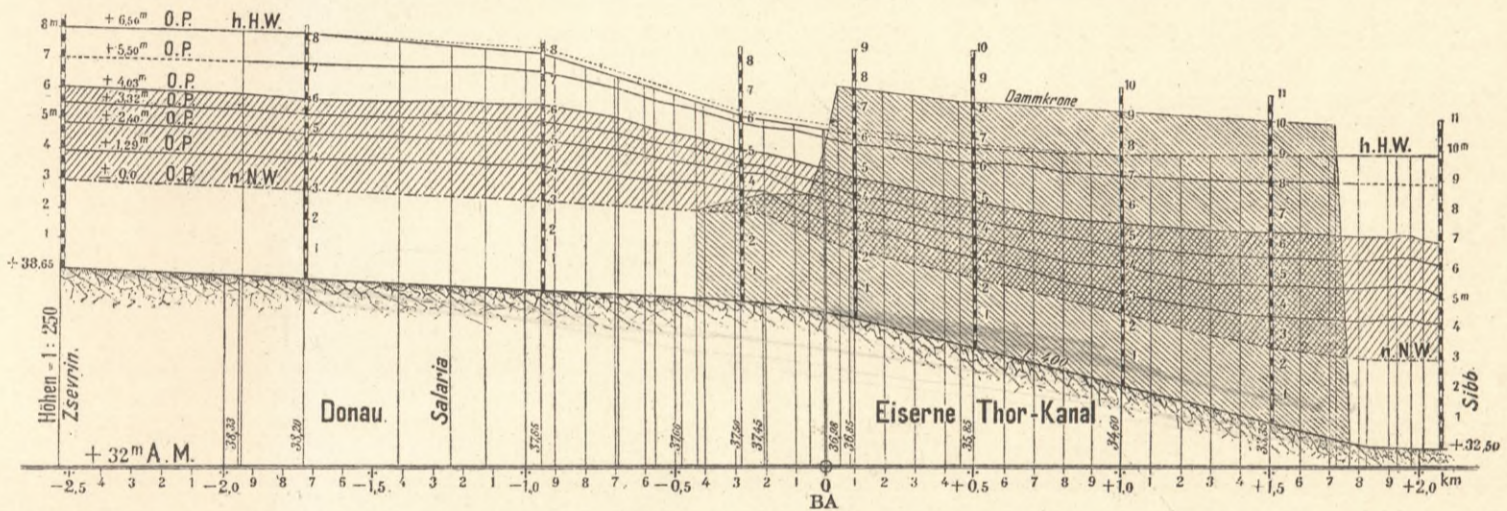


Fig. 3. — Längenschnitt durch den Eisernen Thor-Canal, mit den Wasserspiegel-Gefällslinien.



Längen 1 : 25 000, Höhen 1 : 250.

Fig. 4. — Lageplan des Eisernen Thor-Canals.

Maßstab 1 : 25 000.

