

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

4473

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294633





DIE REGULIRUNG  
DES  
EISERNEN THORES

UND DER ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU



# DIE REGULIRUNG DES EISERNEN THORES

UND DER  
ÜBRIGEN KATARAKTE AN DER UNTEREN DONAU

VON

BÉLA V. GONDA

SECTIONS-RATH IM KÖNIGL. UNG. HANDELS-MINISTERIUM, LEITER DER BINNENSCHIFFFAHRTS-,  
DONAU-KATARAKTEN-REGULIRUNGS- UND HAFENBAUTEN-ABTHEILUNG, PRIVAT-DOCENT AM KÖN.  
UNG. POLYTECHNIKUM IN BUDAPEST, DIRECTOR DER FRANZENS-CANAL-ACTIEN-GESELLSCHAFT,  
REDACTEUR DES POLITECHN. WOCHENBLATTES «GAZDASÁGI MÉRNÖK»

*H. Nr. 21308*

MIT KARTE UND 100 IM TEXTE GEDRUCKTEN ILLUSTRATIONEN



BUDAPEST

BUCH- UND STEINDRUCKEREI ACTIEN-GESELLSCHAFT ORSZÁGGYÜLÉSI ÉRTESÍTŐ

1896.

*4.43*  

---

*69*

DIE REGIERUNG

MINISTERIUM DER KUNST- UND WISSENSCHAFTEN

*Alle Rechte vorbehalten.*

—...—

AUCH IN UNGARISCHER UND FRANZÖSISCHER SPRACHE ERSCHIENEN.

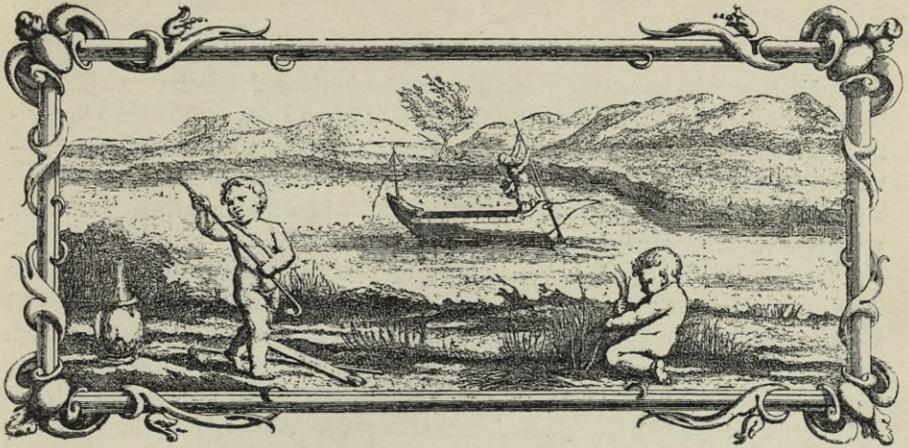


Uebersetzung aus dem Ungarischen.

114473

Akc. Nr.

Akc. Nr. 2567/50



## I. CAPITEL.

### Beschreibung der Katarakten-Strecke der unteren Donau.

Der Donaustrom hat als ein Band, das West und Ost verknüpft, schon in den ältesten Zeiten eine bedeutende Rolle im Verkehr der Völker gespielt. Von Donau-Eschingen an, wo er dem Schwarzwalde entquillt, bespülen seine Wellen ein Ufergebiet, reich an Naturschönheiten und an geschichtlichen Denkmälern, bis nach einem Wege von nahezu 2860 *km.*, seine Wogen, von Gewässern aus neun Ländern angeschwellt, sich in das Schwarze Meer ergiessen.

Auf der abwechslungsreichen, langen Strecke, welche dieser Strom durchfließt, wird derselbe, nachdem er Baden und Württemberg verlassen, bei Regensburg in Bayern schiffbar, gelangt bei Passau auf österreichisches Gebiet, welches er nach einem Laufe von 351 *km.* verlässt, um von Dévény an bis Semlin in einer Länge von 745 *km.* ausschliesslich auf ungarischem Gebiete zu fließen, während von da bis zur ungarisch-rumänischen Grenze unterhalb Orsova seine Wellen in einer Ausdehnung von 226 *km.* links das ungarische und rechts das serbische Ufer bespülen. Nach einem weiteren Wege von 957 *km.* mündet die Donau ins Schwarze Meer ein.

Eben der mittlere Theil der Donau ist es also, welcher Ungarn durchströmt, und welcher sowohl in Bezug auf Naturschönheiten, als in seiner geschichtlichen Vergangenheit dem Beschauer und dem Forscher das bunte Bild darbietet.

Und gerade jene Gegenden dieses Abschnittes der Donau, welche an malerischen Landschaften am reichsten ist, ist die der Schifffahrt ungünstigste: es ist dies die sogenannte ungarische Donau, mit ihren felsend- und klippenreichen Ufern, an welchen bizarre Formationen von Felsenriffen mit dem frischen Grün der Wiese, mit, in den lebhaftesten Farben prangenden Laubwäldern abwechseln:

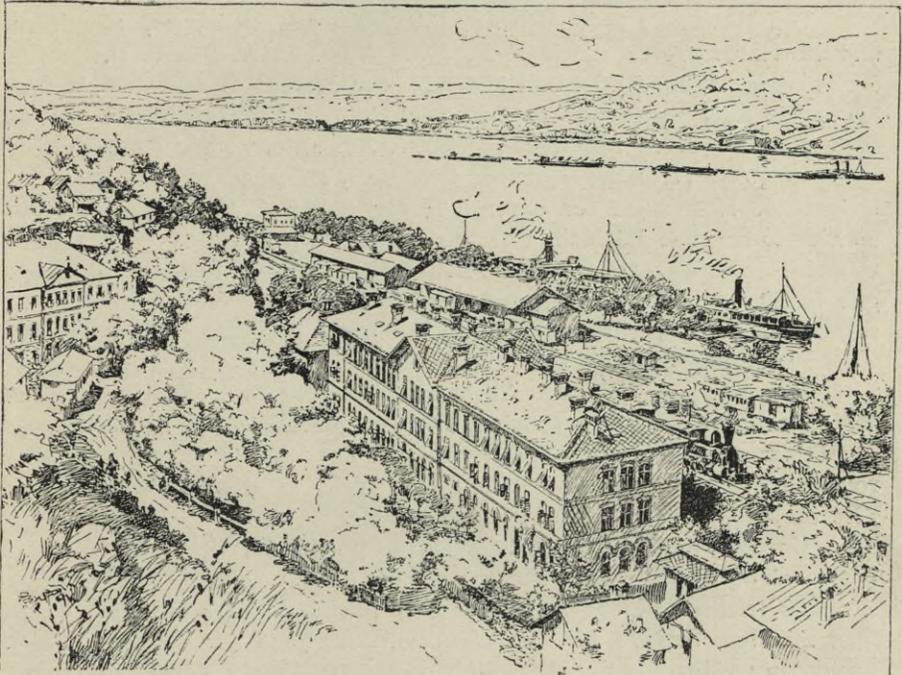
Doch die ungarische Donau und auch dieser an Katarakten reiche Abschnitt derselben verdanken ihre grosse Bedeutung nicht dieser, fast einzig dastehenden malerischen Uferlandschaft, nicht dem gefahrbergenden Laufe der Wellen, sondern jener hervorragenden Rolle, zu welcher dieser Strom, als der natürlichste Lebensfaden des Verkehrs berufen ist, als ein Vermittler der friedlichen Annäherung der Völker, als ein Förderer ihres Handelsverkehrs, ihrer wirthschaftlichen und culturellen Entwicklung, als ein Band, welches die Cultur des Westens mit den Naturschätzen des Ostens vereinigt.

Und wenn wir nach der Vergangenheit forschen, welche diese erhabene Schöpfung der Natur zu Stande gebracht, wenn unser Blick sich ins nebelumwobene Dunkel längst vergangener Zeiten, unzählbarer Jahrtausende zu vertiefen sucht: so bietet sich dem Fachmann in den Gestaltungen der Felsen, in der auffallend bizarren Entwicklung der Erdkruste ein Bild geologischer Evolutionen riesigen Umfanges dar.

Mit dem unbemerkt sanften Falle der ungarischen Tiefebene und mit dem damit schritthaltenden sanften Ansteigen der südöstlichen Gebirge beginnt die Donau einen harten Kampf, um sich in die Felsenriffe einen Weg zu bahnen und aus dem ungarischen Kessel in die rumänische Ebene zu gelangen. Dieser stille aber ununterbrochene Kampf, dessen Ursprung sich in die Unendlichkeit unergründlicher Zeiten verliert, hat auch heute sichtbare Spuren im Bette und im Wasserlaufe des Stromes zurückgelassen, welche beide lebendige Zeugen dessen sind, dass der Kampf zwischen Wasser und Felsen auch heute noch nicht aufgehört hat und wer weiss, wenn er aufhören würde, wenn nicht Menschenkraft und Menschenverstand dem Wasser zu Hilfe eilen.

Und wahrlich, wer die Wasserlaufverhältnisse in ihrer fast unzählbaren Variationen zu studiren, die Gesetze des Wasserlaufes zu erforschen wünscht, kann kaum ein geräumigeres, abwechslungsreicheres Gebiet für seine Forschungen finden, als die untere Donau. Die, die Gestaltung des Wasserlaufes beeinflussenden Factoren, die Breite des Flussbettes, die Wassertiefe, das Gefälle und die überhaupt ohne jeden Uebergang vor sich gehenden rapiden Aenderungen des Wasserlaufes werden dem Beschauer, dem forschenden Fachmanne rethselhaft, will er das Gesetz suchen, welches die zu Tage tretenden Erscheinungen hervorruft, will er den Schlüssel finden, um aus diesem gefährlichen Labyrinth auf eine sichere Basis zu gelangen und den unbändigen Strom zu einer gewissen Regelmässigkeit zu zwingen, um sich auf demselben für immer eine freie unbehinderte Schifffahrt zu sichern.

Es gibt hier Abschnitte, wo der Strom 1000, ja 2000 Meter breit ist, während derselbe auf anderen Stellen auf 170 bis 200 Meter eingengt wird; seine Tiefe wechselt ebenfalls rapid von einem halben Meter bis zu 50 Metern; seine Geschwindigkeit per Secunde von einem halben Meter bis zu 5 Metern. Auf seichte Stellen folgen ohne jeden Uebergang auf plötzlich die schrecklichsten Katarakte, während der gefahrdrohendste Strudel wieder urplötzlich in ein stilles Wasser übergeht. Dort, wo bei hohem Wasserstande ein wellenloser, glatter Wasserspiegel das Auge erfreut, stürzen sich bei niedrigem Wasserstande sprudelnd und schäumend die Wogen über die Felsenriffe; an anderen Stellen wieder ist der



Bázias.

Wasserspiegel gerade bei niedrigem Wasserstande still und ruhig, während bei hohem Wasser die Wellen in sausendem Wirbel, als gefährlicher Katarakt zu Thale gehen, auch dem stärksten Schiffe Untergang drohend, welches leichtfertige Hände ihrem Strudel überlassen.

Wer also die untere Donau in ihrer Wirklichkeit kennen lernen will, der muss dieselbe bei den verschiedensten Wasserständen besonders beobachten, denn nur auf diese Weise kann er sich einen richtigen Begriff von diesem Labyrinth eines Wasserlaufes machen.

Bei Bázias verlässt die Donau die ungarische Ebene. Diese kleine Colonie ist zugleich der Endpunkt der Temesvár-Báziáser Eisenbahn und so der Mittelpunkt des dortigen Verkehrs. Von diesem Punkte an beginnt

eigentlich die untere Donau. Von hier an begleiten Berge ihren Lauf, wenn auch vorerst bloß auf dem linken Ufer. Hier erreicht die Donau jenen überaus wirren Gebirgscomplex, welcher einst die serbischen Karpathen und den Balkan verbindend, den freien Lauf der Donau und der übrigen Gewässer der ungarischen Tiefebene hindernd im Wege stand. Bei Baziás entsteigt der Ebene auf dem linken Ufer das aus Schieferkristallen bestehende Lokvagebirge, welches die Donau bis nach Alt-Moldova begleitet. Gleichsam ein Ausläufer dieses Gebirges ist das auf dem jenseitigen Ufer emporsteigende Ramagebirge, welches mit seinem, ebenfalls aus Kristallschiefeln bestehenden Massen in Gestalt eines schmalen Grabes noch eine Weile nach Süden verläuft.

Von Baziás an setzt sich das Ufergebiet aus niedrigem, alluvialem und diluvialem Terrain zusammen. Etwa 4 km. unter Baziás theilt sich der Strom, die Insel Ostrovo bildend; der Nebenarm ist aber viel zu klein, als dass demselben in Bezug auf die Schifffahrt irgend welche Bedeutung zugeschrieben werden könnte. Am untern Ende dieses Nebenarmes liegt die serbische Gemeinde Gradistye, unterhalb welcher der erste bedeutende Nebenbach der unteren Donau zufließt. Es ist dies das aus Serbien kommende Bächlein Pek, an dessen Thal, sowie an die erwähnte Gemeinde sich alte geschichtliche Denkmäler knüpfen. Römische Colonien gab es hier in alten Zeiten und zur Zeit des Ptolomeus wohnten die sogenannten „Pincencer“ hier, die ausgedehnten Bergbau trieben und von denen auch das Bächlein Pek seinen Namen erhielt.

Von hier aus bis nach Alt-Moldova, welches von Baziás ungefähr 25 km. entfernt ist, gibt es nichts, was den gleichmässigen normalen Lauf der Donau stören würde. Dieser Abschnitt des Flusses ist zwar ziemlich reich an Sandbänken und Gerölle, doch nicht in solchem Maasse, dass dies ein Schifffahrtshinderniss bilden könnte.

Ungefähr 7 km. von Alt-Moldova, im Thale, liegt Neu-Moldova (gegenwärtig mit 3400 Einwohnern), wo die Römer ebenfalls ausgedehnten Bergbau trieben. Besonders gab es dort reiche Kupferbergwerke, welche aber mit dem Verfall der römischen Herrschaft und zur Zeit der Völkerwanderung völlig eingingen. Später, nach Beendigung der Türkenkriege, nach dem Frieden von Passarowitz, versuchte der siegreiche Erzherzog Eugen von Savoyen sowohl in dieser Gegend, als auch in Pekthal den einst blühenden Bergbau wieder ins Leben zu rufen, doch konnte dieser selbst bis heutzutage nicht wieder jene Stufe erreichen, auf welchem er zur Zeit der römischen Herrschaft gestanden. In Alt-Moldova (gegenwärtig eine Gemeinde mit 2000 Einwohnern) liess im vergangenen Jahrhunderte der österreichische General und Gouverneur Mercy auch eine kleine Festung bauen, doch wurde diese nach dem Belgrader Frieden geschleift.

Der freie Abfluss der Donau stösst bei Alt-Moldova auf das erste umfangreichere Hinderniss, welches aber nicht so geartet ist, dass es geeignet wäre die Schifffahrt wesentlich zu beschränken. Das Bett des Flusses bildet hier in einer Länge von ungefähr 9 km. eine emporragende

Hochebene, in deren Felsenriffe der Strom sich nicht gehörig einzubetten vermochte, daher er denselben lieber auswich und sich in zwei grosse Arme theilend, durch die Breite ersetzen wollte, was er an Tiefe nicht zu erreichen vermochte. In diesem 9 *km.* langen Abschnitte beträgt die Wassertiefe bloß 2—3 Meter unter der Oberfläche des kleinsten Wassers, während die Breite der beiden Arme zusammen mehr als 2 *km.* beträgt. Auch das Gefälle des Wasserspiegels ist hier ein verhältnissmässig sehr geringes, nicht ganz 8 *cm.* per *km.* und gerade deshalb häuft der Strom das bis hierher gebrachte Gerölle in diesem Abschnitte in grossem Maasse auf, wodurch die ungefähr 5 *km.* lange und 2½ *km.* breite Moldovaer Insel und eine ganze Reihe der bald kleinern, bald grössern ständigen und wandernden Geschiebebänke gebildet wird.

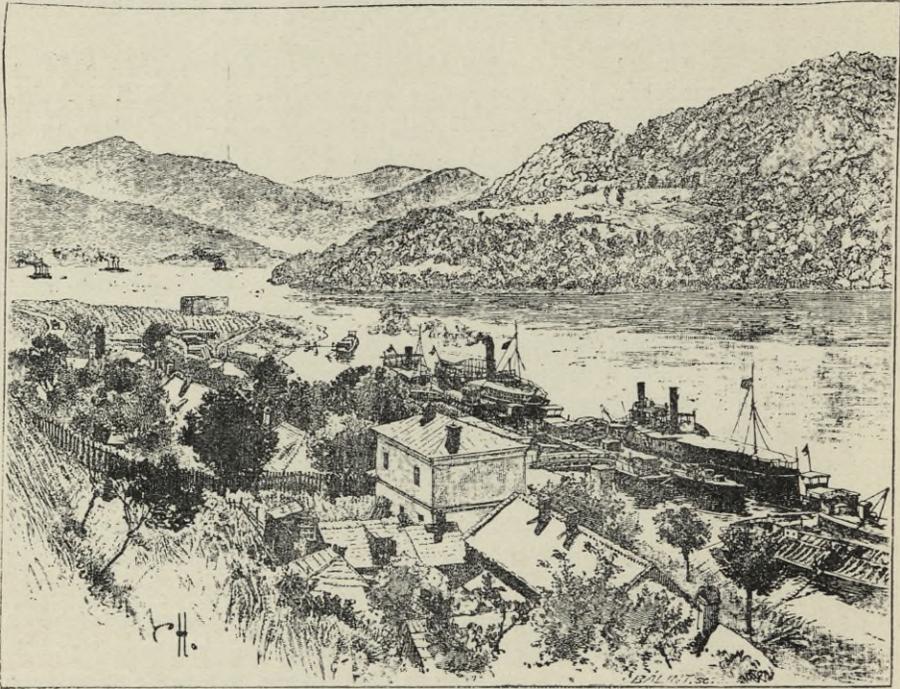
Erst nachdem die Donau diese Insel- und Geschiebegruppe verlassen, tritt sie zwischen jene Felsenriffe ein, welche sozusagen Schritt für Schritt dem Abflusse Hindernisse entgegenstellen. Vom unteren Ende der Moldovaer Insel, wo das Bett ungefähr 2100 Meter breit ist, engt sich dasselbe bei einer Länge von 2 *km.* trichterförmig auf eine Breite von ungefähr 400 Meter ein. Schon bei der oberen Oeffnung dieses Trichters springen auf dem linken Ufer, in der Nähe der ungefähr 800 Einwohner zählenden Gemeinde Coronini, die aus Kalkgestein bestehenden Felsenriffe hervor, dessen aus dem Bette bei geringem Wasserstande auf ungefähr 6 Meter emporragende, einsame Spitze, der sogenannte „Babakaj“ den oberen Grenzstein der einen so gefährlichen Reichthum an Katarakten aufweisenden untern Donau bildet.

Und hier ist eigentlich der Schlüssel der ganzen untern Donau zu finden. Sehr wohl haben dies die kriegführenden Völker schon in den ältesten Zeiten gewusst und auch ausgenützt und die Ueberreste der an beiden Ufern gebauten römischen Castra liefern ein bedeutungsvolles Zeugniß der strategischen Wichtigkeit dieses Punktes. An die Stelle der römischen Castra kamen zur Zeit der türkischen Feldzüge das am serbischen Ufer liegende und in seinen Ruinen auch heute noch mächtige Golubác z (Galambóc z) und demselben gegenüber auf dem ungarischen Ufer die Ruine der Burg Lászlóvár, an welche sich so viele blutige Erinnerungen an Heldenthaten aus der Zeit der ungarisch-türkischen Kriege knüpfen.

Den Berg Golubác z lassen übrigens nicht nur diese malerischen Ruinen, sondern auch seine natürliche Gestaltung interessant erscheinen; der enthält auch eine grössere Höhle, welche aber, da sie vom Wasser überschwemmt ist, bis lange noch nicht untersucht werden konnte. Ueberhaupt gibt es in den dortigen Kalkbergen bald kleinere, bald grössere Oeffnungen und Höhlen in Fülle.

Nachdem die Donau die Moldovaer Hochebene verlassen, versucht sie nun, sobald ihr Bett zwischen die Felsen eingeeengt wird, an Tiefe zu ersetzen, was sie an Breite zu verlieren gezwungen war und von 2—3 Meter unter der Oberfläche des kleinsten Wassers, erreicht dieselbe plötzlich eine Tiefe von 20—25 Meter; in dieser Tiefe fliesst sie in ihrem

engen Bette ungefähr 5 *km.* lang dahin, bis dann mit der Verbreitung des Bettes die Tiefe abnimmt; dort, wo die Breite des Bettes sich wieder auf 1100 Meter ausdehnt, beträgt die Tiefe bloß 7 Meter unter Null. Unterhalb Alibeg tritt der Fuss der Berge in einiger Entfernung vom Ufer zurück und das Bett nimmt eine Breite bis zu 1100 Meter an, bis beim 44. *km.* von Baziás an gerechnet der Granitberg Gornya-Stenka mit seinen steilen Felsenriffen ins Bett eindringt, auf diese Weise den ersten, wenn auch minder bedeutenden Katarakt, die Stenka bildend; die bei niedrigem Wasserstande über dem Wasserspiegel sichtbare Felsenspitzen hindern die Schifffahrt und stören den freien Abfluss des Wassers.



Drenkova.

Nachdem wir den Katarakt Stenka, wo das Bett 900 Meter breit und in der Flussströmung auch bei dem kleinsten Wasserstande 4—6 Meter tief ist, verlassen haben, wird das Bett der Donau noch breiter, auf dem linken Ufer zieht sich der Fuss der Berge weiter zurück und der Ernst der Felsenriffe wird vom frischen Grün des Lubkovathales, welches von den Bächen Kamenicza und Oravicza durchrieselt wird, gemildert; das grosse Gerölle des Kamenicza-Baches engt selbst das Donaubett auf eine Breite von ungefähr 500 Metern ein. Kaum 4 *km.* von hier eröffnet sich uns das pittoreske Berzaszka-Thal mit der Gemeinde und dem Bache gleichen Namens; auf ungefähr 1 *km.* von hier befindet sich

ebenfalls am linken Ufer Drenkova, die obere Grenzstation der eigentlichen Katarakte der unteren Donau, der Umladungsplatz der Schiffe.