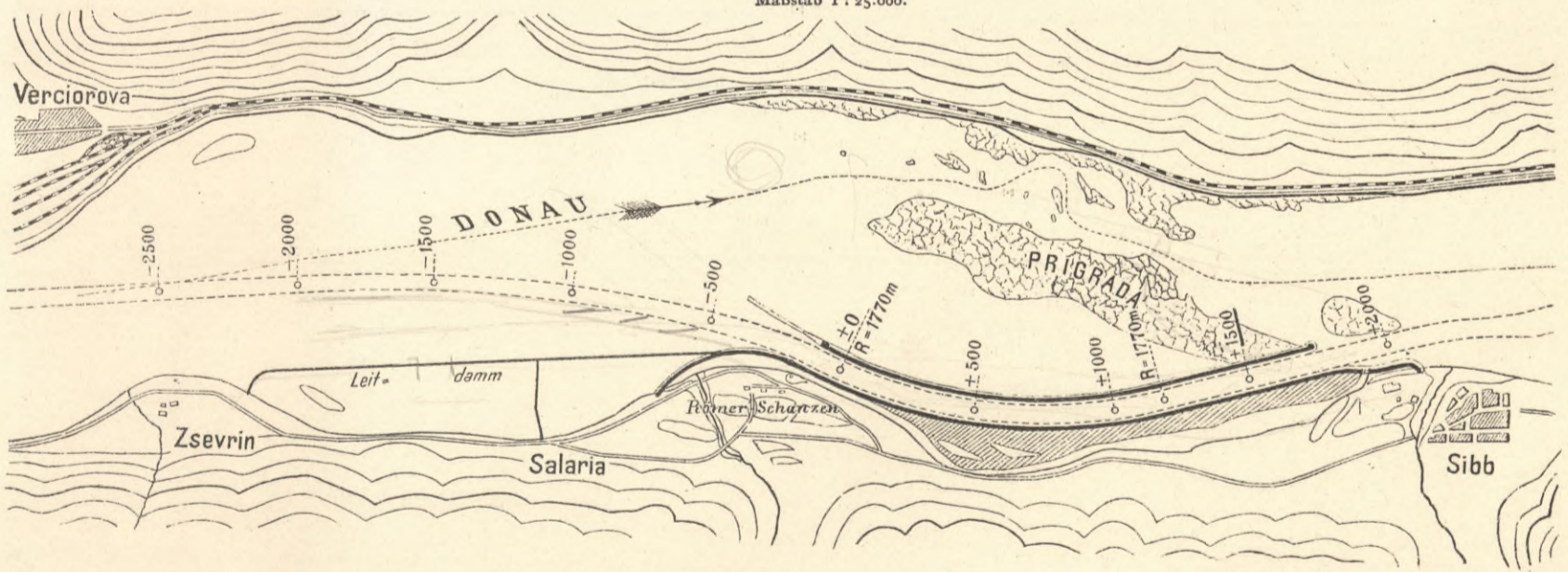
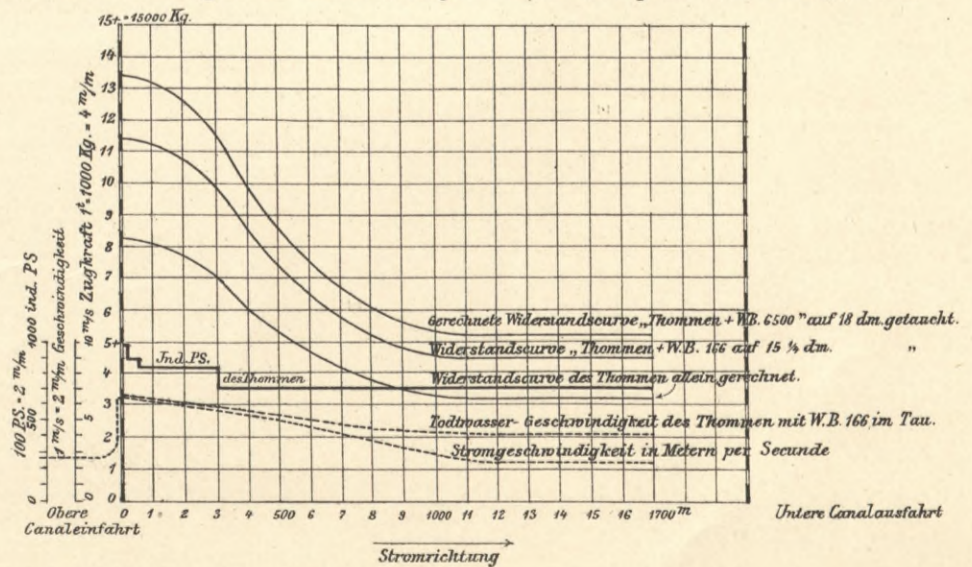


Fig. 5. — Schiffzugergebnisse und Widerstandscurven nach den Erhebungen der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft.

Widerstandscurve für einen Schleppdampfer, welcher ein auf 1.8 m getauchtes Warenboot Kategorie 6500 durch den Eisernen Thor-Canal ziehen soll, abgeleitet aus den Zugversuchen mit Schleppdampfer „Thommen“ am 18. März 1896 mit dem auf 264 t belasteten Warenboot Nr. 166 im Tau, und aus den bei Budapest 1895 vorgenommenen Widerstands-Erhebungen der verschiedenen Schiffs-Kategorien der Ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft.



Längen 1 : 25 000.

Allgem. Bauzeitung 1899.











POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
BIBLIOTEKA GŁÓWNA

V 34523  
L. inw.

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000304078