Oestlich von Berzaszka sind die Kristallschiefer ungefähr bis zu dem bei Kozla befindlichen Kohlenladungsplatz unmittelbar am Ufer zu finden.

Nach Drenkova ändert der Strom seine bisherige Richtung und nimmt, sich nach Süden krümmend, die Richtung nach Süd-Ost. Nachdem der Strom diese neue Richtung genommen, lässt er schon von Ferne das Getöse der Wasserstürze vernehmen und das Glitzern der schäumenden Wogen zeigt uns ihren Kampf mit der sich ihnen entgegenstellenden Felsenbank. Der Fuss des auf dem rechten Ufer einen Winkel bildenden Berges senkt sich hier nach abwärts tief in das Bett und die Felsenbank Kozla drängt die Strömung ganz an das linke Ufer, von wo die unmittelbar darauf folgenden Felsenriffe der wie eine scharfe Zunge nach abwärts sich ziehenden Felsenbank Dojke mit ihren emporragenden Spitzen den Abfluss des Wassers plötzlich beinahe im rechten Winkel ans rechte Ufer zwingen, wobei die in dem Strom hineinragenden steilen Felsenwände auch das Bett auf ungefähr 380 Meter einengen. Im Gebirge selbst, im Kozla-Thale und gegenüber dem auf dem serbischen Ufer befindlichen Gebirge gibt es auch Kohlenbergwerke, welche aber bislang keine grössere Bedeutung zu erreichen vermochten.

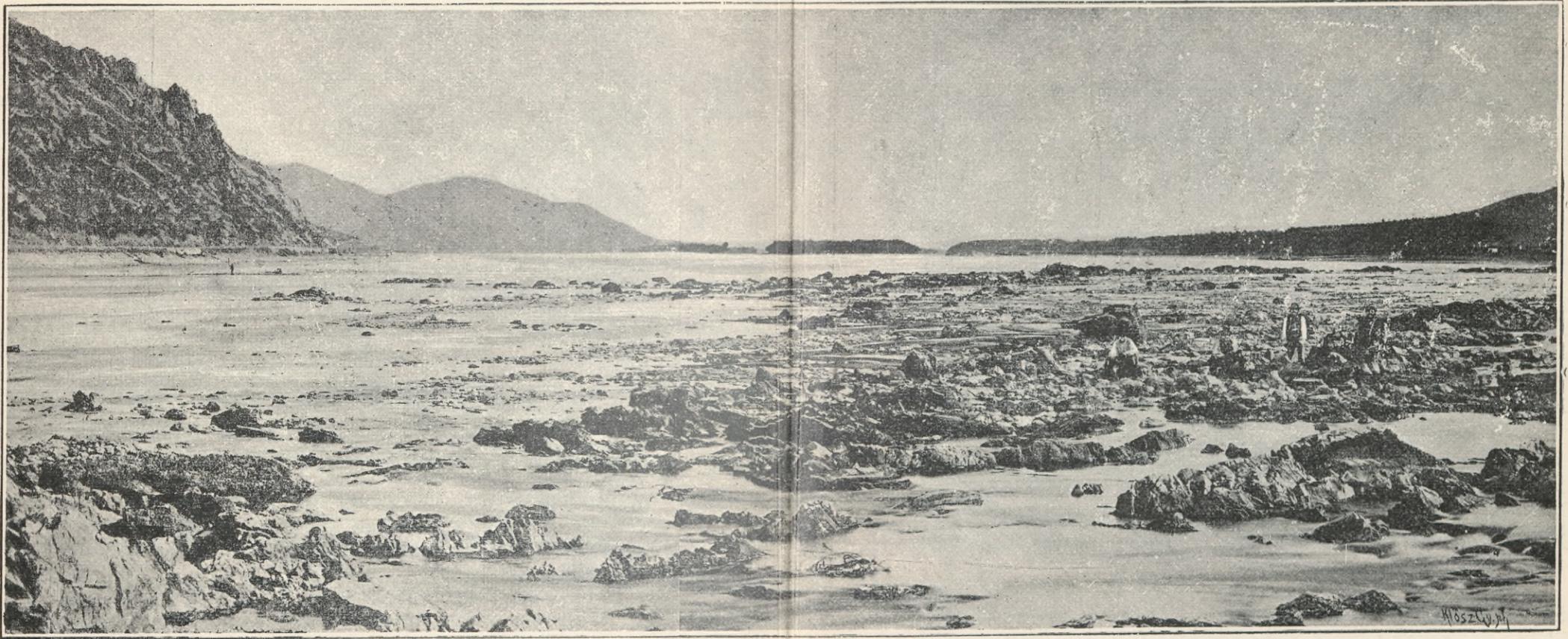
Nicht fern von hier, zwischen den Felsenbänken Kozla und Dojke mündet am linken Ufer der Szirinya-Bach in die Donau, welcher mit seiner grossen Menge von Gerölle die von den Katarakten verursachten Abfluss- und Schiffahrtshindernisse noch vermehrt. Die aus härterem Kristallschiefer bestehende doppelte Felsenbank Kozla-Dojke verursacht in einer Länge von ungefähr 3 *km.* gleich einem Stauwehre eine Anschwellung des Wassers, während über den Katarakt selbst auf einem verhältnissmässig kurzem, kaum einen Kilometer langen Abschnitte, das Wasser mit einem Gefälle von ungefähr 80 *cm.* dahin stürzt. Hier gelangt das Schiff aus der Scylla in die Charybdis, nachdem es über die Kozla glücklich hinweg ist, muss es den Kampf mit dem Felsenriffe des Dojke-Kataraktes aufnehmen.

Unterhalb Dojke breitet sich das Bett wieder aus; es kommen wohl in demselben noch in einer Länge von 2—3 *km.* stellenweise emporragende Felsenspitzen vor, ohne aber ein Schiffahrtshinderniss zu bilden. Die Felsenberge reichen mit ihren steilen Wänden bis zum Rande des Bettes und ungefähr zwei Kilometer von Dojke ragt am linken Ufer gleich einer scharfen Zunge der Felsen „Piatra lunga“ in das Bett, während unterhalb auf ungefähr 3½ *km.* gleich zwei schwimmenden Büffeln aus dem Wasser das Felsenpaar „Bivoli“ herauslugt. Hier mündet am linken Ufer auch der kleine Bach Jeleseva; unterhalb der Mündung desselben beginnt das Bett enger zu werden. Hier, auf dem linken Ufer bietet sich uns der Anblick einer malerischen Landschaft dar. Mitten aus dem grünen Walde erhebt sich das 630 *m.* hohe steile Felsengestein des Treskovacz-Gebirges,

we'ches den röthlichen Schimmer des Rhyolith im Feuer der Mittagssonne erglühen lässt.

Sind wir an diesem Felsen vorbei, so vernehmen wir schon ferne das gespenstische Getöse des, durch die Katarakte Izlas und Tachtalia stürzenden Wassers; das Bett erweitert sich, doch blos deshalb, weil die Kraft des Wassers nicht im Stande war, sich in den harten Kalksteinfelsen ein Bett zu graben und das Wasser sich in die Breite

die ohnehin grossen Hindernisse noch erhöht. Der Gipfel des Grebenberges engt das Strombett auf 420 *m.* ein, ja bei geringem Wasserstande gewährt die gegenüber diesem Berge aus dem Bette emporragende Felsenbank „Vrany“ an diesem Punkte den Wasserabfluss kaum eine Breite von 220 *m.*, während unterhalb Greben sich das Bett plötzlich bis zu zwei Kilometern erweitert, auf diesem Felsenplateau bald grössere, bald kleinere Riffe und Felsenbänke bildend.



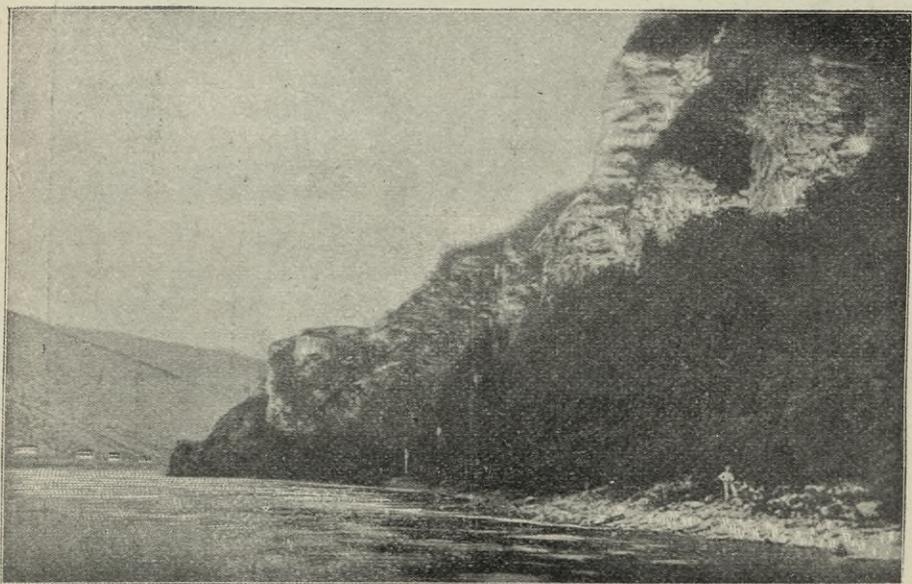
Das Eiserne Thor beim kleinsten Wasserstand.

den Weg durch diese Felsenriffe suchen musste. Oberhalb des 69. *km.*'s von Baziás an gerechnet, engt sich das Bett auf ungefähr 400 *m.* ein, um sich alsbald wieder zu erweitern, da bei dem 70. *km.* die Felsenbank des Izlas und bald die der grossen und kleinen Tachtalia dem freien Abflusse des Wassers im Wege stehen. Weiter unten engen die Wasserströmung die in das Bett hineinragenden Kalksteinwände des Grebenberges ein, welcher auch mit seinen quer durch das Bett sich dahinziehenden Riffen

Nach dem Eisernen Thore ist der durch die Felsengruppe Izlas-Tachtalia-Greben gebildete Katarakt das grösste und gefährlichste Hinderniss der Schifffahrt, und zwar nicht nur bei geringem Wasserstande, wenn der Schiffer zwischen den Felsenspitzen des Izlas und der Tachtalia mit ängstlicher Besorgniss den schiffbaren Weg suchen muss und dabei auch mit den sich plötzlich ändernden ausserordentlich grossen Gefälle des Wassers kämpfen muss, welches fortwährend bald von der einen, bald

von der andern Seite das Steuern der Schiffe erschweren und behelligen; doch auch bei hohem Wasserstande, da das angeschwellte Wasser des durch den Greben eingengten Bettes sich auf einmal in das darauf folgende ausserordentlich breite Bett stürzt und hiebei beim Fusse des Berges einen gefährlichen Strudel bildet, in einer Tiefe von beinahe 30 m., welche der Wirbel des Wassers sich dort Jahrtausende hindurch gehölt, droht derselbe Untergang dem Schiffe, welches von unachtsamer Hand hier geleitet ist; die Bergfahrt bei hohem Wasserstande ist mit grössten Schwierigkeiten verbunden.

Der Berg Greben bietet wahrlich ein packend malerisches Bild des Titanenkampfes, welche der Gestaltung der Berge und der Erdschichte hier vorausgegangen ist. Jene in den mannigfaltigsten Gestalten erschei-



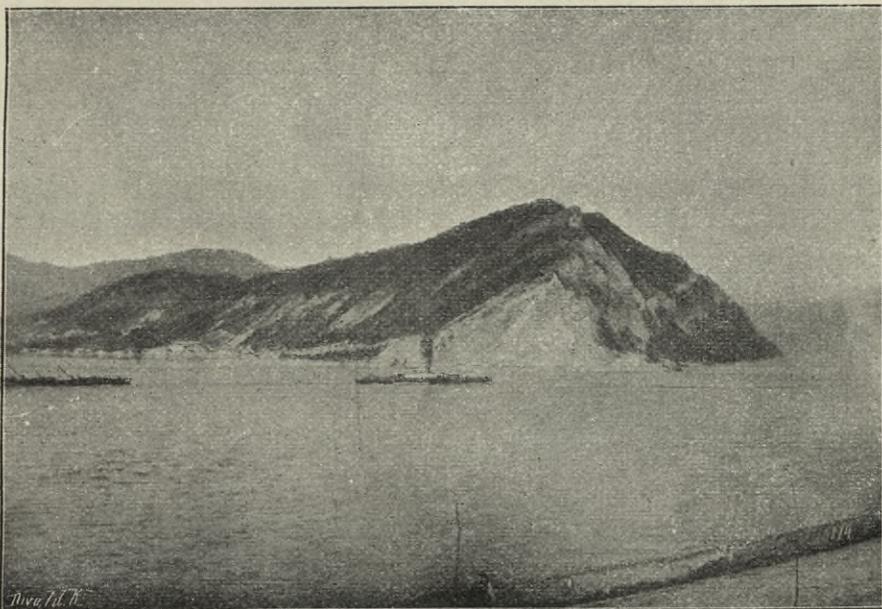
Die Greben-Spitze von Fluss abwärts.

nenden schichtenartigen Verknetungen, welche das den Greben bildenden röthliche Kalkgestein aufweist und die beinahe unendliche Masse der im Gestein vorkommenden und von der Grösse einiger Millimeter bis zu der eines halben Meters abwechselnden Ammonite lassen dieses Gebirge sehr interessant erscheinen und gestatten einen lehrreichen und beinahe bezaubernden Einblick in die, hier einst vor sich gegangenen riesenhaften geologischen Evolutionen.

Doch auch interessante geschichtliche Erinnerungen knüpfen sich an die Felsenspitze Grében. Hier stand am Fusse der Berge ein kleines Wächterhaus der römischen Heerstrasse. Die Ruinen dieses Wächterhauses, so wie kleine Gegenstände, die an die Bewohner derselben erinnern, sind

nach beinahe zwei Jahrtausenden durch die Abtragung der Felsenspitze jetzt zum Vorschein gekommen.

Haben wir den Greben hinter uns, so ist noch in einer Länge von ungefähr zwei Kilometern keine gehörige Wassertiefe vorhanden. Ueberhaupt wechselt die Wassertiefe auf diesem Abschnitte, wo das Bett so breit ist, zwischen 3·5 und 9 *m*. Auf diesem Abschnitte befindet sich auf dem linken Ufer beim 77. Kilometer die grössere Gemeinde Svinicza und weiter unten sind die Ruinen der „Tri-Kule“ benannten drei türkischen Wächterhäuser aus dem XVI. Jahrhunderte sichtbar, während auf dem rechten Ufer zwischen dem 80. und 81. Kilometer die serbische Stadt MilanovácZ sich ausbreitet, welche ihren Namen vom erstgeborenen Sohn



Die Greben-Spitze von den ung. Ufer.

des serbischen Fürsten Milos erhalten hat und ein vermittelndes Band zwischen den hinter ihr liegenden reichen Erzgebirgen und der Donau bildet.

Ungefähr 11·5 *km*. von der Felsenspitze Greben stellt sich eine sich über das Bett dahinziehende hohe Serpentin-Felsenbank dem freien Laufe des Wassers entgegen; diese bildet den Jucz-Katarakt. Bei niedrigem Wasserstande stützt das Wasser mit grossem Falle über die hervorragenden Spitzen dieser Felsenbank und das Gefälle in diesem Katarakte beträgt bei dem geringsten Wasserstande auf der Strecke von einem Kilometer mehr als 2 *m*. und dabei hat das Wasser, insbesondere am linken Ufer des Bettes eine Tiefe von kaum einigen Centimetern, so dass zu solcher

Zeit die Schifffahrt hier vollständig eingestellt werden muss. Bei höherem Wasserstande verwandelt sich der frühere kataraktartige grosse Fall, die schäumende Oberfläche in einen gleichmässig glatten Wasserspiegel und nichts verräth den gefahrvollen Felsenriff, der sich hier quer über das Bett hinüberzieht. Der Kasan-Pass nämlich, der ungefähr 14 *km.* von hier bei dem 100 *km.* von Bázias beginnt, schwellt das hohe Wasser derart an, dass hiedurch selbst der Jucz-Katarakt nicht zur Geltung kommen kann, da die Stauung um ein gutes Stück weiter nach oben wirkt und hiedurch den sonst zufolge der Bettgestaltung stattfindenden grossen Fall ausgleicht, so dass der Jucz-Katarakt eigentlich nur bei geringem Wasserstande ein Schifffahrtshinderniss bildet.

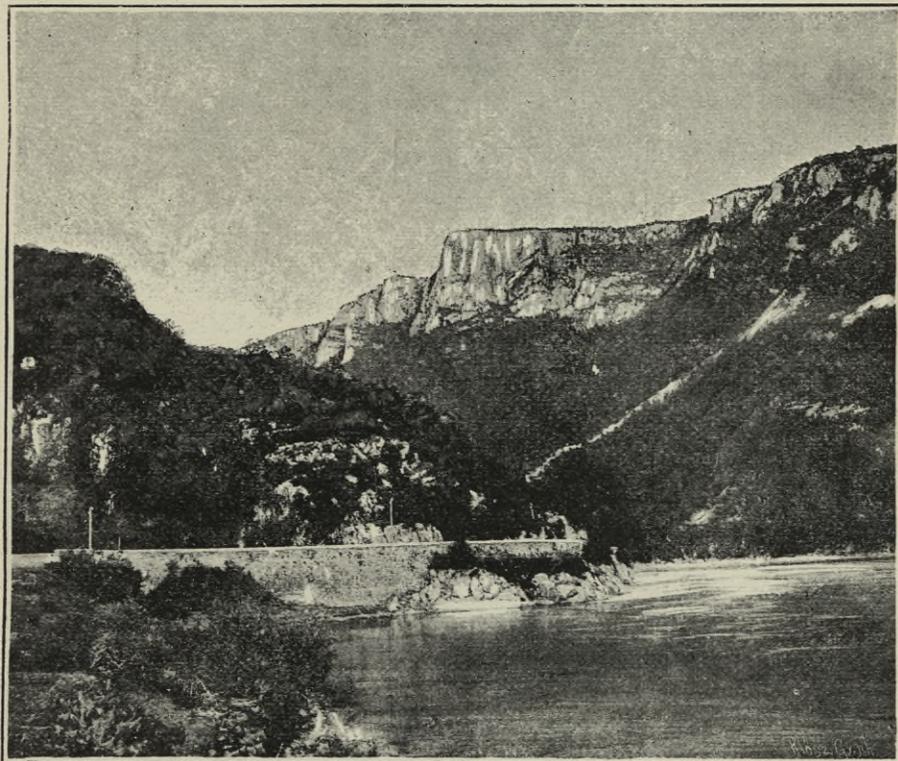
Noch vor dem Felsengrunde, welcher den Jucz-Katarakt bildet, mündet am rechten Ufer der Gebirgsfluss Porecska in die Donau, dessen bedeutendes Gerölle im Bette bis zum Kasan sich erstreckt und insbesondere am rechten Ufer dieses Abschnittes auch Inseln und Felsenbänke bildet. Beinahe auf derselben Höhe mündet am linken Ufer der Jucz-Bach welcher aber viel kleiner und unbedeutender ist, als der Porecska-Bach, obwohl auch der Jucz-Bach kein unbedeutendes Gerölle mit sich bringt.

Nach dem Jucz-Katarakte, dem südlichsten Punkte Ungarns, verändert der Strom wieder seine Richtung und wendet sich im weiteren Laufe nach Nordost. Von hier aus bis zum Kasanpass ist sein Lauf ziemlich gleichmässig, sein Bett voller Sandbänke und bei geringem Wasserstande durchschnittlich 6—8 *m.* tief; seine Breite wechselt zwischen 600 und 1200 *m.* Nächst diesem Abschnitte liegen am rechten Ufer drei kleine Gemeinden Colubinje und am linken Ufer Tiszovicza und Plavisevicza. Unterhalb Tiszovicza im Resiczathal befinden sich reiche Kohlenberge, zu deren Ausbeutung auch eine Bahn bis zur Donau geführt wurde, welche am Fusse des Berges dahinführt; doch der Kohlenbergbau konnte hier bislange nicht gehörig erstarcken. Die Kette der Serpentine, welche den Jucz-Katarakt bildet, setzt sich am linken Ufer ohne Unterbrechung bis zur Gemeinde Plavisevicza fort. Von da an findet sich dann in der Länge von einem Kilometer Kristallschiefer und dann bis zu den Kalksteinfelsenriff des Kasanpasses Thonschiefer.

Blicken wir in dieser Gegend thalwärts, so scheint sich der Lauf der Donau auf einmal zu verlieren; auf den beiden Ufern wird das Bett von hohen, steilen Felsenwänden begrenzt, welche dasselbe plötzlich bis auf 170 *m.* einengen. Und hiemit sind wir zu jenem Abschnitt der unteren Donau gelangt, welcher mit seiner wilden Erhabenheit, seinen auf beiden Seiten himmelwärts strebenden Felsenspitzen, über welchen sich das Azurblau des Himmels bereits mit seiner lautlosen Todtenstille, in welche blos das Plätschern des Wassers und das Kreischen des Adlers, dessen ausgebreitete Fittige über unserem Haupte schweben, etwas Leben bringen: unwillkürlich müssen wir in die Knie sinken vor diesem Meisterwerke der schaffenden Natur. Der Kasanpass ist der bewunderungswürdigste, malerischste Abschnitt der ganzen unteren Donau und ist derselbe

der unmittelbarste und packendste Zeuge jenes Kampfes, welcher sich in die Unendlichkeit der Zeiten verliert, welchen hier das Wasser mit dem Felsen führen musste, um sich den Weg durch dieses mächtige Felsengebirge zu bilden.

Nicht umsonst halten viele — wenn auch irrthümlicherweise — den Kasanpass für das sogenannte Eiserne Thor. Bei seinen steilen Felswänden, seinem engen Bette ist es wirklich, als wäre er ein Thor der unteren Donau, mit dessen Versperrung, wie uns dies auch Jókai in



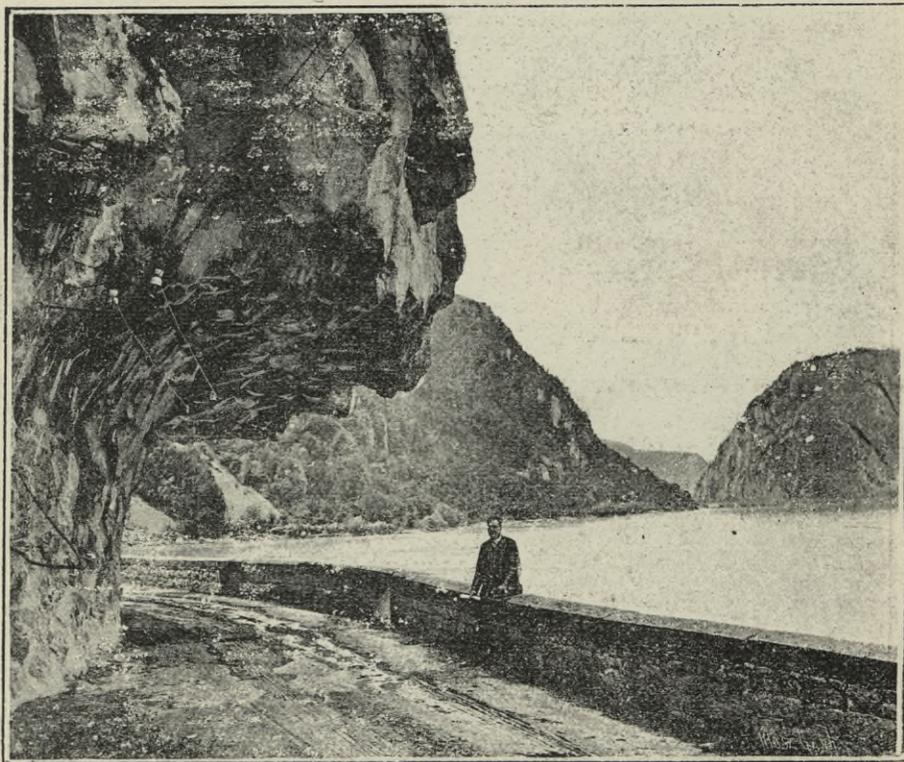
Der Eingang des Kasan-Passes, mit der Széchenyi-Strasse.

seinem „Roman des künftigen Jahrhunderts“ vorführt, der Abfluss der Donau aufgehalten, ein grosses Gebiet unter Wasser gesetzt und so wenigstens zum Theile das Süsswasser-Meer der vorgeschichtlichen Zeiten hervorgezaubert werden konnte.

Der Eingang des Kasanpasses war übrigens gerade infolge seiner natürlichen Gestaltung und der Rolle, zu welcher sich derselbe von selbst darbot, schon mehrere Male der Schauplatz blutiger Kämpfe. Zur Zeit der Türkenkriege hat es die österreichische Armee an diesem Punkte wieder-

holt versucht, das Eindringen der türkischen Truppen zu verhindern, doch jedesmal erfolglos.

Nicht weit vom Eingange des Kasanpasses in dem Felsenberge, welcher das linke Ufer bildet, befinden sich nahe an einander zwei Grotten, welche sowohl in wissenschaftlicher, als in historischer Hinsicht bemerkenswerthe Punkte der unteren Donau sind. Die eine ist die Punyikova-Grotte, durch welche sich der Bach gleichen Namens in die Donau ergießt. Diese durchhöhlt den ganzen Berg und nach einer Stunde — so viel



Der Kasan-Pass, mit der Széchenyi-Strasse.

braucht man, um die Höhle zu passiren — bietet sich dem Auge die maleische Landschaft des Dubova-Thales dar, mit dessen aus der Zeit der Türkenkriege stammenden Gräbern.

Ungefähr hundert Meter von dieser Grotte sind die Ruinen einer Redoute zu sehen und nahe daran befindet sich die Veterani-Grotte, nach dem österreichischen General genannt, welcher im Jahre 1692 das Vordringen der türkischen Truppen auf der Donau verhindern wollte, jedoch der Uebermacht gegenüber capituliren musste. So erging es auch im Jahre 1788 jenen 700 österreichischen Soldaten, die ein Aehnliches unternehmen

wollten und die dann schliesslich gezwungen waren durch ein von den Türken gebildeten Spalier die Höhle zu verlassen. Die Veterani-Grotte ist 28·5 *m.* lang, 34·1 *m.* breit und 40 *m.* hoch, mit einem Eingange mit der Breite von 7·5 *m.*, mit der Höhe von 3·8 *m.* und oben mit einem natürlichen Fenster mit dem Durchmesser von 50 *cm.* Gegenüber ragt die Felsenspitze des Strbecz-Berges empor, des höchsten Punktes des Kasanpasses.

Fortwährend zwischen steilen Felsenwänden fliesst hier die Donau in einer Breite, welche zwischen 170 und 300 *m.* wechselt, <sup>;</sup>dahin in einer



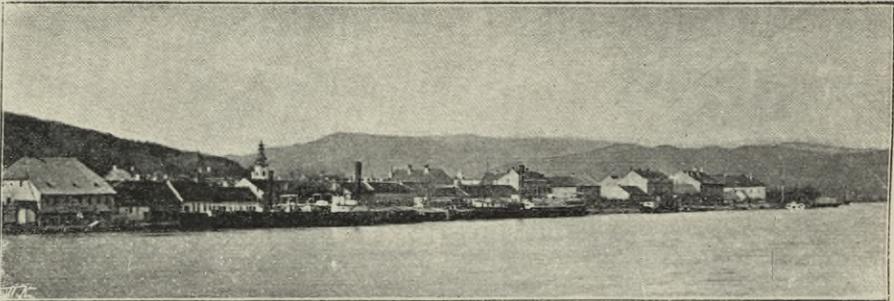
Der Kasan-Pass.

Tiefe, welche nirgends geringer als 20 *m.* ist und in einer Länge von ungefähr 4 *km.* mitunter mehr als 50 *m.* beträgt, worauf am linken Ufer die Berge zurückweichen und in einer Länge von 1·5 *km.* das angenehme Grün des Dubovathales in den Ernst der rauhen Felsenwelt Abwechslung bringt. Auch das Bett des Stromes erweitert sich hier auf ungefähr tausend Meter und zugleich verringert sich auch die Tiefe auf 10 *m.*, bis dann das Felsengebirge mit seinen bis an den Rand des Bettes ragenden steilen Felsenwänden wieder in den Vordergrund kommt und das Bett

sich neuerdings auf 180 bis 300 *m.* einengt, auch die Tiefe desselben bis zu 30 ja 54 *m.* zunimmt und der Strom da noch einen Weg von ungefähr 9 *km.* über Ogradena dieses denkwürdige Engpassgebiet gänzlich verlässt.

Der Kasanpass bildet, obwohl derselbe besonders bei hohem Wasserstande eine bedeutende Wassersteigung verursacht, trotzdem kein Schiffahrtshinderniss, weil bei seiner grossen Tiefe auch die Fahrverhältnisse günstig sind, namentlich aber auch bei der geringsten Wasserstand das Gefälle per Kilometer nur ungefähr 36 *cm.* beträgt.

Jenseits des Kasanpasses wendet sich der Strom mehr ostwärts, am linken Ufer weichen die Berge zurück, das Bett des Stromes erweitert sich auf 400 bis 600 *m.* und am linken Ufer folgen einander die Orte Alt- und Neu-Ogredena mit der gleichnamigen Insel und der Gemeinde Jeselnicza, dann ungefähr zehn Kilometer vom Kasanpass folgt am rechten Ufer die serbische Gemeinde Tekia und derselben gegenüber breitet sich die Stadt Orsova am Fusse des Berges aus, welche mittelst der hier einmündenden pittoresken Csernathales ein Band zwischen Ungarn und



Orsova.

der unteren Donau bildet. Dieser günstigen natürlichen Lage zufolge war Orsova, besonders zur Zeit der Römer — damals hiess es Tierna — ein sehr bedeutender Knotenpunkt der unteren Donau und auch später besass dieser Ort stets einen gewissen internationalen Charakter als der gemeinsame Knotenpunkt Ungarns, Serbiens, Rumäniens und der Türkei. Diese Bedeutung Orsovas wird mit der in Aussicht sehenden Erhöhung des Verkehres an der unteren Donau in Hinkunft sicherlich noch bedeutend wachsen.

Die Kalksteingebirge des Kasanpasses ziehen sich bis zu dem Orsova gegenüber liegenden Tekia hin, während wir am linken Ufer, nachdem wir den Kasanpass hinter uns haben, hinter den Gemeinden Alt- und Neu-Ogradina der ältesten Gattung des Kristallschiefers, dem Granulit, begegnen.

Unterhalb Orsova mündet der Fluss Cserna in die Donau. Nachdem wir an der Mündung vorbei sind, gelangen wir zu einem in der Geschichte Ungarns denkwürdigen Punkte. Am Rand des Csernathales, am Fusse

des Alion-Berges steht im Schatten einer Reihe schlanker Pappeln das geweihte Denkmal, die kleine Kapelle, an deren Stelle nach der Niederlage, welche dem ungarischen Freiheitskampfe im Jahre 1848—49 folgte, die ungarische königliche Krone und die Krönungsinsignien in der Nacht vom 23. auf den 24. August 1849 vergraben, am 8. September 1853 nach langem Suchen aufgefunden und auf einem besonderen Kriegsschiffe mit fürstlichem Pompe nach Wien, der damaligen Residenzstadt gebracht wurden.

An jener Stelle, wo die heilige Krone Sct.-Stephans vergraben war, liess die Pietät des Fürsten im Jahre 1856 eine Kapelle erbauen und auch heute noch steht der Wanderer erfüllt von weihervoller Andacht vor dem Eingang der Kronenkapelle, in deren Inneren eine Marmortafel die Stelle bezeichnet, wo die Krönungsinsignien vergraben waren.

Unterhalb der Stelle, wo sich diese Kapelle befindet, breitet sich das Bett des Stromes bedeutend aus und vor uns liegt die Insel Ada-Kaleh oder Neu-Orsova, welche mit ihrer mohamedanischen Bevölkerung auch heute noch ein lebendes Angedenken an die Türkenzeit an der unteren Donau ist. Die Insel Ada-Kaleh wurde im Jahre 1689 vom österreichischen General Heister befestigt, doch wurde sie von den Türken zurückeroberet, bis sie dann nach dem Frieden bei Passarowitz wieder in den Besitz Oesterreichs gelangte. Carl III., König v. Ungarn befestigte dieselbe später wieder und liess auf derselben die auch in ihren Ruinen

noch von grossen Dimensionen zeugende Festung erbauen, während gegenüber auf dem serbischen (rechten) Ufer die Festung Elisabeth gebaut wurde, welche der serbische Fürst Michael Obrenovics im Jahre 1868 demoliren liess. Im Jahre 1739, nach dem Belgrader Friedensschluss fiel Ada-Kaleh wieder dem Sultan zu, im Jahre 1790 aber wurde sie von den Oesterreichern besetzt, die nach dem Sistovaer Frieden die Insel wieder dem Sultan zurückgaben, bis dann nach dem russisch-türkischen Kriege im Jahre 1878 auf Ansuchen des Sultans die türkische Bevölkerung der

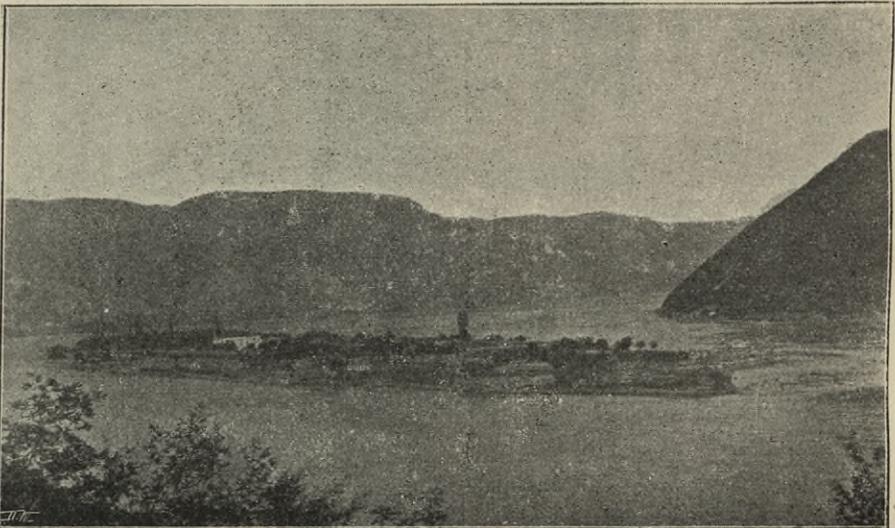


Die Kronen-Kapelle bei Orsova.

Insel Ada-Kaleh von der österreichisch-ungarischen Monarchie in Schutz genommen wurde, doch behielt dieselbe ihre autonomen Behörden, ihren türkischen Charakter und ihre Verwaltung bis zum heutigen Tage bei.

Der vorher erwähnte Alionberg, sowie das demselben gegenüber liegende serbische Ufer besteht hauptsächlich aus Granit-Glimmerschiefern, welche sich über die ungarisch-rumänische Grenze hinüber bis zum östlichen Ende der Gemeinde Vercierova ausdehnen.

Unterhalb Ada-Kaleh ändert der Strom wieder seine Richtung und biegt etwas nach Süd-Ost ab. Unterhalb der Insel fliesst der Donau der Bach Vodicza zu, hier befindet sich auch die Grenze Ungarns und Rumäniens und unmittelbar unterhalb derselben die erste rumänische Eisenbahnstation Vercierova, als Grenzstation der Budapest-Orsova-Bukarester Eisenbahn.



Ada-Kaleh.

Schon hier ist das Getöse des Wassers zu hören, wie es sich über den bedeutendsten und gefährlichsten der Katarakte der unteren Donau über das „Eiserne Thor“ hinüberstürzt, schon aus grosser Ferne glitzern die schäumenden Wellen, wie sie an die aus dem Bette emporragenden Felsenspitzen schlagen und man hört das schwere Aechzen der von dichten Rauchwolken begleiteten Dampfschiffe, die in diesem gefahrvollen Labyrinth der Felsenriffe und Wirbel die Bergfahrt zu machen bemüht sind.

Zwei Kilometer von Vercierova, 128 km. von Báziás beginnt das eigentliche Eiserne Thor, welches in eine Länge von ungefähr drei Kilometern das grösste und gefährlichste Schiffahrtshinderniss der unteren Donau bildet. Die Felsenbank, welche sich hier über das Bett hinüberziehend dem Wasserabfluss entgegenstellt, beginnt übrigens schon beim Fusse des Alion-Berges beim 122. km. und die Wassertiefe unter der Ober-

fläche des niedrigsten Wassers nimmt gegenüber den früheren 7—18 *m.* so sehr ab, dass sie hier nur 2 bis 6 Meter beträgt; diese Felsenbank zieht sich in einer Länge von drei Kilometern dahin, bildet aber einen eigentlichen Katarakt zumeist nur in dem Abschnitte zwischen dem 128. und 131. *km.*, u. zw. unterscheidet man da einerseits die unterhalb den am rechten Ufer liegenden Gemeinde Sibb beginnende dem linken Ufer sich schief zuneigende, aus dem kleinen Wasser in einer Länge von ungefähr 2 *km.* und in einer Breite von ungefähr 250 *m.* emporrage Felsenbank. Prigrada, anderseits am linken Ufer längst desselben zahlreiche bald kleinere, bald grössere Felsenbänke und Riffe, welche über die Oberfläche des geringen Wassers emporragen und welche nicht nur den Wasserabfluss hindern und dadurch das Wasser stauen, aber auch so grosse und insbesondere ungleichmässige Wasserfälle, Quergefälle nach allen Richtungen und Wirbeln veranlassen, welche auch bei der grössten Vorsicht die Fahrzeuge leicht der Gefahr des Unterganges aussetzen.

Der Katarakt des Eisernen Thores besteht eigentlich aus drei Theilen. Der erste Theil desselben ist sein Eingang, d. h. jene Felsenbank, welche das Wasser staut, ohne aus dem Wasser emporrage Spitzen zu haben, welche die Schifffahrt hindern würden. Der zweite Theil ist das eigentliche Eiserne Thor mit der Felsenbank Prigrada, einem Complex von Felsenbänken und Riffen, eine gefährlicher als die andere und schliesslich der dritte Theil des Kataraktes ist die grosse Tiefe unterhalb der Felsenbank Prigrada, der Ausgang, wo das sich über die Felsen stürzende Wasser mit zahlreichen Querströmungen Wirbel bildet.

In der Gegend des Eisernen Thores tritt an beiden Ufern in paralleler Richtung Kristallschiefer auf, welcher einen Complex aus Kalksteinschichte enthält und eine schiefe Mulde bildet. In die Zone dieser Kalkgesteine gehören ihrem ganzen Umfange nach auch, die Felsengruppe Prigrada des Eisernen Thores und die übrigen Felsenriffe desselben.

Von den Felsenbänken und Riffen, welche das Eiserne Thor bilden, ragten die grösseren und bedeutenderen beim niedrigen Wasserstande vom Jahre 1832 in der folgenden Reihenfolge und in der folgenden Höhe aus dem Wasser hervor :

Unterer Theil der Prigrada . . . . .	5·58 Meter
Oberer Theil der Prigrada . . . . .	2·26 "
Kraljova Stena . . . . .	2·71 "
Csifuczki Kamen . . . . .	2·05 "
Kolumbacska Mare . . . . .	1·79 "
Rozbojnik . . . . .	1·42 "
Piatra Cumiere . . . . .	2·08 "
Piatra Calugere . . . . .	1·68 "
Cserni Prut . . . . .	1·53 "
Kraljovin . . . . .	1·10 "
La Recze . . . . .	0·95 "
Mehrere kleinere Felsen . . . . .	0·50 "

Hieraus ist auch der ausserordentlich ungleichmässige Abfluss des Wassers zwischen diesen Felsenriffen zu ersehen, den die über der niedrigen Wasseroberfläche 2·26 *m.* hoch emporragende obere Prigrada entsteigt später dem Wasser, als die um 45 *cm.* höhere Kraljova Stena, desgleichen ist der 1·42 *m.* hohe Rozbojnik später zu sehen, als die um 66 *cm.* höhere Piatra Cumiere u. s. w. Hieraus ist auch zu erklären, dass die Gefällsverhältnisse der Wasseroberfläche nach den verschiedenen Richtungen sogar auf jenen Linien nicht gleich sind, in welchen der Abfluss des Wassers sonst gleichmässig genug ist und sogar bei jenen höheren Wasserständen nicht, bei welchen die Schifffahrt bereits möglich ist. Bei den verschiedenen, bedeutenderen Wasserständen hat die Schifffahrtssrassse beim Eisernen Thore stets einen anderen Weg, je nachdem der Fall der Wasseroberfläche in diesem Labyrinth der Felsenspitzen der möglichst gleichmässigste und günstigste ist, und deshalb muss, der ein Schiff über diesen Katarakt lenkt, mit der grössten Detaillirtheit und Gründlichkeit den Ort und die Lage einer jeden wichtigeren Felsenspitze und den sich zwischen denselben dahinschlingenden Weg des Wasserabflusses kennen. Beim Eisernen Thore concentrirt sich der grösste Fall der geringen Wasseroberflächen dort, wo das Wasser über die Felsenriffe hinüberstürzend in die denselben folgende Tiefe sich ergiesst; dieser Fall beträgt in der Strömung auf ein Kilometer ungefähr drei Meter und den ganzen Katarakt hindurch auf zwei und ein halb Kilometer ungefähr fünf Meter, die Geschwindigkeit des Stromes aber wechselt zwischen 4—5 Metern.

Nachdem sich das Wasser über den Katarakt des Eisernen Thores ergossen, ist das Bett der Donau an einer Stelle, insbesondere beim sogenannten kleinen Eisernen Thore noch reich an Felsen und Sandbänken, dann aber nach einem weitem Weg von sechs Kilometern hört auch dieses auf und der Strom setzt seinen Weg ungestört bis zum Meere fort. Der Abschnitt der Katarakte an der unteren Donau wird mit dem Eisernen Thore abgeschlossen und von hier an bereiten Felsen und Sandbänke nur an einzelnen Orten und nur bei geringem Wasserstande der Schifffahrt einige unbedeutende Schwierigkeit, doch ist diese bei Weitem nicht so beschaffen, dass sie die dortige Flussschifffahrt wesentlicher einschränken könnte.

---

## II. CAPITEL.

### Gestaltung des Strombettes, Wasserabfluss und Eisgangs- verhältnisse auf der unteren Donau.

#### A) Form des Flussbettes.

In der Gestaltung des Bettes der unteren Donau nehmen wir infolge den durch den felsigen Grund verursachten abnormen Verhältnisse Erscheinungen wahr, welche von der regelmässigen Gestaltung des Strombettes gänzlich abweichen. Während nämlich von dem vom Gerölle erfüllten Grunde eines Stromes das Bett sich nach gewissen bestimmten Gesetzen zu gestalten hat, welche von der Geschwindigkeit, dem Falle, der Abflussrichtung und der Beschaffenheit des Bodens im Voraus festgesetzt werden, wurde der Felsengrund, welcher Jahrtausende hindurch der Kraft des Wassers Widerstand leistet, entweder garnicht, oder nur in einem so geringem Maasse abgeändert oder angegriffen, wofür dem, das Unendliche nicht fassenden menschlichen Geiste die Basis des Vergleiches fehlt. Der beste Beweis hiefür ist die im vierten Abschnitte beschriebene, zwei Jahrtausende alte römische Strasse.

Hinsichtlich der Gestaltung des Flussbettes kann uns den besten Begriff die bizarre Formation, der die untere Donau umrahmenden Gebirgsgegend und der Nebenthäler derselben bieten; wir brauchen nur diese in unserer Vorstellung in kleineren Dimensionen unter das Wasser zu versetzen und die stellenweise am Rande des Bettes oft senkrecht nach unten gehende Bergwände uns unter der Wasseroberfläche verlängert zu denken und das Donaubett mit seinen gefahrvollen Felsenriffen steht vor uns.

Umsonst würden wir in der Gestaltung des felsigen Bettes eine gewisse Profilform oder ausgeprägte Uebergänge suchen, das Bett ist voller bizarrer und zufälliger Gestaltungen, mit plötzlichen Uebergängen, so wie es sich während einer, in Zahlen garnicht auszudrückenden Periode vorgeschichtlicher Zeiten durch die Kraft des Wassers und unter Einwirkung geologischer Umgestaltungen gebildet und geformt hat. Unter solchen Verhältnissen ist es natürlich, dass auch die Verbindungslinie der tiefsten Bettpartien, die Strömung an vielen Stellen eine sich dahinschlängelnde Linie bildet, welche sich oft quer zur Stromrichtung dahinzieht.

Gleichwohl ist eine charakteristische Gestaltung der Ufer und des

Bettes festzustellen, welche sich öfters wiederholt. Unten an den steilen Felsenspitzen nämlich ziehen lange, niedrige, zungenartige Felsgrate in das Bett des Flusses. Diese der Jura-Formation ähnliche Gestaltung findet ihre prägnanteste Ausbildung in den Felsen „Piatra lunga“, „Piatra negra“ und in der Grébener Spitze.

Das eigentliche Gepräge verleihen der bizarren Gestaltung des felsigen Bettes jene Riffe mit ihren steilen Wänden, welche in der Mitte des Bettes aus dem Wasser emporragen und an deren Fuss oft sehr grosse Tiefen zu finden sind. Unter diesen ist der hervorragendste der den Eingang der eigentlichen unteren Donau bildende Babakaj-Felsen, dann kommen die Felsenspitzen Dojke, Bivoli, Vranj, Kalniki u. s. w.

Bei Alt-Moldova hat die Donau ein ungefähr 600 *m.* breites normal gebildetes Profil und einen geringen Fall, von hier aber breitet sich das Bett stark aus, so dass das rechte und linke Ufer fünf Kilometer weit von einander zu liegen kommt. Die natürliche Folge dieser starken Ausbreitung ist, dass sich Insel und Felsenbänke bilden und das Bett hiedurch getheilt wird. Hier befindet sich ein grosser Schwarm von Inseln und Felsenbänken, welche mehr oder weniger in Verbindung mit einander stehen; der ältere und durch seine Vegetation bereits einen ständigen Charakter besitzenden Theil derselben ist die die grösste Dimensionen besitzende Moldova-Insel.

Das Bett der Donau theilt sich hier in zwei je 500—600 *m.* breite Arme. Von diesen hat der, dem ungarischen Ufer zunächst liegende einen unregelmässigen und seichteren Abfluss, ist eher zur Bildung von Sandbänken geneigt, während der grösste Theil der Wassermassen und damit die grösste Tiefe sich im serbischen Arme befindet, welcher auch bei geringem Wasser zur Schifffahrt geeignet ist.

Die Stromerweiterung bei Moldova geht bei Lászlóvár trichterartig in die erste Einengung der unteren Donau. In diesem stellenweise sehr engem Abschnitte erscheint das Stromprofil als Fortsetzung der steilen Uferberge unter dem Wasser; es sind dies sehr tiefe Profile mit steilen Seitenwänden auf felsigen Grund. Dieses tiefe Profil beginnt erst ober dem Stenka-Katarakt in einen breiteren, zugleich aber auch seichteren Profil zu übergehen, dessen Grund durch eine höhere Felsenbank gebildet wird. Beim Passiren dieser Felsenbank richtet sich die Strömung, insbesondere bei Stenka schief zur Hauptrichtung dem serbischen Ufer zu. Der höhere Theil des Bettes liegt am ungarischen Ufer und bildet die Fortsetzung der am Ufer sichtbaren felsigen steilen Berge, während der tiefere Theil nächst dem serbischen Ufer liegt, wo sich der Strom in den seichteren Grund tiefer einbetten konnte. Eine natürliche Folge der Erweiterung des Stromes bei Stenka ist die dort bemerkbare, wenn auch minder umfangreiche, Sandbank- und Inselbildung.

Von Stenka bis Kozla ist das Stromprofil von normaler regelmässiger Form. Die Strömung nähert sich mehr dem serbischen Ufer. Den Grund bilden Felsen und Gerölle.

In dem Katarakt Kozla-Dojke zeigt das felsige Strombett ein breites Profil; der Grund weist eine nahezu gleichmässige Höhe auf; die tieferen Theile befinden sich in der Mitte des Flusses. Vom Boden erheben sich vorerst die hohen Spitzen der Felsenbank Kozla, dann weiter unten die mächtige und steile Felsenbank Dojke, welche letztere den grössten Theil des nach unten sich verengenden Bettes einnimmt und den grössten Theil der Wassermassen der nächst dem serbischen Ufer unter dem Gospodinfelsen befindlichen Tiefe zuführt. Hier entsteht insbesondere bei grossem oder mittleren Wasserstande in dem gähnenden Schlunde ein sehr grosser und gefährlicher Wirbel.

Die Strömung schlängelt sich hier vielfach, um bei Kozla mit einer starken Schwenkung vom ungarischen zum serbischen Ufer hinüber zu biegen.

Die Form des Stromprofils ist eine sehr abnorme und zerklüftete und die grosse Menge von Gerölle des in der Nähe befindlichen Sirinyebaches steigert nur die Abnormitäten auf dem felsigen Grunde.

Von der Einengung bei der Felsenbank Dojke geht das seichte felsige Profil mit einer steilen Wand plötzlich in ein tiefes Profil über und verursacht bei hohem Wasserstand die schon oben erwähnte grosse Geschwindigkeit.

Unterhalb Dojke engt sich das Bett ein, seine Ufer werden steil, es ist stellenweise sehr tief; die emporragenden Theile der Berge gestalten in ihrer Fortsetzung unter dem Wasser das Bett stellenweise auch hier sehr abnorm und ist der hochgelegene beinahe ausschliesslich felsige Grund mit seinen hier und da emporragenden Spitzen der Schifffahrt nachtheilig. Das Strombett nimmt erst unter dem Felsen Bivoli eine normalere Form an und ist hier bis zum Katarakt Izlas ein normales Profil mit zum Theile aus Gerölle bestehenden Grunde und mit genügender Wassertiefe und einem geringen Gefälle der Wasseroberfläche zu finden.

Ober dem Izlas-Katarakt erweitert sich der 500 Meter breite Strom über die Katarakte Izlas-Tachtalia trichterförmig auf 1100 *m.*, wobei der ober dem Izlas normalgeformte tiefe Abschnitt in einen abnormen zerklüfteten Profil mit beinahe ausschliesslich felsigen Grunde übergeht, wo die fast aus dem niedrigen Wasser emporragenden Felsenspitzen mit neben denselben vorkommenden grösseren Tiefen abwechseln.

Im Izlas-Katarakt selbst, bildet der Berg Izlas einen schmalen und sehr hoch gelegenen Felsenrücken, welcher den grössten Theil des Stromprofils einnimmt und nur stellenweise an tieferen Theilen Wasser in grösserer Menge durchlässt. Der grösste Theil der Wassermassen befindet sich in den tiefen Parthien des Strombettes nächst dem serbischen Ufer, wo sich die Strömung zum Theile in einer von dem Gerölle dort gebildeten konischen Vertiefung tiefer eingegraben hat. Ueber die Felsenbank Izlas stürzt das Wasser senkrecht in die darunter befindliche; sich übrigens bloss auf eine kurze Strecke erhaltende Tiefe. Unterhalb dem eigentlichen Felsgrates ist das Bett bis zu der von einem Ufer bis zum anderen reichenden Felsen-

bank Tachtalia voll von bald grösseren, bald kleineren Felsengruppen, welche der Schifffahrt gefährlich werden und welche bei geringem Wasserstande zu Schiffe überhaupt nicht zu passiren sind. Der grössere Theil der Wassermasse des hier schon beinahe tausend Meter breiten Bettes fliesst auf dem einigermassen tiefer liegenden Theile nächst dem serbischen Ufer ab; aber auch hier finden wir keine ausgeprägte Strömung, sondern einen Abfluss voll von Wendungen; das Profil ist ganz ungleichmässig gestaltet. Die Felsenbank Tachtalia ist viel breiter als der Izlás und nimmt den grössten Theil des 1100 Meter breiten Bettes ein; nur unmittelbar neben dem serbischen Ufer befindet sich eine tiefere, aber sehr enge Strecke, welche bei mittlerem Wasser als Fahrstrasse dient.

Unterhalb Tachtalia nimmt das Bett in einer Länge von einem Kilometer eine normalere Form an, ist tief genug, geht in einer schiefen Ebene in das durch die kleine Tachtalia getheilten Profil über, wo der grössere Theil des nächst dem serbischen Ufer tieferen und nächst dem ungarischen Ufer seichterem Profils von der hochgelegenen Felsenbank der kleinen Tachtalia eingenommen wird.

Unterhalb der kleinen Tachtalia breitet sich einer jener Abschnitte der unteren Donau, der die grössten Unregelmässigkeiten aufweist: der Abschnitt Greben aus. Die hervorspringende Grebener Spitze engt das Bett auf kaum 400 *m.* ein und unmittelbar darunter breitet sich das Bett ohne jeden Uebergang plötzlich auf nahe 2300 *m.* aus. Bei der durch die Grebener Spitze verursachten Einengung bildet sich nächst dem serbischen Ufer bei fast senkrechten Seitenwänden sehr tiefes Profil ein, dessen tiefster Punkt 23 *m.* unter dem niedrigsten Wasser liegt. Dieser sehr tiefe Profil findet seine eigentliche Fortsetzung nicht in der Hauptrichtung des Stromes, sondern um die emporrage Bergspitze herum gegen das serbische Ufer hin, so dass sich hinter der Grebener Spitze ein plötzlich nach rechts abbiegender Hauptabfluss bei grossem Gefälle und bei grosser Tiefe ergibt, welche dem serbischen Ufer zusteuernd ursprünglich und besonders bei niedrigem Wasser den grössten Theil der Wassermenge in dem dortigen Stromarme abführte, während auf dem hohen Felsenplateau, welches das offene Bett der Donau bildet, insbesondere bei geringerer Tiefe nur der kleinere Theil des Wassers seinen Abfluss fand.

Das tiefe Bettprofil bei der Grebener Spitze wird im weiteren Laufe des erwähnten Hauptabflusses am Fusse des Grebens noch tiefer und erreicht stellenweise eine Tiefe von 35 *m.* Nebst diesen Tiefen sind aber vom Grunde steil emporrage Riffe zu finden, deren Spitze auf kaum einen halben Meter unter dem kleinsten Wasserstande emporreicht, ja es macht sich auch der über das Wasser emporrage umfangreichere Felsen Vraný bemerkbar, so dass der unterhalb des Greben sich ausbreitende Stromabschnitt einer der unregelmässigsten, doch gerade wegen diese Unregelmässigkeiten in seinen Abflussverhältnissen zugleich einer der interessantesten Abschnitte der unteren Donau ist. Trotz der grossen Tiefen engen die emporrage Felsenspitzen die Schifffahrtsstrasse

beträchtlich ein, die grosse Geschwindigkeit des Stromes und die Strudel aber erschweren und gefährden die Schifffahrt.

Eine natürliche Folge der grossen Breite des Strombettes unter der Grebener Spitze ist die Theilung des Strombettes, die Bildung von Felsen und Sandbänken. Hier breitet sich eine der grössten Felsengruppen der unteren Donau aus, welche sich aus infolge von Ablagerungen auf dem felsigen Grunde entstandenen alten Gebilden von Sand- und Schlamm-bänken entwickelt haben. Hinter diesen Inseln befindet sich — wie bereits oben erwähnt — der tiefere Theil des Strombettes, während auf der offenen Schifffahrtsstrasse das Bett von einer hochgelegenen (durchschnittlich 1 Meter unter Null tiefen) Felsenbank gebildet wird. Der höchste Theil dieser Felsenbank bildet ober Sviniczka den Sviniczkaer Katarakt, wo sich auf der Felsenbank bei Wasserstande kaum eine 50 *cm.* hohe Wasserschicht befindet. Bei dem Sviniczkaer Katarakte ist die Donau 1600 *m.* breit, ihr felsiger Grund bildet ein flaches Profil, welches bloss in dem hinter der Insel befindlichen serbischen Arme eine tiefere Profilpartie besitzt, wo der grössere Theil des kleinen Wassers ursprünglich seinen Abfluss fand.

Auch unter der Felsenbank des Sviniczkaer Kataraktes tritt plötzlich ohne Uebergang, wie dies eben für die Katarakte charakteristisch ist, eine Profiländerung ein. Die Felsenbank ragt mit einer fast senkrechten Wand in ein tiefes Profil hinein und verursacht hier bei niedrigem Wasserstande einen mächtigen Wassersturz. Von hier aus geht die Gestaltung des Flussbettes regelmässiger vor sich, der tiefere Theil des Bettes befindet sich nächst dem ungarischen Ufer, während es gegen das serbische Ufer hin versandet. Die normal gestalteten tiefen Profile werden nur von den ober Milanovác im Bette befindlichen Vertiefung einigermaßen getheilt; hier nimmt der Strom seine Richtung zum serbischen Ufer hin. In der Gegend von Milanovác wird das Bett etwas enger, unterhalb Milanovác erweitert es sich wieder stellenweise, es befinden sich Felsenspitzen in dem ohnehin seichten Profil, dessen tieferer Theil dem serbischen Ufer zuneigt. Unterhalb dieses Abschnittes wird das Donaubett von einem bedeutenden Hindernisse der Felsenbank Jucz gesperrt, welche sich in der ganzen Strombreite vom linken zum rechten Ufer hinzieht, weshalb hier die Donau bei geringem Wasserstande nicht nur einen grossen Fall und eine grosse Geschwindigkeit hat, sondern sich auch ein zur Haupttrichtung sehr schiefer Abfluss ergibt. In dem durch die Felsenbank beinahe gänzlich verschlossenen Stromprofil befinden sich nur hie und da engere, doch bei geringem Wasserstande für die Schifffahrt nicht ausreichende Theile von grösseren Tiefen.

Diese Felsenbank geht, wie oben erwähnt, mit einer die Katarakte charakterisirende steilen Wand in die Bettpartie Jucz über, welche ein genügend tiefes und normales Profil bis zum Eingange der Kananenge hat. Der tiefere Theil des Bettes liegt längst des linken Ufers und die ganze Sohle, welche hier grösstentheils felsig ist, erhebt sich über den

Kasan; so dass in der Gegend von Plavisevicza bei kleinerem Wasserstande tiefergehende Fahrzeuge nur bei genauer Einhaltung des linkuferigen Schiffsweges und nur mit grosser Vorsicht vorwärts kommen können.

Unterhalb Plavisevicza wird das Strombett allmählig enger, die Kuppen der rechtsuferigen Bergrücken zwischen den Stromufern rücken zusammen, ihre Lehnen werden schroffer und ihre kahle Felsen scheinen das Donaubett absperrern zu wollen. Auch die linkuferigen Bergfüsse rücken an das Stromufer und bilden zusammen die in ihrer Art unvergleichlich mächtige und in ihrer Mächtigkeit bewunderungswürdige Naturseltenheit; den Eingang der Kasanenge.

Die Bettverhältnisse der Kasanenge weichen vollkommen von denen der übrigen Partien der unteren Donau ab und lassen ihresgleichen nur in der Enge unterhalb der Lászlóburg finden, nur dass die Bettverengung im Kasan eine grössere Strecke lang anhält und dass die Profile enger und schmaler sind.

Das tiefe Profil beim Kasaneingang wird durch den „Kalniki“ Felsen, wie auch durch die mit ihm zusammenhängenden unter Wasser befindlichen Riffe zu einem unregelmässigen und zerklüfteten Profil gestaltet, welche mit den darunter gähnenden grossen Tiefen, zumeist bei hohem Wasserstande starke Wirbel und Stromschnellen verursacht. Der Kazán selbst engt in einer Länge von 13 km. — eine dazwischen verlaufende Ausbreitung abgerechnet — das Bett zwischen den schroffen Felsenwänden so sehr ein, dass es auf den ersten Blick unglaublich erscheint, wie die gewaltige Wassermenge der unteren Donau in diesem so schmalen Bette einen Abfluss finden werde. Doch ist dieses Bett sehr tief, diese Tiefe übersteigt stellenweise 30 m., die Uferwände ragen schroff empor und finden ihre Fortsetzung unter dem Wasser. Abflusshindernisse gibt es in diesem schmalen, aber sehr tiefen Profil nicht und blos der durch das Gerölle des Baches Mrakonya gebildete Kegel verursacht einen abnormen Abfluss, indem er eine kurze Strecke lang das Wasser stark staut. Die Folge des tiefen Profils des Kasan ist das fast gleiche Gefälle, das blos bei den zwei Ausmündungen des Kasan in ein etwas stärkeres Gefälle übergeht.

Zwischen den oberen acht Kilometern und dem unteren 3·5 Kilometern der Kasanenge befindet sich die Dubovaer Erweiterung, welche nahezu 600 m. breit ist, rechts mit schroffen Bergufern, während links der Fuss der Berge einen Kilometer weit vom Ufer zu liegen kommt und ein niedrig gelegenes Strombett bildet. Die tiefen Profil des unteren Kasan gehen oberhalb Ogradena in breitere normal gestaltete Profile über, unterhalb Ogradena jedoch weitet sich das Bett wieder aus, um sich dann zu theilen und die 1400 m. breite Ogradenaer Insel zu bilden, deren tieferer aber schmälere Arm dem serbischen Ufer zu gelegen ist.

Von Ogradena bis Orsova, beziehungsweise bis jenseits Orsova besitzt das Donaubett ein sehr normales Profil, was ein regelmässiges Gefälle und

einen normalen Wasserabfluss zur Folge hat; doch ändert sich dieser unterhalb Orsova bald, das Bett ist wieder felsig, die Profile seichter und durch einzelne hervorragende Riffe unregelmässig gestaltet; die Unregelmässigkeiten werden durch das ausserordentlich reiche Gerölle der Cserna noch gesteigert.

Unterhalb der Cserna-Mündung erweitert sich die Donau, theilt sich und bildet die Insel Ada-Kaleh. Der Arm zur Linken ist wohl schmaler, doch durchschnittlich tiefer und regelmässiger gestaltet, während der dem serbischen Ufer zu gelegene Arm breiter, auch stellenweise tiefer, aber so voller hervorragender Riffe ist, dass es dort bei niedrigem Wasserstande kein genügend breites und tiefes Fahrwasser gibt.

Da Bett ist von nun an 700—800 *m.* breit mit grösstentheils felsigen und steilen Ueberböschungen, das Flussbett ist voller hervorragender Riffe und die Sohle erhebt sich zu dem grössten Hindernisse der unteren Donau — zu dem eigentlichen Eisernen Thore.

Beim Eisernen Thor selbst kann von einem eigentlichen Flussbett, oder von einer bestimmten Profilgestalt nicht die Rede sein; dasselbe ist so zerklüftet und wechselt mit Riffen derart, dass sich die Profilgestaltung von Schritt zu Schritt ändert.

In dem fast zwei Kilometer langen Abschnitte des Eisernen Thores ist das Donaubett eine hochliegende Felsenbank, deren hervorragendsten Grat der im Drittel längs des linken Ufers in der Stromrichtung sich aufbauende Prigradafelsen mit seinem stark hervorragenden Ende, der Ploesia, bildet. Rechts und links von diesem Felsengrat findet sich einen ganzen Schwarm von Felsengruppen und Riffen, zwischen welchen sich das Wasser seinen geschlängelten Weg sucht; der verhältnissmässig tiefere Theil liegt links von der Prigrada, dort, wo der ursprüngliche Schiffsweg war, doch auch dieser tiefere Theil ist voller ragender Zacken, an welchen sich das Wasser mit voller Gewalt bricht. Bei der Ploesia, dem Ende der Prigrada, geht die hochliegende Sohle über die für die Katarakte charakteristische schroffe Wand in eine grosse Tiefe über, wodurch ein ausserordentlicher Sturz und Strudel gebildet werden, wozu noch kommt, dass sich aus dieser Tiefe ein mächtiger isolirt darstehender Felsenmassiv erhebt.

Die grosse Tiefe unterhalb der Ploesia wird bald in einer Entfernung von 400—500 *m.* durch die Felsengruppen des kleinen Eisernen Thores unterbrochen, welche in der Länge von einem Kilometer zerstreute Riffe bilden und neben welchen sich zum Theile plötzlich entstehende grosse Tiefen geltend machen.

Unterhalb des kleinen Eisernen Thores geht das Bett in ein breites ordentlicheres Profil über und der von feinem Gerölle bedeckte Boden der unteren Donau nimmt ein breites Stromprofil an.

### B) Abflussverhältnisse.

Wie die Abflussverhältnisse jedes Flusses, müssen auch die der unteren Donau von zwei Gesichtspunkten ausgehend beurtheilt werden, welche auf die Erscheinungen des Wasserabflusses in erster Reihe massgebend sind, nämlich vom Gesichtspunkte der Vertheilung der in den Fluss von oben gelangenden Wassermengen in den einzelnen Abschnitten des Jahres und vom Gesichtspunkte des Abflusses der herabgelangten Wassermengen infolge der Bettgestaltung. Beide Gesichtspunkte werden am besten durch Wasserstandsdaten und durch die in den 30er Jahren gefertigten und seither ergänzten Wasserspiegelaufnahmen beleuchtet.

Die Erforschung der Abflussverhältnisse der unteren Donau und die Ergänzung derselben mit den Erscheinungen in den anderen Abschnitten anderer grosser Ströme führten zu dem Resultate, dass die untere Donau von den erwähnten beiden Gesichtspunkten aus einen besonderen Charakter aufweist.

Die an den unteren Abschnitten grosser Ströme langsam und verflacht anlangenden Fluthwellen verleihen solchen Abschnitten in der Regel einen gewissen ruhigen und constanteren Charakter und führen langsames Steigen und langanhaltendes Fallen herbei. In den unteren Abschnitten ist das Gefälle in der Regel sehr gering, die Geschwindigkeit klein, in den Gefälls- und Profilverhältnissen zeigen sich langsame Uebergänge. Das Gegentheil von alledem kann man an der unteren Donau erfahren.

Was die Wasserstandsverhältnisse und den Abfluss der Wassermengen der unteren Donau anbelangt, so können wir auch hier eine besondere Erscheinung wahrnehmen. Die Wasserverhältnisse der unteren Donau werden in diesem Abschnitte nicht vom Hauptstrom selbst beherrscht und nicht die Wassermenge der Donau ist es, welche hier den Wasserstand dominirt, sondern hauptsächlich die Save und zum Theile deren bosnischen Nebenflüsse sind es, welche diesen herrschenden Einfluss ausüben.

An der unteren Donau werden stärkere Hochwasser und grössere Fluthwellen stets von der Save verursacht, während die Wassermengen der Donau die Fluthwellen blos nähren und dieselben mehr minder dauerhaft gestalten.

Da nämlich das Niederschlagsgebiet der Save verhältnissmässig zu der Savemündung näher liegt, als das Sammelgebiet der Donau zu der Donaumündung, aber auch näher als die der übrigen in diesen Donauabschnitt mündenden Nebenflüsse und die Abhänge dieses Sammelgebietes sehr steil und zum Theile kahl sind, infolge dessen die Niederschläge des Savethales schnell mit der die Wildbäche charakterisirenden Vehemenz die Hochwasser und hohen Fluthwellen zu Thale bringen, so wird die nahe zu ihrer Mündung liegende untere Donau von den Wassermengen dieser Fluthwellen beherrscht.

Die durch diese Wellen verursachten Hochwässer sind aber nur dann

dauerhaft, wenn zur selben Zeit die von oben kommenden Hochwasser der Donau eine allmälige Nahrung bieten und eine Compensation für die Wasserabnahme der plötzlich fallenden Save leisten.

Die grössten Hochwasser der unteren Donau treten dann auf, wenn während einer mittelmässigen Donau-Fluthwelle im Savethale starke Regengüsse niedergehen, oder wenn zwischen der Zeit der Schneeschmelzen auf dem Niederschlagsgebiete der Donau und der Save der Zeitunterschied ein derartiger ist, dass die beiden Wassermengen einander dort begegnen. Das kleinste Wasser tritt durch entgegengesetzte Erscheinungen, doch gleichfalls infolge des Zusammenwirkens der beiden Flüsse ein. Die beherrschende Rolle des Save-Wasserstandes ist besonders während der Schifffahrtssaison unter den Schiffern der unteren Donau so allgemein bekannt, dass die Wasserstandsnachrichten im Herbste in der lebhaftesten Verkehrsperiode Gegenstand fortwährender Nachfragen bilden.

Wenn wir die grafische Darstellung der Wasserstandsverhältnisse der unteren Donau mit der entsprechenden Darstellung der mittleren Donau und der mittleren Save vergleichen, so kann sofort wahrgenommen werden, dass — die sehr grossen und dauerhaften Frühlingshochwässer ausgenommen — die Wasserstadslinie der unteren Donau sich eher der Savelinie zuneigt, als der der Donau.

Zur allgemeinen Beurtheilung der Wasserlaufverhältnisse der unteren Donau dienen die in Drenkova (von Bázíás ungefähr 58 *km.*) und besonders in Orsova (von Bázíás ungefähr 120 *km.*) an den dortigen Pegeln beobachteten Wasserstandsdaten. Der Nullpunkt dieser Pegel entspricht jedoch nicht den natürlichen Gefällverhältnissen (der Drenkovaer ist 58.384 *m.*, der Orsovaer 42.545 *m.* über dem Meeresspiegel der Adria) und daher gibt es zwischen den beiden Pegelwasserständen durchschnittlich einen Unterschied von 50—70 *cm.*, namentlich sind um so viel die Daten des Drenkovaer Pegels in der Regel niedriger als die in Orsova gemessenen Wasserhöhen. Im übrigen sind die von einander 62 *km.* entfernten beiden Pegel, zwischen welchen sich die Wasserlaufverhältnisse sehr wesentlich beeinflussende Katarakte und auch die Kazánenge befinden, nur dazu berufen, ein allgemeines Bild der an der unteren Donau sich geltendmachenden Wasserlaufverhältnisse zu geben. Dieses allgemeine Bild jedoch charakterisirt treu die natürliche Gestaltung der verschiedenen Fluthwellen und von Localeinflüssen unabhängig zeigt es jene Fluctuation, welche sich bei den Wasserständen geltend macht.

Zur Beurtheilung der allgemeinen Abflussverhältnisse sind die an dem Orsovaer Pegel wahrgenommenen Wasserstände an und für sich vollkommen hinreichend, ja dieselben bieten gleichsam ein Normalbild der Gestaltungen des Wasserspiegels, da oberhalb die Kazánenge, unterhalb aber die durch die Felsen des Eisernen Thores verursachte Stauung bei Orsova die Ausgleichung der Fluthwellen frei von jedem Localeinflusse und hiemit auch den gleichmässigen ungehinderten Abfluss des Wassers verursacht.

Bei der Beurtheilung der Wasserstandsverhältnisse ist es nothwendig jene, welche im Falle der natürlichen Verhältnisse und des unbehinderten Abflusses dem Strome den Charakter verleihen, von jenen zu unterscheiden, welche von den Eisgängen beeinflusst sind. Die letzteren sind nämlich so zufällige, ihre Veränderung hängt von so vieler Zufälligkeit ab, dass man dieselben nicht in Betracht ziehen kann.

Die stromabwärts entstehenden Eisschoppungen und Eisstöße halten nämlich, je nach ihrer Grösse, von den Wassermengen mehr oder weniger zurück, stören also die natürlichen Ablaufsverhältnisse des Stromes. Deshalb ist denn auch das im Winter vorkommende kleine Wasser nicht eigentlich kleines Wasser, welches man vom Gesichtspunkte des Wasserganges in Betracht ziehen könnte. Gleichfalls ausser Betracht kommen auch jene abnormen hohen Wasserstände, welche durch die Eisbildung im Kazán und anderwärts entstehen.

Die unter winterlichen Verhältnissen vorkommenden ausserordentlichen Wassergestaltungen können übrigens vom Gesichtspunkte der Schifffahrt an der unteren Donau vollkommen ausser Acht gelassen werden.

Aus dem am Orsovaer Pegel im Zeitraume von 1840 bis 1895 wahrgenommenen Wasserständen sehen wir, dass die Unterschiede zwischen dem niedrigsten und höchsten Wasserstande bei Orsova während der Schifffahrts-Saison 6·22 *m.* ist. Der niedrigste Wasserstand war am 15—16 October 1865 (0·26 *m.* über Null), der höchste am 17. April 1895 (6·48 *m.* über Null). Wenn wir die bei Eisgang vorkommenden regelwidrigen kleinen Wasserstände in Betracht ziehen, so war der kleinste Wasserstand am 11. Januar 1866 (0·58 *m.* unter Null). Die Differenz betrüge also 7·06 *m.*

In der Gestaltung der Wasserstände kann im Allgemeinen kein besonderes Gesetz und keine entschiedene Tendenz beobachtet werden. Die Ursache hiefür ist jener bereits berührte Umstand, dass hier eigentlich die dominirende Einwirkung zweier Ströme von vollkommen verschiedenen Charakter zur Geltung gelangt. Gleichwohl kann man bezüglich der Wasserstände und deren allgemeiner Natur das Nachfolgende bemerken.

Mit Ausserachtlassung der winterlichen und der durch die Eisverhältnisse im grössten Maasse beeinflussten Wasserstände pflegen an der unteren Donau zwei charakteristische Perioden einzutreten.

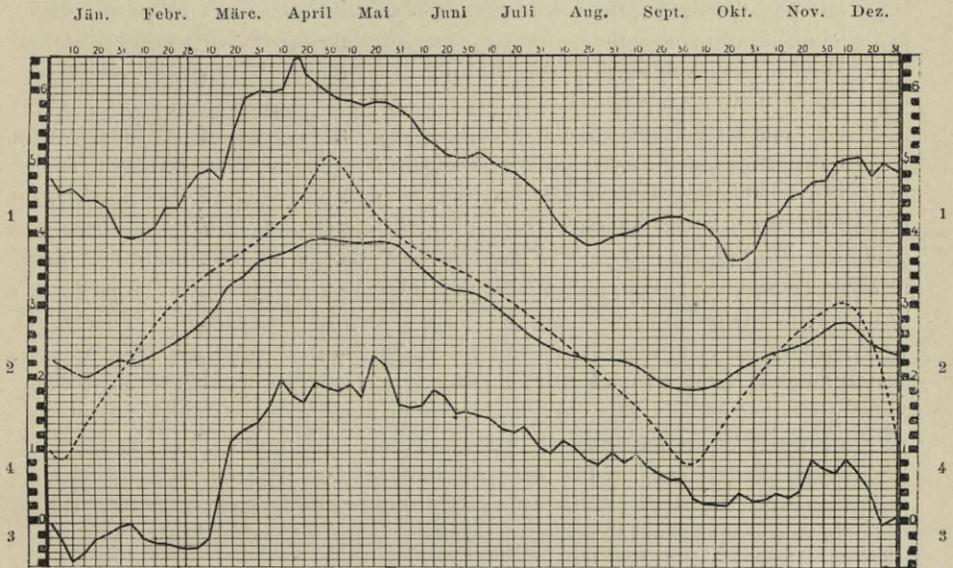
Das hohe Wasser pflegt in den Monaten April, Mai, Juni, das kleinere gegen October, November und December einzutreten. Die charakteristischen Monate des Eintrittes des kleinen Wasserstandes sind September und October; gerade jene Monate eben, da die Beförderung der Ernteprodukte und des in Verkehr gebrachten Getreides am grössten und massenhaftesten ist. Das winterliche kleine Wasser pflegt gewöhnlich im Januar am niedrigsten zu sein.

Diese charakteristischen Wassergestaltungen zeigen übrigens sowohl bezüglich der Zeit der Culminationen, als auch bezüglich deren Grösse die verschiedenartigsten Gestaltungen. Ueberdies verändern die häufig vorkommenden sommerlichen und herbstlichen Fluthwellen vollkommen

diesen Charakter, so tritt die Frühjahrs-Culmination des höchsten Wassers zuweilen im April, häufig erst Ende Mai und im Juni ein, doch erfolgt die Abnahme gewöhnlich langsam, im Allgemeinen viel langsamer, als das Steigen.

Zwischen den Frühlings- und Herbst-Fluthwellen bleibt nicht selten das kleinste Wasser im August, oft im Herbst vollständig aus. Bei der Verspätung der Fluthwellen im October, ja oft auch im Herbste treten Ende December die höchsten Wasserstände ein.

Die Wasserstandsverhältnisse der einen normalen Charakter aufweisenden Jahre beginnen mit der Steigung der winterlichen kleinen



Die durchschnittliche Gestaltung der Wasserstände am Orsovaer Pegel im Jahre 1840—1895.

1. Hochwasser. 2. Mittelwasser. 3. Niedrigwasser. 4. Normalwasser.

Wasserstände Ende Feber, was im März den Abgang des Eises hervorruft, wobei das Donau-Hochwasser durch die Save genährt und an der unteren Donau im April und Mai gewöhnlich einen grösseren Wasserstand, zuweilen auch Ueberschwemmungen verursacht, deren Dauer von der Fluthwelle des Hauptstromes und von dem Zusammentreffen des sich rasch mehrmals wiederholenden Steigens der Save abhängt. Das Frühlingshochwasser zeigt in der Regel im Mai eine steigende, nur im Juni eine entschieden fallende Tendenz, welche dann bis August eine zuerst langsamere, später stärkere Abnahme bis Ende September, häufig bis Ende October aufweist. In dieser Periode gibt es indessen häufig theils infolge der Regengüsse im Savethale, theils infolge der Niederschläge in

den bosnischen Nebenthälern mehr minder grosse Fluthwellen im Juli und August. Die für die Schifffahrt wichtigste Periode September und October bringt gewöhnlich die kleinsten Wasserstände und (wie im October 1865 am Orsovaer Pegel + 0.26 m.) sinkt es so tief, dass der Wasserverkehr vollkommen aufhört.

Gegen October langen die durch die herbstlichen Regengüsse gestiegenen Wässer der Kulpa, der Save und der bosnischen Nebenflüsse herab; das durch dieselben verursachte Steigen des Wassers betrug in der Periode von 1840 bis 1895 nie mehr als 5.1 m. über Null; doch wird diese steigende Tendenz durch die später kommende Donauluth längere Zeit genährt.

Die Octoberfluth pflegt kürzere Zeit anzuhalten, doch folgt auf dieselbe eine, Ende November, häufig erst im December eintretende neue Fluth, worauf der Eisgang und damit das kleine winterliche Wasser eintritt.

Im Uebrigen kann bezüglich der Wasserlaufsverhältnisse besonders wegen der Nähe der Save ein allgemeines Gesetz nicht aufgestellt werden. Die hier mitgetheilten Daten haben auch nur den Zweck, um auf Grund der täglichen Beobachtungen von mehr als 50 Jahren ein annäherndes Bild der durchschnittlichen Fluctuationen der Wasserverhältnisse der unteren Donau zu geben, die wir in der folgenden graphischen Darstellung bei Ersichtlichmachung der am Orsovaer Pegel in den Jahren 1840—1895 wahrgenommenen grössten, mittleren und kleinsten und aus denselben genommenen Normalwasserstände anschaulich zu machen bestrebt waren.

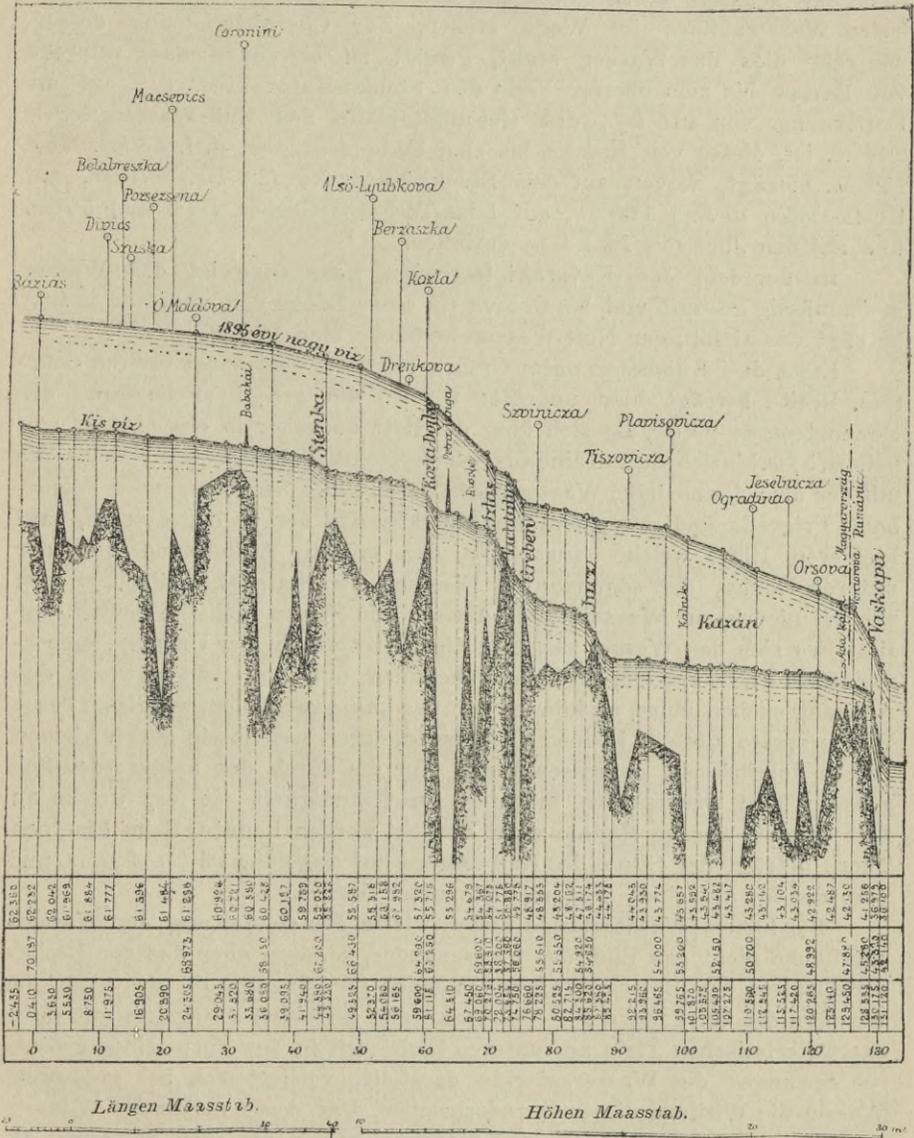
Während jedoch diese Wasserlinien eine gewisse Gleichmässigkeit, eine gewisse Gesetzmässigkeit kennzeichnet, zeigt die Gestaltung des Wasserspiegels in dem Kataraktenabschnitte von Baziás bis unterhalb des Eisernen Thores das abwechslungsreichste und fast bizarrste Bild.

Die wechselnden Breiten, besonders aber die die Flusssohle bildenden und stellenweise auch über den Wasserspiegel sich erhebenden Felsenbänke und Riffe rufen bei niedrigem Wasserstande fast wasserfallartige Wasserstürze hervor. Das im verzerrten Maasstabe dargestellte Längenprofil der Sohle und des Wasserspiegels machen sowohl die Gestaltung des Wasserspiegels und auch die dasselbe hervorrufenden Sohlengestaltung anschaulich.

Es ist hieraus zu ersehen, dass eine ganze Reiheder hervorragenden Felsensohlen als ein natürlicher Grundschwelle in mehr minderem Maasse den Wasserspiegel staut.

Schon das den Grund bildenden Plateau, welche von Alt-Moldova bis zum eigentlichen Eingang der unteren Donau (Lászlóburg, Golubác) reicht und übrigens ausserordentlich breit ist, staut den Spiegel des kleinen Wassers weit zurück. Diese Stauung vertheilt sich indessen infolge der darauf folgenden Bettverengung ohne Wassersturz langsam und der erste, wenn auch geringere Sturz bildet sich bei Stenka, wo ein Granitfelsen das Strombett durchzieht. Viel bedeutender aber ist die Stauung

DAS LANGENPROFIL DES DONAUSTROMES VON BAZIAS BIS UNTERHALB DES  
EISERNEN THORES.



1. Vergl. Ebene auf 30 Meter a. d. Adria.

2. Höhe des kleinsten Wasserspiegels über der Oberfläche des Meeresspiegels.

3. Höhe des höchsten Wasserspiegels über dem Meeresspiegel.

4. Entfernung in dem Stromlauf gemessen.

und der darauffolgende Wassersturz bei den Katarakten Dojke-Kozla, dann bei Izlas-Tachtalia-Greben und weiter unten beim Jucz, wo die hoch emporragende Felsensohle seit Jahrtausenden siegreich der zerstörenden Kraft des Wassers Trotz bieten und als ein unverwüthlicher Damm dem freien Wasserabfluss im Wege stehen. Zur Charakterisirung dessen, wie sehr dies das Wasser staut, genügt zu erwähnen dass während von Bazias bis zum oberen Ende des Stenka-Kataraktes, d. i. auf die Entfernung von 4.15 *km.*, das Gesamtgefälle des Null-Wasserspiegels 2.44 *m.* ist, dieses von Stenka bis zum Ende des Jucz, d. i. 47 *km.* lang, 15.6 *m.* beträgt, wovon auf den Stenka-Katarakt (2.4 *km.*) 0.75 *m.*, auf Kozla-Dojke (5 *km.*) 1.60 *m.*, auf Izlas-Tachtalia-Greben (17.6 *km.*) 5.7 *m.* und auf den Jucz (5.7 *km.*) 4 *m.* entfallen.

In der dem Jucz-Katarakt folgenden Kasanenge ist das Wasser gleichmässig gestaut und bis Orsova (in einer Länge von ungefähr 32 *km.*) beträgt das Gefäll, der Null-Wasseroberfläche blos 1.26 *m.*

Etwas drei Kilometer unter Orsova ragt aus dem sonst breiten Bette (die Breite beträgt hier ungefähr 800 *m.*) die grösste Felsenbank des Donaustromes empor, die sich über das Bett querüber in einer Breite von nahezu 5 *km.* hinziehend und eine aus Schiefersteinkalk bestehende Felsensohle mit der über die niedrige Wasseroberfläche mächtig hervorragenden Felsenbank Prigrada und mit einem ganzen Schwarm der bald grösseren, bald kleineren Riffe, welche zusammen das grösste Abflusshinderniss der unteren Donau, den sogenannten Eisernen Thorkatarakt bilden. Sehen wir bei niedrigem Wasserstande dieses, mit Felsen beinahe bewachsene Bett, wo sich das Wasser des mächtigen Stromes in der Unmasse emporragender Felsenspitzen, gleichsam heimlich und auf Schleichwegen den Ausgang suchen muss, so können wir uns kaum vorstellen, wie diese grosse Wassermasse aus den kleinen Oeffnungen, durch welche sie gleich kleinen Adern durchrieselt, abfliessen kann. Nur die durch den ausserordentlich grossen Fall verursachte mächtige Geschwindigkeit ist es, welche an Zeit ersetzt, was im Raume nicht erreicht werden konnte. Beim Eisernen Thore beträgt der Sturz des Nullwassers auf ungefähr 1.5 *km.* 4.27 *m.* und von hier an auf einen weiteren Kilometer 0.88 *m.*

Bei hohem Wasserstande finden wir in der Gestaltung der Wasser-oberfläche nicht das Bild des Flussgrundes, sondern eher das der Breiteverhältnisse des Bettes. Während nämlich im Längenprofil des niedrigen Wassers die Wirkung der Felsenbänke der einzelnen Katarakte mit ihrer charakteristischen Tiefe am unteren Ende sich in der Form eines grösseren Sprunges des Wasserspiegels darstellt, verliert sich bei grösserem Wasser die Wirkung dieser Grundschwelen. Das Anschwellen des Wassers nämlich ist am Fusse solcher Katarakte immer ein viel grösseres, als oberhalb des Kataraktes selbst, demzufolge das Gefäll der Wasser-oberfläche mit dem Anschwellen abnimmt, ja sogar gänzlich verschwindet; dagegen kommen bei grösserem Wasser die Einengungen und hauptsächlich die jähen Uebergänge zur Geltung, welche zu dieser Zeit im

Gefälle der Wasseroberfläche unerwartete Aenderungen und kataraktartige Gestaltungen aufweisen.

Die Katarakte der unteren Donau also als solche, sind hinsichtlich ihrer Gefällsverhältnisse dem Wesen nach zweierlei: Katarakte, die bei niedrigem Wasser und Katarakte, die bei hohem Wasser entstehen; unter die ersteren gehört die Kozla, Izlas-Tachtalia, Szvinicza, der Jucz und der Katarakt des Eisernen Thores, unter die letzteren Dojke und Greben, zum Theile aber auch Izlas und das Eiserne Thor.

Die Oberfläche des hohen Wassers folgt im Allgemeinen, mit Ausnahme der kataraktartigen Theile und Einengungen der Gestaltung der kleinen Wasseroberflächen. Das höchste Wasser bei Bazias beträgt über der kleinsten (0) Wasseroberfläche 8·10, bei Moldova 8·40, bei Babakaj 7·70, bei Stenka 7·0. Bei dem Eingange der unter Lászlóvár befindlichen Stromengen zeigt die Fluth ein grösseres lokales Gefäll und eine solche Strömung und ähnliche Symptome treten auch bei dem Ende der Stromengen unterhalb des 40-ten Kilometers ein. Der Stenka-Katarakt, über welchen das Hochwasser in einer Höhe von 7 Meter über Null abfließt, verschwindet ganz; sein kataraktartiger Charakter, welcher übrigens auch bei geringem Wasserstande nicht zu sehr zum Ausdrucke gelangt, verliert sich bei grossem Wasser vollständig.

Von Stenka bis Dojke fließt das Hochwasser durchschnittlich in einer Höhe von 7 Meter über Null mit geringer Geschwindigkeit, welche nur auf der Kozlaer Felsenbank wächst, wo das Wasser sich mit grosser Wucht an den Felsen des Wirbels Gospodin bricht, wodurch sich bei Hochwasser diese Stelle zu einer, für schwächere Fahrzeuge sehr gefährlichen gestaltet.

Die stauende Wirkung der Felsenbank Dojke kommt beim Hochwasser zur Geltung und hier, wo bei niedrigem Wasser der Strom kaum eine Geschwindigkeit hat, wird diese beim Hochwasser so gross, dass sie dem Hinaufschleppen grösserer Fahrzeuge Schwierigkeiten bereitet, ja oft gefährlich wird. Vom Dojke-Felsen bis zum Katarakte Izlas zeigen sich keine besondere Hindernisse oder Unregelmässigkeiten; der Fall des Hochwassers von Kozla bis zu Izlas-Tachtalia beträgt auf 10 *km.* 3 *m.* Die Felsenbank Izlas lässt beim Hochwasser ihre stauende Wirkung ebenfalls wesentlich zur Geltung kommen, doch wird das hier eintretende Gefälle der Wasseroberfläche von der durch die Grebener Enge verursachten und beim Hochwasser bis zum Izlas hierauf wirkende Stauung gemässigt.

Eines der wesentlichsten Hindernisse der Schifffahrt ist das grosse Gefälle, das bei Hochwasser rings um die Grebener Spitze entsteht. Während nämlich bei geringem Wasser in der Gegend der Grebener Spitze das Gefäll auf 700 *m.* kaum 0·80 *m.* beträgt, steigert sich dasselbe zugleich mit dem Anschwellen des Wassers rasch und in grossem Maasse und bei einem Wasserstande von 5 *m.* (nach dem Orsovaer Pegel) erhöht sich das Gefälle auf dieser verhältnissmässig kurzen Strecke beinahe auf das Doppelte des Gefälles bei niedrigem Wasser. Es ist also natürlich, dass das

ausserordentliche Gefälle, welches bei dem weiteren Anschwellen des Wassers sich auf einer zwar kürzeren Strecke, aber verhältnissmässig noch mehr erhöht, solche Erscheinung hervorruft und solche Schwierigkeiten verursacht, welche bei keinem einzigen Katarakte der unteren Donau vorkommen. Ausser der, durch das grosse Gefälle verursachten Geschwindigkeit tritt hier auch Bildung von Wirbeln auf, welche beim Hochwasser die Schifffahrt in grossem Maasse gefährden und bei diesem Katarakte eine sichere Lenkung des Schiffes beinahe unmöglich macht. Der ungleichmässige Abfluss des an die, unter dem Wasser befindlichen Felsenspitzen mit grosser Kraft anprallenden und von hier an den Fuss der Riffe sich hinabstürzenden Wassers bringt hier das Wasser in eine derartige wirbelnde Bewegung, dass diese oft mehr, als ein Meter unter der Oberfläche des Wassers tiefe Wassertrichter von grosser Ausdehnung verursacht, sich öffnet und schliesst, so dass hier die schwersten Schleppe hin und her geworfen werden und ihren sicheren Gang verlieren.

Die Wirbelbildung tritt besonders bei steigendem Wasser ein, da dann die Geschwindigkeit die grösste ist. Mit dem Wachsen des Hochwassers geht die stauende Wirkung der oberen Mündung des Kasan bis zu Grében, also auf 24 *km.* zurück und reducirt bei dem grössten Wasser den Abschnitt, der einen so grossen Gefälle aufweist, auf eine Länge von 200—300 *m.*

Vom Greben bis zum Eingang des Kasans ist das Hochwasser beinahe gleichmässig und fliesst bei hohem Wasser mit sehr geringem Gefälle ab. Die nach rückwärts wirkende Stauung des beim Kasan sich thürmenden Wassers nämlich macht das bei niedrigem Wasser beträchtliche Gefälle des Jucz-Kataraktes ganz aufhören und verschwinden, ja dieselbe gleicht auch das Gefälle des Szviniczaer Abschnittes aus. Bei dem oberen Eingange der Kasanenge wird das Hochwasser durch die ausserordentliche Enge des Bettes auf beinahe 9·50 *m.* über Null erhöht, während oberhalb des Juczkatarktes das Hochwasser sich bloß auf 6·60 *m.* über Null erhöht, auf welche Weise das Gefälle sich vollkommen ausgleicht.

Die bei dem oberen Eingang des Kasans plötzlich entstehende Enge verursacht eine so grosse Geschwindigkeit und diese, sowie der im Bette befindliche Kalnikfelsen einen so starken Strudel, dass das Passiren dieser Stelle durch Schiffe bei Hochwasser die grösste Vorsicht erfordert. Zufolge der im Kasan beim Hochwasser entstehenden und beinahe den ganzen Kasan entlang anhaltenden grosser Geschwindigkeit sind hier bei grösserem Wasser selbst die stärksten Dampfer nicht im Stande, eine grössere Zahl von Wasserfahrzeugen auf einmal ins Schlepptau zu nehmen.

Vom Kasan bis Orsova findet das Hochwasser mit bedeutendem Gefälle und in einer Höhe von durchschnittlich 6·5 *m.* ober Null seinen Abfluss.

Thalwärts von Orsova macht sich die stauende Wirkung der Felsen des Eisernen Thores zwar fühlbar, doch in viel geringerem Maasse, als bei geringem Wasserstande. Auch bei dem Eisernen Thore selbst stellt

sich, ähnlich den übrigen Katarakten, bei dem Steigen des Wassers ein Ausgleich des Gefälles ein, da das Hochwasser oberhalb des Eisernen Thores sich auf vier Meter über Null, unterhalb des Eisernen Thores auf 6·7 m. über Null erhebt, auf welche Weise das Gefälle der Wasseroberfläche bei dem Eisernen Thore sich beinahe um die Hälfte verringert.

Trotz der Hochwässer der unteren Donau, trotz der tiefen Profile, trotz der durch Felsenbänke verursachten Ereiterung des Abschnittes oberhalb Coronini und der verhältnissmässig grossen Breite des Abschnittes ober Baziás führen und mobilisiren die Hochwässer der unteren Donau und die tiefen Profile derselben eine grosse Menge von Gerölle und bewegen eine so grosse Geschiebsmasse, so dass einzelne abgesperrte Bettheile sich auffallend rasch verschlammen. Die lebhaftere Bewegung des Geschiebes in der unteren Donau wird hauptsächlich durch die Save, durch die Moldova und durch die bosnischen Nebenflüsse verursacht. Dieses Geschiebe ist sehr feiner Sand und Schlamm. Gröberes Gerölle kommt nur aus den Wildbächen in den Strom und ist dasselbe in der Regel in dem unter der Mündung dieser Wildbäche befindlichen Theile, in den die Mündung dieser Bäche charakterisirenden Geröllekegeln zu finden. Solche Kegel von grosser Ausdehnung kommen insbesondere vom Kozla abwärts vor.

### C) Eisgangsverhältnisse.

Die mit Recht abnorm zu nennenden Abflussverhältnisse des Wassers auf der unteren Donau gelangen auch im Eisgange zum Ausdruck. Diese Verhältnisse äussern sich in so mächtigen Erscheinungen, die ihresgleichen nicht nur im Lande, sondern auch bei den grösseren Strömen des Continents nicht aufzuweisen haben.

Der Anblick, wie sich das Eis in Bewegung setzt, wie es sich auf den Riffen aufbaut und wie sich infolge dessen gleichsam Eisberge bilden, ist ein imposanter, welcher in der im winterlichen Gewande erscheinenden wildromantischen Gegend, das Auge des Beschauers auch durch seine Schönheit entzückt und ihm Bewunderung abringt.

Wohl glaubt man, sich hierüber kaum verwundern zu müssen, denn auf den ersten Blick scheint es, dass auf diesem Wege nicht nur die Eismassen ganz Ungarns, sondern auch der ganzen Donau und aller ihrer Nebenflüsse abfliessen müssen. Und doch ist dem nicht so. Auf die untere Donau gelangt selbst im strengsten Winter kaum Eis aus den oberhalb der Theissmündung gelegenen Theilen; das Eis, das auf der unteren Donau abfließt ist in der Regel solches, welches sich unter der Theissmündung und zum grössten Theile solches, welches sich auf der Save gebildet hat. Sowie die Wasserverhältnisse der unteren Donau in erster Linie von jenen der Save beeinflusst sind, sind auch die Eisverhältnisse der Save von Einfluss auf die der Donau, so dass oft bei eisfreiem Zustande der mittleren Donau, wenn im Savethale eine niedrigere Temperatur eintritt, auf der unteren Donau starkes Eistreiben eintritt.

Es ist nur natürlich, dass bei dem felsigen Bette der unteren Donau auch die Eisgangsverhältnisse von den, bei anderen Flüssen beobachteten gewöhnlichen Verhältnissen abweichen. So bleibt z. B. unter normalen Verhältnissen das Eis vorerst im seichten Profile stecken, während auf der unteren Donau eines der bedeutendsten Hindernisse vom Kasan gebildet wird, welcher doch die tiefsten Profile aufweist.

Das Eistreiben pflegt auf der unteren Donau in der Regel bei niedrigem Wasserstande stattzufinden und die Dauer desselben ist verschieden, je nach der, in der Gegend der oberen Save herrschenden Temperatur. Der normale Verlauf des Eistreibens ist der, dass im Winter, wenn sich das Eis in Bewegung setzt und das Wasser zu gleicher Zeit fällt, das Eis im Kasan, in den schmalen Theilen desselben sich aufstaut und unterhalb und oberhalb desselben das ohnehin langsam fließende Wasser bald zufriert. Das von oben kommende neue Eis geht unter dem zugefrorenen Wasserspiegel nach abwärts, staut sich zum Theile an und verdichtet auf diese Weise fortwährend den Eispanzer, wobei nach oben hin sich in dem, im Anschwellen begriffenen Wasser der Eisstoss sich immer mehr aufbaut. Die ersten derartigen Erscheinungen sind in der Regel im Kasan, unterhalb Dubova zu bemerken; bei stärkerem Eistreiben ist binnen 8—10 Tagen nach der dort gar bald eintretenden Stauung das Eis in der ganzen Kasanenge vollständig eingezwängt und die Enge ganz verschlossen. Nachdem dies geschehen, das Eis bei Orsova nur sporadisch treibt und später, unterhalb dem Kasan, hört das Eistreiben gänzlich auf.

Die Absperrung der Kasanenge durch Eis ändert die Wasserverhältnisse vollständig sowohl in dem oberhalb desselben, als auch unterhalb desselben befindlichen Abschnitte; Höhe- und Gefällsverhältnisse des Wassers gestalten sich demzufolge ganz abnorm. Sowie nämlich im Kasan das Eis sich gestaut hat und die später kommenden Eismassen, unter das angestaute Eis dringend, das Profil immer mehr einengen, fällt das Wasser unterhalb dem Kasan plötzlich, während es oberhalb desselben steigt. Das bei dem oberen Ende des Kasan befindliche enge Profil verleiht bei dem, dasselbe noch mehr einengenden Felsen „Kalnik“ dem Eis eine neue Stütze und von hier aus beginnt sich die, gleichsam eine Fortsetzung der Kasaner Eisstosse bildende obere Eisstoss aufzubauen.

Im Falle gewöhnlichen Eistreibens zieht sich die Eisstosse bis zur Gemeinde Plavisevicza, bei stärkerem Eistreiben bis zum Jucz-Katarakt bei sehr starkem Eisgange aber über den Jucz-Katarakt hinüber bis nach Trikule, ja, bis nach Szvincza hin; das Eis steht also in einer Länge von beinahe 30 *km.* ohne Unterbrechung fest und bildet stellenweise weit über die Oberfläche des Wassers emporragende Eisberge.

Die unterhalb des Kasan sich bildende geringere Eismenge pflegt, an Orsova vorbeiziehend, gewöhnlich an den Felsenspitzen des Eisernen Thores, zumeist der Prigrada stecken zu bleiben und von hier aus nach oben eine Stauung zu verursachen. Dies ist blos bei grösserer Kälte der Fall, wenn es möglich ist, dass zwischen dem Kasan und Orsova sich in

der Donau grössere Eismengen bilden. Infolge solcher Stauungen beginnt dann das Wasser, das durch die Barricade von Kasan zum Sinken gebracht wurde, wieder anzuschwellen und wirkt dies bis nach Orsova hinauf.

Ausser diesen Eisstauungen der unteren Donau aber pflegen an vielen Stellen bald längere, bald auf kürzeren Strecken Eisverstopfungen zu entstehen, welche dann ebenso wie bei dem Kasan, auf den, oberhalb und unterhalb derselben liegenden Abschnitten oft plötzliche Anschwellungen, beziehungsweise Sinken der Wasseroberfläche verursachen.

Bei niedrigem Wasserstande pflegt das Eistreiben gewöhnlich Eisstauungen ober Bazias und bei Corinini zur Folge zu haben und von diesem Zeitpunkte an beginnt das Eistreiben in den Theilen unter Coronini abzunehmen, denn es geht nur jenes Eis ab, welches sich an Ort und Stelle gebildet hat, doch ist auch das noch immer eine sehr bedeutende Menge.

Dass das felsige Bett mit seiner geringen Tiefe, mit seinen Abflusshindernisse bildenden Felsenspitzen und Felsenbänken zur Bildung der örtlichen Barricaden, oder zum Mindesten zur theilweisen Eistauung zahlreiche Gelegenheiten bietet, kann nur natürlich erscheinen. So bilden sich beim Kozla und insbesondere bei Dojke, Piatra Lunga, dem Felsen Bivoli, den Katarakten Izlas und Tachtalia locale Barricaden an den Felsen, welche aber oft auch nach oben zu sich in grösserer Längenausdehnung aufbauen.

Da das Eis vor Allem an den höchsten Felsenspitzen hängen bleibt, an dieselben anfriert und in dem Tosteise einen immer bedeutenderen Zuwachs erhält: bietet dieser Umstand zugleich eine günstige Gelegenheit dazu, um den Ort, der unter dem Wasser befindlichen Felsenspitzen zu erkennen und die Stellen der Schifffahrtshindernisse über dem Wasser zu bezeichnen. Dieser Anblick ist demzufolge nicht nur interessant, sondern auch für das Studium der Schifffahrtsstrasse sehr wichtig. Deshalb pflegte auch bisher die Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft solche Gelegenheiten auszunützen und liess im Winter bei diesem geringen Wasserstande mit ihren Lootsen die Schifffahrtsstrasse erforschen.

Bevor die Regulirung in Angriff genommen wurde, pflegte auch bei der Grebener Spitze beinahe in jedem Jahre eine Eisstauung einzutreten, und zwar am Felsen Vrány, welcher in dem, bei der Eisstauung in der Regel eintretenden niedrigen Wasser den Abgang des Eises ein wesentliches Hinderniss bereitete. Auf dem Eise, welches sich an den Felsen Vrány anstaute, baute sich in dem, bis oberhalb Izlas gehenden gestauten Wasser in jedem Jahre Eisstoss auf, so, dass dort die Donau in ihrer ganzen Breite festgefroren war. Seit dem der Staudamm bei Greben das Wasser ober dem Felsen Vrány angestaut hat, hat dieses Eishinderniss und damit auch die Eisbarricade bei der Spitze Greben aufgehört.

Einen, gegen Eisstauung geschützten und daher zum Winterhafen geeigneten Ort gibt es auf der unteren Donau eigentlich nur an dem

Orsovaer Ufer, wohin das Eis nur bei sehr intensivem Eisgang und auch dann nur in kleinen Stücken kommt, weshalb sich auch die Schiffe an der unteren Donau in der Regel hierher flüchten.

Unterhalb des Eisernen Thores wird zwar der Turn-Severiner Hafen aus Noth auch als Winterhafen benützt, dort aber sind die Schiffe bei stärkerem Eistreiben nicht gehörig geschützt und mehr als einmal hat es sich ereignet, dass Schiffe, die sich hierher geflüchtet haben, im Hafen durch das Eis geschädigt wurden. Als Nothwinterhafen wird auch das Drenkovaer Ufer benützt, doch ist auch dieses nicht zweckentsprechend.

Sobald der Frühling kommt, gewöhnlich Ende März, oder in der ersten Hälfte des Monats April, geht das Eis von der unteren Donau ab; dem Abgang des Eises geht gewöhnlich ein Hochwasser voran; dieses allein ist im Stande, mit seiner Kraft die Barricaden zu sprengen.

Die Lösung der Eisbarricaden, insbesondere aber die Oeffnung des Kasan-Eisstosses und die derselben vorausgehenden Erscheinungen geben ein so imponantes Bild jener ausserordentlichen Naturkräfte, welche hier ihr grossartiges Werk verrichten, dass es sich für den Laien, wie für den Fachmann in gleicher Weise der Mühe verlohnt, dieselben zu besichtigen und zu bewundern, denn dies bietet einigermassen einen Begriff und veranschaulicht gewissermassen jene Erscheinungen, welche im Zeitalter der geologischen Umgestaltungen auf die Bildung der Engen an der unteren Donau von Einfluss gewesen sein mochten.

Bevor das Eistreiben an der unteren Donau beginnt, pflegt sich in der Regel der Eisstoss oberhalb Bazias in Bewegung zu setzen und bei anschwellendem Wasser die weiter unten befindlichen kleineren Stösse mit sich zu reissen. Die Donau ist zu solcher Zeit ihrer ganzen Breite nach mit mächtigen Eistafeln bedeckt und alle diese Massen werden auf die obere Barricade des Kasan gedrängt, thürmen sich dort auf und üben einen riesigen Druck aus, wobei sie den Wasserstand mitunter während 1—2 Studen auf eine nach Metern zählende Höhe erheben. Die sich stets vermehrenden und bei dem Anschwellen des Wassers sich stauenden Eistafeln werden mitunter bis zu der, sehr hochgelegenen Széchenyistrasse hinaufgedrängt und wenn dann die Eismasse, welche wahre Berge bildet, deren einzelne Theile sich gegenseitig fortwährend zermalmeln, erweicht ist, setzt sich das Ganze unter riesigem Lärm und Getöse in Bewegung und zu gleicher Zeit beginnt das Wasser in dem, oberhalb des Kasan befindlichen Theilen rapid abzunehmen.

Unmittelbar nach dem Vorbeiziehen des Kasaner Eises ist in der Regel die untere Donau dem Schiffsverkehr geöffnet. Nur selten ereignet es sich, dass das Eis der unteren Donau durch allmäligen Mürbewerden ohne bedeutendere Stauung und Anschwellung abgeht. Dies pflegt zumeist dann stattzufinden, wenn die Frühjahrsfluth in langsam heranzieht und an der unteren Donau die wärmere Temperatur früher eintritt und Südwinde das Eis der Donau rascher erweichen und schmelzen.

#### D) Die Wassermengen der unteren Donau.

Die auf diesem Abschnitte der unteren Donau abfliessenden Wassermengen, diese wichtigsten Factoren der Regulirung waren schon gelegentlich der, in den Jahren 1830—1835 durchgeführten grundlegenden Aufnahmen und hydrotechnischen Operationen Vásárhelyis, aber auch bei den, seither gemachten Studien der Gegenstand besonderer Beobachtungen, was auch natürlich ist, wenn wir in Betracht ziehen, dass bei jedem Werke, welches eine Regulirung bezweckt, jene Wassermenge die Basis der hydrotechnischen Berechnungen bildet, welche in dem Bette bei den einzelnen Wasserständen per Secunde abfliesst. Auch ist es mit Rücksicht auf die Schifffahrtshindernisse der unteren Donau natürlich, dass unter den, bei verschiedenen Wasserständen abfliessenden Wassermengen sich an jene Wassermasse das grösste Interesse knüpft, welche in der Donau beim niedrigsten Wasserstande, also bei dem als Basis der Regulirung angenommenen Orsovaer Nullwasserstande per Secunde abfliesst.

Die Menge dieses, bei dem geringsten Wasserstande abfliessenden Wassers war es nämlich, welche für den Plan aller jener Regulirungsarbeiten maassgebend war, bei denen die nothwendige Wassertiefe ganz oder zum Theile auf dem Wege einer, durch die Einengung des Bettes hervorgerufenen Stauung, wie sie bei Jucz und Greben-Milanovácz vorkommt, erreicht werden musste. Auch hinsichtlich des wichtigen Punktes, wie gross die Quantität des, im Donaustrome bei dem Nullpunkt secundenweise abfliessenden Wassers ist, musste man ebenso, wie hinsichtlich vieler anderer wichtiger und grundlegender Angaben aus der Schatzkammer der reichen Daten des oben bereits erwähnten hervorragenden Werkes von Paul Vásárhelyi schöpfen, denn Vásárhelyi war bisher der Einzige, der die Wassermengen der Donau beim Orsovaer Nullwasserstande durch thatsächliche Messungen bestimmt hat. Vásárhelyi berechnet im Wege unmittelbarer Messungen bei dem Nullpunkte des Orsovaer Pegels die Wassermenge des Donaustromes per Secunden mit 1680 Kubikmeter. Seit Vásárhelyi konnte das Wasserquantum des Donaustromes bei so geringem Wasserstande nicht mehr gemessen werden.

Seitdem im Zusammenhange mit den im Zuge befindlichen Regulirungsarbeiten auch ein eingehenderes Studium der Stromverhältnisse, sowie die Messung der Wassermengen und Geschwindigkeiten mit besonderer Aufmerksamkeit cultivirt wird: ist in der Schifffahrtssaison kein geringer Wasserstand eingetreten, der die unmittelbare Messung der kleinen Wassermengen zugelassen hätte. Die Schlussfolgerungen, die sich aus den, seither bei grösseren Wasserständen vorgenommenen Messungen ziehen lassen, zeigen, dass die seitens Vásárhelyis mit viel primitiveren Instrumenten, als es die heutigen sind, vollführten Messungen in ihren Resultaten sehr verlässlich sind und dass die durch Vásárhelyi fest-

gestellte und seither als Regulierungsbasis dienende Wassermenge von 1680 Kubikmeter per Secunde den Anforderungen der Praxis vollkommen entspricht.

Mit der Entwicklung der Regulierungsarbeiten erforderte das Studium der Wasserverhältnisse natürlich auch ein Studium der Frage der Wassermengen. Diese Studien wurden mit dem heutigen Entwicklungszustande der Wissenschaft entsprechenden, vollkommeneren Instrumenten und Einrichtungen ausgeführt.

Die Geschwindigkeitsmessungen, welche die Feststellung der, bei verschiedenen Wasserständen der unteren Donau abfließenden Wassermengen bezwecken, wurden zumeist im Jahre 1893, die Messung der grösseren und grössten Wassermengen aber, unter Benützung des eben gelegenen kommenden ausserordentlichen Hochwassers im Frühling des Jahres 1895 ausgeführt.

Die Messung der Geschwindigkeiten erfolgte anderthalb Kilometer oberhalb Orsova, unterhalb der Mündung des Baches Delboka auf einem Stromabschnitte, wo die Richtung des Bettes, die normale Gestalt des Profils und die hohen, geschlossenen Uferzustände darbieten, wie man sie für Messungen kaum geeigneter finden könnte.

Die Donau verfügt hier bei geringem Wasser, mit 470 *m.* breiten Wasserfläche und einen durchschnittlich 8—10 *m.* unter Null tiefem Grunde über normal entwickelte Profile; bei grossem Wasser beträgt die Breite des vollen Bettes 550 *m.*; die Tiefe desselben wechselt bei grösstem Wasser zwischen 14 und 16 *m.*

Die Messung der Geschwindigkeiten, resp. der Wassermengen in diesem Profile geschah in den Jahren 1893—1895 bei Wasserständen, die zwischen 1.04 und 6.32 *m.* des Orsovaer Pegels wechselten. Construiren wir uns aus den, auf diese Weise gewonnenen Resultaten die Curve der Wassermengen, so sind auf Grund derselben bei jedem Wasserstande die Wassermengen mit der erforderlichen Pünktlichkeit festzustellen.

Die Geschwindigkeitsmessungen erfolgten mit einem für electriche Signale eingerichteten Woltmann-Flügel System Amsler mit grosser Sorgfalt; der Flügel wurde zuerst einer eingehenden Prüfung unterzogen und wurden die zur Umrechnung der Resultate der Messungen nothwendigen sogenannten Flügel-Coefficienten pünktlich festgestellt. Die Geschwindigkeitsmessungen wurden im erwähnten Profile in Entfernungen von 20—60 *m.* von der Oberfläche bis zum Grunde vorgenommen. Zu derselben Zeit wurde an die Stelle der Messung das Gefälle der Wasseroberfläche gemessen, dann wurden die gewonnenen Daten mit den nach dem gegenwärtigen Stande der Hydraulik bekannten Berechnungsmethoden verglichen und gelangte man nicht nur auf praktisch sehr wichtige, sondern auf theoretisch sehr interessante und werthvolle Resultate.

In den oben beschriebenen Profile wurden durch die Bauleitung der Regulierung des Eisernen Thores in den Jahren 1893—1895 bei folgendem Resultate Geschwindigkeitsmessungen ausgeführt:

Wasserstand in Metern über Null auf dem Orsovaer Pegel :	Flächeninhalt des Profils : m <sup>2</sup>	Mittlere Geschwindigkeit in Metern : m.	Gefälle der Wasseroberfläche in Millimetern auf je einen Kilometer	Wassermengen per Secunde m <sup>3</sup>
1·04	3537	0·689	23	3438
2·08	4088	9·979	51	4005
2·73	4357	1·134	70	4944
3·00	4640	1·187	79	5511
4·12	5245	1·475	117	7739
5·22	6101	1·813	165	11061
6·14	6563	2·158	205	14167
6·32	6694	2·358	217	15687

Aus der graphischen Aufarbeitung der hier gewonnenen Messungsergebnisse wurde die Linie der Wassermengen festgestellt, welche zeigt, dass von dem Nullpunkte des Orsovaer Pegels bis zum höchsten Wasserstande secundenweise die Wassermengen die nachstehenden sind, wobei zu bemerken ist, dass die Rückfolgerung auf den Nullwasserstand eine von der durch Vásárhelyi festgestellten Wassermenge (1680 Kubikmeter) unwesentlich abweichende Masse als Resultat ergibt. Ebenfalls aus den obigen Resultaten sind durch Rückfolgerung die bei den bisher höchsten Wasserständen der unteren Donau 6·48 (rund 6·50 m.) auf dem Orsovaer Pegel bezügliche Wassermengen zu berechnen. Auf dieser Grundlage sind die Wassermengen der unteren Donau, beziehungsweise die mittleren Geschwindigkeiten derselben am Orte der Messung die folgenden :

	Wasserstand am Orsovaer Pegel: in Metern	Wassermenge per Secunde: m <sup>3</sup>	Mittlere Geschwindigkeit: m
	0	1680	0·453
	+ 1·0	2400	0·690
	+ 2·0	3650	0·935
	+ 3·0	5512	1·187
	+ 4·0	7500	1·440
	+ 5·0	10400	1·740
	+ 6·0	13500	2·090
Der bisher grösste Wasserstand	+ 6·50	17000	2·500

Das Verhältniss zwischen der kleinsten und grössten Wassermenge, also jene Zahl, welche für den Charakter der Strömung bezeichnend ist, beträgt bei der unteren Donau 17000/1680, also beinahe 1 : 10, was, wenn wir die gesammten Wassermengen des Donaustromes, sowie den Umstand, in Betracht ziehen, dass dies auf dem unteren Abschnitte eines grossen Stromes eintritt, wohl ansehnlich genug genannt werden darf.

Die Strom- und Wasserverhältnisse der Unteren Donau (von Bazias bis Sibb) auf der Schifffahrts-Strasse vor der Regulirung.

L. Zahl	Benennung des Stromabschnittes	Entfernung von Bazias Km.	Strombreite M.		Tiefe auf der Schifffahrt-Strasse während des kleinsten Wasserstandes im Jahre 1884 unter 0 Min.	Höchster Wasserstand über 0	Höhe des kleinsten Wasserstandes im Jahre 1884		Anmerkung
			Minimum	Maximum			Höhe über der Adria in Meier	Getälle auf 1000 Meier in Cm.	
1	Bazias—Alt-Moldova	2438	400	1100	7 00	8 10	62 187	3 70	
2	Alt-Moldova—Babakáj	3227	200	1450	2 10	8 40	60 670	9 00	Insel u. Sandbänke enthaltendes Bett
3	Babakáj—Szenka	44 00	320	1100	2 40	7 70	59 492	10 00	
4	Szenka	45 00		900		8 10	58 344	11 00	
5	Szenka—Kozla	59 95	410	1520	3 70	7 10	57 647	11 47	
6	Kozla—Dojke	62 33	350	770	1 80	7 00	55 873	7 470	durchschnittlich
7	Dojke—Izias	69 85	400	900	4 70	7 00	54 328	182 00	Maximum
8	Izias—Tachtalia—Grehen—Szvinięza	77 29	420	2020	0 20	7 00 Izias 1888 4 3 Szvinięza 1880	48 701	265 00 75 60 175 40	bei Tachtalia bei Grehen
9	Szvinięza—Jucz	84 57	700	1550	3 8	7 3	48 032	9 10	
10	Jucz	87 380		840	0 7	7 3	44 903	11 15	
	Jucz—Katarakt	85 255			2 1			235 36	
	Jucz—Kasan-Mündung	86 255						297 75	Maximum
11	Jucz—Kasan-Engel	100 00	450	1200	3 0	9 3	43 657	10 00	
12	Kasan-Engel	109 00	170	580	8 1	9 6	43 386	3 50	
13	Kasan—Orsova	120 00	380	710	5 6	7 6	42 922	3 60	
14	Orsova—Vercierova	125 33	400	1020	2 30	6 5	42 130	15 20	
15	Vercierova—Eis-Thor	128 53	680	1130	2 00		41 256	28 30	ung-roman. Ötze
16	Eis-Thor—Sibb	131 12	670	1150	0 3		36 100	417 00	Maximum
								200 00	410 m. in d. Länge
								320 00	1600 m. in d. Länge

### III. CAPITEL.

#### Schiffahrt auf der unteren Donau.

Die im Vorhergehenden geschilderten Bett- und Wasserlaufverhältnisse der unteren Donau erschweren überaus die Schiffahrt auf diesem Stromabschnitte, ja bei ganz niedrigem Wasserstande machen sie dieselbe ganz unmöglich. In den Katarakten zwingen die vom Grunde emporragenden Felsenriffe die Schiffahrtsstrasse an vielen Stellen in so enge Grenzen und gestalten dieselbe zu einer so sehr schlängelnden und sozusagen bei jedem Wasserstande eine andere Richtung nehmenden, dass Derjenige, der dieses unheilbringende Labyrinth des Bettes und des Wassers nicht ganz gründlich kennt, das Schiff, dass er durch die Katarakte zu lenken hat, leicht einer Katastrophe aussetzen kann.

Dabei wird die Gefährlichkeit der Situation durch dem Umstand erhöht, dass an solchen felsigen Stellen nicht nur der Mangel an Tiefe, sondern auch die grosse Stromschnelligkeit und die in fortwährenden Windungen dahinziehende Strömung, das Steuern der Schiffe über solche Stellen, auch dem geübtesten Lootsen zu einer schwierigen Aufgabe macht. Hier nämlich genügt es nicht — wie dies auf den oberen Stromabschnitten der Donau (ober und unter Dévény) üblich ist — die Schiffahrtsstrasse mit schwimmenden Signalen zu bezeichnen, denn der Lootse muss nicht nur die Richtung der Schiffahrtsstrasse kennen, sondern muss es auch verstehen, wie er sein Schiff beim rapiden und oft schiefen Lauf in die bezeichnete Schiffahrtsstrasse zu lenken habe.

Infolge dieser Gefährlichkeit der Schiffahrtsstrasse ist auf der ganzen Bazias-Turn-Severiner Strecke der untern Donau der Lootsendienst in der Weise eingeführt, dass die Lenkung der von oben kommenden Schiffe in der Regel in Drenkova, bei niedrigem Wasserstande aber schon in Moldova, ja auch schon in Bázias, die der nach oben gehenden Schiffe aber in Turn-Severin von den Lootsen übernommen wird, welche die Schiffbarkeit der Katarakte und die Schiffahrtsstrasse gründlich kennen. Die Dampfschiffahrtsgesellschaft hat ihre eigene Lootsen, die ihre regelmässige Anstellung bei der Gesellschaft haben; überdies gibt es aber auch Privatlootsen, die meistens ebenfalls aus der Reihe der einzelnen

Angestellten der erwähnten Gesellschaft hervorgehen. Schliesslich gibt es zum Führen der Ruderschiffe Privatlootsen, besonders in Dobra, Lyubkova und Berzaszka.

Kein Schiff kann die Katarakte ohne Lootsen passiren, und zwar nicht nur wegen der Gefährlichkeit der Schifffahrtsstrasse, sondern auch deshalb, weil die Versicherungsgesellschaften die Versicherung der nach der unteren Donau gehenden Transporte und Schiffe in der Regel an die Bedingung knüpfen, dass das Schiff im Kataraktenabschnitte von einem Lootsen geleitet werde.

Zur Erhöhung der Sicherheit dienen ferner die stellenweise angebrachten Bojen, welche gleichsam dem Gang der Schiffe seinen Weg vorschreiben und die Grenzen der Schifffahrtsstrasse bezeichnen.

Das wichtigste derartige Zeichen ist bei Greben, bei dem sogenannten Porecs-Csardak aufgestellt. Der Zweck dieser Signalstation ist das Passiren der Schiffe durch die Izlas-Tachtalia- und Greben-Katarakten zu regeln.

Die Signalvorrichtung ist ein aus einem eisernen Rohre bestehender Mast, an welchem zwei grosse Kugeln, eine weisse und eine rothe, mittelst dem Triebwerkes aufgezogen und herabgelassen werden können. Sind die Kugeln auf die Spitze des Mastes hinaufgezogen, so signalisiren sie für die nach hinaufgehenden, sind sie herabgelassen, so signalisiren sie für die abwärtsgehenden Schiffe, freie Durchfahrt. Die Station ist Eigenthum des ungarischen Staates, welcher sie in gutem Stande erhält und für das Signalisiren keinerlei Gebühren bezieht.

Ausser dieser Signalstation pflegt die Donaudampfschifffahrts-Gesellschaft, deren Schiffe auf dieser Linie bisher ausschliesslich verkehrt haben, an einzelnen Stellen der Katarakte an den über Wasser am höchsten emporragenden Felsenspitzen Bojen anzubringen, auf welchen sich eine roth oder weiss gefärbte Scheibe befindet; das abwärtsfahrende Schiff hat die rothe rechts, die schwarze links zu lassen, das aufwärtsfahrende Schiff aber die rothe links und die schwarze rechts. Schliesslich gibt es auch noch an den Ufern einzelne Signale zum dirigiren der Schiffe; z. B. je ein rothweiss gefärbter Felsenblock, je ein gezeichneter Baumstamm, welche den Schiffenkern ebenfalls einige Orientirung dafür bieten, wie er das Schiff auf die richtigste Weise zu lenken hat.

Trotz dieser Vorsichtsmaassregeln kommt es besonders bei niedrigem Wasserstande nicht selten vor, dass auch unter der Leitung der geschicktesten Lootsen die Schiffe an die Felsen geschleudert und beschädigt werden und ihre Ladung, ja mitunter das ganze Schiff unter Wasser geräth. Beinahe ein jeder Katarakt der unteren Donau erinnert den Schiffer an einen derartigen bald grösseren, bald geringeren Unfall.

Die Erforschung der gegenwärtigen Schifffahrtsstrasse ist das Werk fortwährender Erfahrungen und praktischer Studien von Jahrzehnten und auch hier, wie so oft im Verkehre zu Wasser, waren die Schiffer genöthigt, durch eigenen Schaden zu lernen und Erfahrungen zu sammeln. Ein charakteristisches Resultat dieser Erfahrungen ist die Gepflogenheit,

dass einzelne gefährliche Felsen ihre Benennung nach jenen Lootsen erhalten haben, die mit ihrem Schiff dort verunglückt sind. Solche gibt es in Kozla, Dojke und Izlas-Katarakte, wie auch beim Eisernen Thor.

Die Gefährlichkeit der Schifffahrtsstrasse an der unteren Donau wird lebhaft illustriert durch jene Schiffstrümmer, welche bei geringem Wasserstande an den Felsen zu erblicken sind und jene Ueberlieferungen über versunkene Schiffe, welche sich in der Uferbevölkerung und unter dortigen Schiffern auch aus alter Vergangenheit noch erhalten haben. So hat die Volkssage auch heute noch die Erinnerung an einige grössere Schiffs-Unglücksfälle bewahrt, u. A. den Fall eines in dem Grebener grossen Strudel zu Anfang dieses Jahrhunderts versunkenen griechischen (oder türkischen) Schiffes, welches mit einer grossen Menge von Gold, Silber und Preziosen beladen gewesen sein soll.

Die geschicktesten Lootsen der unteren Donau sind ausser den besonders zu diesem Zwecke herangebildeten Schiffern der Donaudampfschifffahrts-Gesellschaft, die Bauernlootsen von Dolnja, Ljubkova und Berzaszka, die besonders bei niedrigem Wasserstande, da der Verkehr nur mit sehr seicht gehenden Fähren möglich ist, mit sehr grosser Geschicklichkeit die Schiffe und Plätten auf der Wasserstrasse, die voller Felsenriffe ist, lenken. Dabei ist die Schwierigkeit der Lenkung in den Katarakten noch das geringere Uebel, das Hauptübel aber besteht darin, dass bei niedrigem Wasserstande nicht jene Wassertiefe vorhanden ist, welche zur ungehinderten freien Schifffahrt erforderlich wäre. Die auf der unteren Donau verkehrenden grösseren Schiffe, mit einer Fahrtiefe von 183 *cm.* (12 Faust) können das Eiserne Thor nur dann passiren, wenn der Wasserstand nach dem Pegel bei Orsova wenigstens + 350 *cm.* beträgt, in den übrigen Katarakten aber blos bei einem Wasserstande, welcher auf dem Pegel von Orsova einer Höhe von + 280 *cm.* entspricht. Ist der Wasserstand niedriger, so muss von der Ladung entweder soviel weggenommen werden, dass die Schiffe dem Wasserstande entsprechend einen seichteren Gang habe, oder muss die ganze Last auf kleinere Schiffe mit seichteren Gänge umgeladen werden. Mit so grosser Ladung verkehren übrigens nach oben in der Regel nur Frachtschiffe und nach unten Kohlschiffe. Schiffe, die Commere- (Stück) Waaren mit sich führen, haben eine Fahrtiefe von 140—150 *cm.* und diese können auf dem Stromabschnitt ober Orsova bei einem Wasserstande von + 250 *cm.* nach dem Pegel von Orsova, über das Eiserne Thor aber bei einem Wasserstande von + 280 *cm.* mit voller Ladung verkehren.

Die Grenze des Transportes mit Dampfschiffen wird durch jenem Wasserstande gebildet, unter welchem die in den Katarakten verkehrenden zwei Dampfschiffe seichtesten Ganges, die „Izlas“ und die „Tachtalia“ das Eiserne Thor und die übrigen Katarakte nicht mehr passiren können und dies ist bei den oberen Katarakten + 103 und bei dem Eisernen Thore + 126 *cm.* an dem Orsovaer Pegel. Unter diesem Wasserstande wird der Transport durch Ruderplätten bewerkstelligt, was bei den oberen

Katarakten bei einem Wasserstande von + 16 *cm.* auf dem Pegel bei Drenkova oder aber + 87 *cm.* auf dem Pegel bei Orsova möglich ist. Das Eiserne Thor aber kann bei einem so geringen Wasserstande keinerlei Schiff passiren und die Waaren werden in diesem Falle von Orsova oder Vercierova mit Eisenbahn nach Turn-Severin transportirt und erst dort wieder aufs Schiff geladen.

Wenn also der Wasserstand unter + 350 *cm.* an dem Orsovaer Pegel sinkt, muss die Ladung der Schiffe mit einer Fahrtiefe von 183 *cm.*, wenn dieselben auch das Eiserne Thor passiren wollen, erleichtert werden, d. h. ein Theil dieser Last muss in ein anderes Fahrzeug geschafft werden, u. zw. so lange, als der durch diese Erleichterung erreichte seichtere Gang des Schiffes dem Wasserstande entspricht. Dieses Lichten, beziehungsweise diese Umladung geschieht bei sehr niedrigem Wasserstande schon in Moldova, ja in Bazias, bei einem Wasserstande von + 184 *cm.* in Drenkova und zwar auf 150 *cm.* und bei noch niedrigerem Wasserstande auf immer geringere Tauchung, bis dann bei einem Wasserstande von + 58 *cm.* das Schiff auf + 76 *cm.* erleichtert werden muss; bei dem Drenkovaer Wasserstande von 16 *cm.* aber können die Ruderboote nur leer die Katarakte passiren.

Die erwähnte Lichtung geht derart vor sich, dass aus dem sogenannten Mutterschiffe auf die in diesem Stromabschnitte zu Erleichterungszwecken bereitgehaltenen Plätten ein Theil der Last überladen wird; bei einem Wasserstande von + 16 *cm.* nach dem Drenkovaer Pegel aber geschieht der Transport, da in diesem Falle selbst Plätten nicht verkehren können, von Drenkova bis Tiszovicza (unterhalb Jucz) auf Wagen; in Tiszovicza werden die Waaren wieder auf Plätten geladen und bis Vercierova transportirt, von dort aus wird das Eiserne Thor mittelst den nach Turn-Severin führenden Eisenbahn umgangen, von wo dann die Weiterförderung auf regelmässigen Schiffen erfolgt. Diese Art des Transportes wird aber bei ihrer Kostspieligkeit nur bei Eilgut in Anwendung gebracht; kostet sie ja doch per hundert Kilogramm 2—2½ fl. Zwischen Drenkova und Tiszovicza wird der Personenverkehr bei einem Wasserstande unter + 32 *cm.* des Drenkovaer Pegels (+ 103 *cm.* des Pegels bei Orsova) mittelst Wagen, von Tiszovicza nach Orsova und von dort bis Vercierova mittelst Schiff und von Vercierova bis nach Turn-Severin mittelst Eisenbahn abgewickelt. Zu einer solchen Zeit also bietet eine Reise auf der unteren Donau in der That viel des Romantischen.

Da der geringe Wasserstand sich in der Regel im Herbste, also zu jener Zeit, wo die Stauung der Transporte die lebhafteste ist und die Zahl jener Dampfschiffe, welche mit einer geringen Tiefe (0.60—0.70 *m.*) zu solcher Zeit das Schleppen auf dem Katarakte bewerkstelligt eine verhältnissmässig geringe ist, so erfolgt das Schleppen der Plätten mittelst Ochsen. Dies pflegt in der Regel von Tiszovicza bis nach Drenkova — zumeist unter Benützung derselben Strasse auf dem ungarischen Ufer — zu erfolgen. Diese Strasse war nämlich in älteren Zeiten, in Ermang-

lung an Dampfschiffen und ist bei kleinem Wasserstande auch heute von ausserordentliche Wichtigkeit und als Széchenyi an der unteren Donau mit bedeutenden Kosten die seinen Namen führende Kunststrasse bauen liess, that er dies zugleich, um eine ordentliche Schiffstrasse herzustellen. Das Ziehen mit Ochsen wird auch heute bei geringem Wasserstande sehr lebhaft betrieben; zum Ziehen je einer Plätte — welche oft kaum mit mehr als 50 Tonnen beladen ist — durch die Katarakte, sind 6—8 Paar Ochsen erforderlich. Es ist also natürlich, dass dies die Transportspesen bedeutend erhöht.

In welch bedeutendem Maasse die regelmässige Schifffahrt an der unteren Donau durch die Katarakte behindert wird, erhellt am besten daraus, wenn wir in Betracht ziehen, wie viel Tage hindurch in der Schifffahrts-Saison (vom 1. März bis Ende November) die regelmässige Schifffahrt in einer Reihe von Jahren gehindert war. Aus dem zur Verfügung stehenden Daten theilen wir nachstehend eine Zusammenstellung jener Tage mit, an welchen in der jährlich (von März bis November) 275 Tage betragenden Schifffahrts-Saison die Schifffahrt gehindert, also entweder nur mittelst Umladung zu bewirken war, oder aber gänzlich eingestellt werden musste. Zu diesen Daten haben wir noch zu bemerken, dass wir bis zum Jahre 1880 die Schiffe mit einer Fahrtiefe von 9—10 (140—150 Centimeter) zur Basis genommen haben, welche durch das Eiserne Thor nur bis zum Wasserstande von + 280 *cm.* nach dem Orsovaer Pegel verkehren können, während von 1880 an der unbehinderte Verkehr der grösseren, 183 *cm.* (12 Fauszt) tieffahrenden Schiffe als Basis dient.

Jahr	Zahl der Tage, an welchen die Schifffahrt gehindert war :	Jahr	Zahl der Tage, an welchen die Schifffahrt gehindert war :
1840	116	1858	125
1841	155	1859	106
1842	130	1860	77
1843	37	1861	128
1844	35	1862	198
1845	56	1863	254
1846	112	1864	52
1847	28	1865	192
1848	141	1866	214
1849	130	1867	113
1850	53	1868	149
1851	29	1869	174
1852	95	1870	81
1853	85	1871	83
1854	146	1872	174
1855	90	1873	151
1856	182	1874	154
1857	163	1875	151

Jahr	Zahl der Tage, an welchen die Schifffahrt gehindert war:	Jahr	Zahl der Tage, an welchen die Schifffahrt gehindert war:
1876 . . . . .	91	1886 . . . . .	215
1877 . . . . .	111	1887 . . . . .	224
1878 . . . . .	28	1888 . . . . .	188
1879 . . . . .	85	1889 . . . . .	167
1880 . . . . .	183	1890 . . . . .	270
1881 . . . . .	114	1891 . . . . .	210
1882 . . . . .	225	1892 . . . . .	134
1883 . . . . .	167	1893 . . . . .	210
1884 . . . . .	233	1894 . . . . .	275
1885 . . . . .	260	1895 . . . . .	114

Nach diesen Daten war während der 40 Jahre von 1840 bis 1880 in der 275 Tage betragenden Schifffahrts-Saison durchschnittlich 117 Tage hindurch die Schifffahrt mit den 150 *cm.* tieffahrenden Schiffen gehindert; diese konnten also mit voller Ladung jährlich blos 158 Tage auf der unteren Donau verkehren, während in den 15 Jahren von 1881 bis 1895 der Verkehr der 183 *cm.* tieffahrenden Schiffe mit voller Ladung jährlich im Durchschnitte blos 45 Tage möglich war.

Der Aufschwung des Verkehres und die Entfaltung des grössten Vortheiles der Communication zu Wasser, die Billigkeit wurde nicht nur durch den Mangel an gehöriger Wassertiefe, sondern auch durch jene rapide Strömung gehindert, welche in einzelnen Katarakten der unteren Donau, zumeist am Dojke- und Greben-Katarakte und beim Eisernen Thore vorkommen. Während nämlich die Dampfschiffe von regelmässiger Grösse und Stärke auf der unteren Donau 4—5, ja auch mehr grössere beladene Schleppschiffe ziehen können, können dieselben auf der unteren Donau selbst bei grösserem Wasserstande, wo also die erforderliche Wassertiefe vorhanden wäre, kaum mehr als ein bis zwei Schleppschiffe ziehen, ja an einzelnen Stellen, wie beim Eisernen Thore und beim Katarakte von Greben, kann auch das Heraufziehen eines einzigen Schleppschiffes nur mit Schwierigkeiten bewirkt werden. Diese Schwierigkeiten nehmen mit dem Anschwellen des Wassers zu und sind bei höherem Wasserstande so bedeutend, dass auf der Bergfahrt die schwereren Schleppschiffe durch die Katarakte nur von den stärksten Dampfern, oft sogar nur unter Anwendung eines zweiten Dampfes gezogen werden können. Nicht nur die grosse Geschwindigkeit selbst, sondern auch die in diesen Katarakten bei grossem Wasser sich entwickelnde Stromwirbel machen es unmöglich, dass das Ziehen von einem Dampfer allein bewirkt werden kann.

Da die Brandung infolge der grossen Geschwindigkeit des Wassers eine sehr starke ist, verursacht dieselbe so ausserordentliche und bei Flüssen ungewohnt grosse Strudel, welche für die Schiffe überaus gefährlich sind und welche blos mit sehr starken Dampfern sicher bekämpft werden können.

Es ist natürlich, dass all diese Umstände die Kosten des Remorquiers vergrössern und den Transport vertheuern.

Noch ungünstiger ist die Schifffahrt in den Katarakten, insbesondere mit Rücksicht auf die erhöhten Ansprüche der heutigen Schifffahrt und auf jene Tendenz derselben, wonach gerade die schwerer beladenen und demzufolge tiefergehenden Schiffe mehr an Raum gewinnen. Das Streben hienach ist übrigens ein ganz natürliches, da die Kosten des Wasserverkehrs mit der Erhöhung der Landungsfähigkeit der Schiffe verhältnissmässig geringer werden. Auch die Schiffbarmachung der Flüsse muss sich also unterhalb der Grenzen der Zweckmässigkeit und Möglichkeit dieser Richtung anpassen. Und in dieser Hinsicht erfordert der hier in Rede stehende Abschnitt der unteren Donau, auf welchem der Verkehr der grösseren 183 *cm.* tiefgehenden Schiffe mit voller Ladung — wie bereits erwähnt — im grössten Theile des Jahres gehindert ist und sich in der Schifffahrts-Saison auf durchschnittlich 45 bis 160 Tage beschränkt, eine sehr bedeutende Umgestaltung und wenn derselbe in dem Maasse

### AUSWEIS

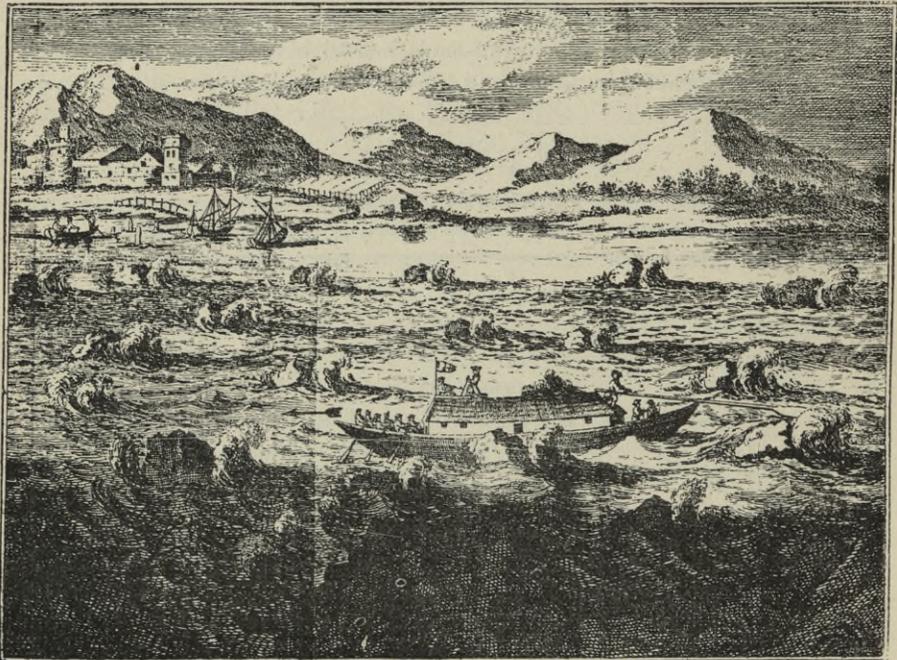
über die bei verschiedener Fahrtiefe der durch die Katarakte an der unteren Donau gezogenen Schleppschiffe erforderlichen Wasserstände.

Fahrtiefe des Schiffes		Z w i s c h e n						Zwischen Orsova—Turn-Severin nach dem Orsovaer Pegel	
		Moldova - Alibeg		Alibeg - Drenkova		Drenkova - Orsova			
		nach dem Pegel bei Drenkova,							
		abwärts	aufwärts	abwärts	aufwärts	abwärts	aufwärts	abwärts	aufwärts
Faust    cm.		Wasserstand in centimetern							
5	76	— 32	— 37	—	—	58	53	142	132
5½	84	— 26	— 26	8	8	71	66	158	142
6	91	— 16	— 16	16	16	84	79	174	158
6½	99	— 8	— 8	24	24	97	92	190	174
7	107	0	0	32	32	111	105	205	190
7½	114	8	8	40	40	124	119	216	205
8	122	16	16	47	47	137	132	232	221
8½	130	24	24	55	55	148	142	248	237
9	137	32	32	63	63	158	153	263	253
9½	145	40	40	71	71	171	166	284	269
10	152	47	47	84	79	184	179	295	284
10½	160	55	55	92	87	192	187	311	300
11	168	63	63	100	95	200	195	327	316
11½	175	71	71	108	103	208	203	342	332
12	183	79	79	116	111	216	211	350	340

Anmerkung: 1. Der Orsovaer Wasserstand ist zu gleicher Zeit in der Regel um 71 *cm.* höher, als der Drenkovaer, was aber nicht als maassgebend betrachtet werden darf und blos zur allgemeinen Orientirung dient. 2. Die mit — bezeichneten Ziffern bedeuten Wasserstände unter 0.3. Eine Faust ist = 6 engl. Zoll = 15.24 *cm.* angenommen.

schiffbar gemacht werden wird, dass diese grösseren Schiffe hier immer ungehindert verkehren können, wird die Schifffahrt an der unteren Donau — wenn sich auch die volkswirtschaftlichen Verhältnisse hiefür günstig gestalten — sicher zu einer bisher nicht geahnten Höhe gelangen.

Solange die Dampfschiffe nicht erfunden waren, war der Verkehr auf diesem kataraktenreichen Abschnitte der unteren Donau ein sehr geringer. Zu Thal schwamm das Schiff, wenn auch unter tausend Gefahren zu Berg aber konnten selbst die leeren Schiffd nur sehr schwer gezogen werden. Zur Zeit der römischen und dann auch Jahrhunderte danach, während der türkischen Kriege aber war auch die untere Donau durch



Kleemann's Boot zwischen den Wellen des Kataraktes beim Eisernen Thore im Jahre 1768.

ganzen Schwärmen von Segel-, Kriegsruder- und Transportschiffen bevölkert. Als auch die Kreuzzüge hier passirten, gingen zahlreiche Schiffe über die Katarakte. Hie und da machten einzelne Reisende in amtlicher Mission oder aus Privatpassion ebenfalls grössere Reisen auf der Donau bis zum Schwarzen Meere. So z. B. kam Kleemann im Jahre 1768 aus Wien auf einem hölzernen Ruderschiffe bis zum Schwarzen Meere und in seiner Reisebeschreibung verewigte er auch in einem Bilde den Kampf den sein Schiff mit den Wellen und Felsenriffen des Kataraktes beim Eisernen Thore bestand. Zur Zeit Kaiser Josef II. versuchte es ein Karlstädter Kaufmann Namens Valentin Gollner mit zwei Getreideschiffen

nach dem Schwarzen Meere zu kommen, doch liess der türkische Grenzoﬃzior das eine seiner Schiffe, in welchem er Kriegsmunition geborgen währte anbohren und versenken. Später, im Sommer des Jahres 1830 begab sich Stefan Széchenyi ebenfalls in einer Ruderbarke von Budapest bis zum schwarzen Meer und in den Briefen über diese Reise, sowie in den Notizen seines Tagebuches schildert er mit den lebhaftesten Farben die Schrecknisse der Katarakte an der unteren Donau.

Einen grösseren Aufschwung nahm die Schifffahrt an der unteren Donau unter der begeisterten Mitwirkung des Grafen Stefan Széchenyi mit dem Zustandekommen der ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, welche seit dem Jahre 1831 im Verkehr an der untern Donau stets grösseren Raum gewonnen und sozusagen die grundlegende Unternehmung der Donauschifffahrt war.

Der grösste Theil des Schiffverkehrs an der unteren Donau, ja sozusagen der ganze, wurde bis zu den letzten Jahren durch die Schiffe der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft abgewickelt. Der Schiffspark dieser Gesellschaft, ihr eigenes geschultes Personal, ihre diesen speciellen Verhältnissen angepassten Einrichtungen sicherten der Gesellschaft eine Ausnahmstellung. Seit dem Beginne der Regulirung der unteren Donau aber nehmen eigens mit Berücksichtigung der Katarakte gebaute Schiffe unter rumänischer, serbischer, russischer und bulgarischer Flagge lebhaften Antheil an dem Verkehr an der unteren Donau, welcher nach Beseitigung der Schifffahrtshindernisse des Eisernen Thores und der übrigen Katarakte sicherlich einen noch grösseren Aufschwung nehmen wird.

---

#### IV. CAPITEL.

### Römische Arbeiten an der unteren Donau.

Die hohe Wichtigkeit des Donaustromes als Verkehrsweg wurde schon von den Römern erkannt, welche diesen Strom bei ihren Eroberungsfeldzügen auch mit Erfolg benützten. Zu diesem Zwecke führten sie auch bedeutende Arbeiten an der Donau aus, deren stellenweise heute noch vorhandene Ruinen mit Recht uns Bewunderung für jene Werke abzwingen, welche mit hervorragender Fachkenntniss geschaffen und unter den damaligen Umständen riesige Kraftanstrengungen verursachten, Werke, welche die Donau entlang von den mächtigen Herrschern und Heerführern Roms mit den damaligen primitiven Behelfen zu Stande gebracht wurden. Ausser den zahlreichen Steinbrücken, deren Ruinen auf heinahe bewunderungserregende Schöpfungen lateinischer Baukunst hinweisen, wurde an der Donau von Regensburg bis zur unteren Donau ein Treppelweg hergestellt, um das ungehinderte Hinaufbeförderung der Schiffe zu sichern.

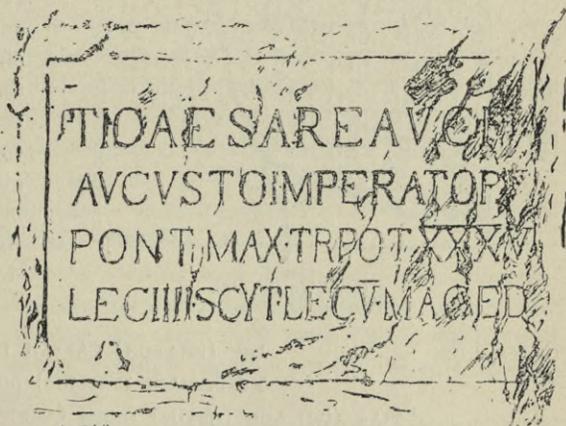
Die meisten und umfangreichsten Wasserbau- und Wasserregulirungs-Denkmalen der römischen Herrschaft aber finden wir in jenen auch heute beinahe redenden Ruinen, welche fast zwei Jahrtausend alte Zeugen der kein Hinderniss kennenden grossen geistigen und materiellen Kraft eines Volkes sind, welches die Welt beherrscht hat.

Schon Julius Caesar plante die Ausdehnung der Grenzen des römischen Reiches bis zur Donau. Sein früher Tod verhinderte aber die Verwirklichung seiner Pläne, welche Aufgabe seinem Neffen und würdigen Erben, dem Kaiser Augustus zufiel, der in den Jahren 33 bis 31 v. Chr. mit der Besetzung Siscias — des heutigen Sisseks — die Grundlage der strategischen Linie gegen die an der unteren Donau zur Uebermacht gelangten Dacier legte und nach Eroberung Daciens und Pannoniens den Krieg gegen die Dacier begann. Der Adoptivsohn und Nachfolger Augustus', Kaiser Tiberius, sah gar bald ein, dass es die Kriegsoperationen zur Eroberung Daciens ausserordentlich begünstigen würde, wenn gegenüber der am linken Ufer der Donau befindlichen Grenze Daciens am rechten Ufer der Donau eine regelrechte Strasse gebaut würde, auf welcher für die an der Save und Donau operirenden Armee Lebensmittel und Kriegsräthe transportirt werden könnten. Zu diesem Zwecke liess er von

Sirmium, als den Mittelpunkt der Kriegsoperationen ausgehend gegen Unter-Mösien in den Jahren 33 und 34 n. Chr. eine neue Strasse bauen. Diese Strasse begann bei Singidunum (dem heutigen Belgrad) und zog sich mit Berührung Semendiras, Viminaciums (des heutigen Kostolác), der Mündung des Porecs, Brza-Palankas und Bononias (des heutigen Widin) bis nach Ratairia (des heutigen Arcser-Palánka).\*)

Diese Strasse führte also von Belgrad bis zu dem bei dem Jucz-Katarakte einmündenden Porecs-Bach am linken Donauufer, von dort aber den grossen Bogen, den hier die Donau macht, durchschneidend über die Thäler hindurch geradewegs nach Brza-Palánka. Auf diesem bergigen, felsigen Donauabschnitt, wo der Fuss der Felsenriffe stellenweise sich ganz steil in das Strombett senkt, musste der Bau dieser Strasse mit grosser Kraftanstrengung verbunden sein. Die in Felsen eingehauenen Wegabschnitte und jene zwei, heute nur in Bruchstücken vorhandenen

TI CAESARE AVGV F  
AVGVSTO IMPERATORE  
PONT MAX TR POT XXXV  
LEG III SCYT LEG MACED



Tiberius-Tafel.

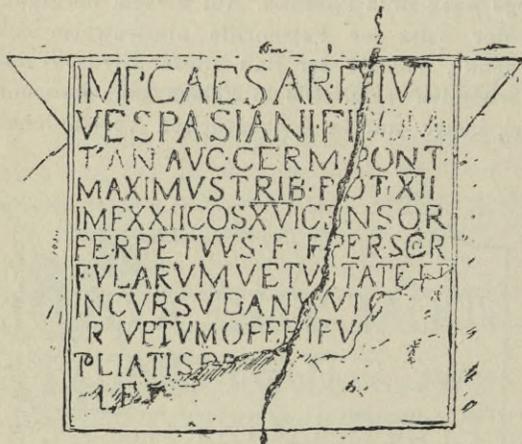
Gedenktafeln, welche beim Kozlaer Gospodin-Felsen und circa neun Kilometer weiter unten beim Izlas-Katarakte den Namen des Erbauers Tiberius und das Andenken an sein grosses Werk verewigen: sind auch heute noch gleichsam redende Zeugen dieser grossartigen Arbeit. Die Texte der zwei Gedenktafeln decken sich vollständig; die bei Izlas aber mit ihren verworrenen Buchstaben, mit ihrer groben Gravure legt die Folgerung nahe, dass dieselbe, wenn auch in demselben Zeitalter, wie die andere, dennoch bloß deren, von einem ungeschickten Arbeiter gefertigte Nachahmung sei.

Die Strasse des Tiberius, entlang der Donau, war gegen eventuelle Angriffe der jenseits wohnenden feindlichen Dacier durch kleine Forts

\*) Siehe Julius Neudeck. Weg des Tiberius an der unteren Donau. Im Jahrgange 1894 des Organs des ungarischen Ingenieur- und Architekten-Vereines

und militärische Wachthäusern gesichert, deren Ruinen und Denkmäler auch heute noch an vielen Orten aufgefunden werden können. \*)

Die Tiberiusstrasse wurde später durch die Kaiser Vespasianus und Domitianus ergänzt und verbessert. Hierauf lassen die zwei Gedenktafeln schliessen, welche bei Kozla, in dem Felsen Gospodin, in der Nähe der Tiberiustafel die Namen und das Andenken der zwei Kaiser verewigt. Von dem Dasein dieser Tafeln hatten die Archäologen bisher bloß eine dunkle Ahnung, bis Julius Neudeck, ein Angestellter der Regulierungsarbeiten an der unteren Donau dieselben entdeckte, die Aufschrift der



Domitianus-Tafel.

Vespaſians-Tafel abschrieb, während die andere Tafel Professor Gabriel Téglás unter Mitwirkung der kön. ung. technischen Bauleitung des Eisernen Thores im Jahre 1893 nach Reinigung der Tafeln abschrieb, ja sogar, einen Gipsabdruck anfertigte und aus der ausserordentlich zerbröckelten Aufschrift den Originaltext der Tafel feststellte. \*\*)

Die Vespaſians-Tafel befindet sich unmittelbar neben der Tiberius-Tafel in ein und

IMP (ERATOR) CAESAR DIVI  
 VESPASIANI F (ILIUS) DOMI  
 TIAN (US) AUG (USTUS) GERM (ANICUS) PONT (IFEX)  
 (MAXIMUS TRIB (UNICIA) POT (ESTATE) XII  
 IMP (ERATOR) XXII CO (N) S (UL) XVI CENSOR  
 PERPETUUS P (ATER) P (ATRIAG) PER SCRO  
 FULARUM (VIAM) VETUSTATE ET  
 INCURSU DANUVI C (OR)  
 RUPTUM OPERIBUS (SUPERATI A)  
 TOLIATIS RE (FECIT ET DILATAVIT)  
 LEG (IV VII CLAUDIA PIA FIDELIS)

(Die Ergänzung der Aufschrift an der Domitianus-Tafel.)

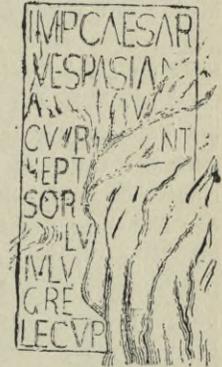
\*) Siehe Julius Neudeck's Abhandlung: Die Strasse des Tiberius.

\*\*) Siehe Gabriel Téglás: Ujabb adalékok az aldunai zuhatagok sziklafelirataihoz. Budapest, 1894. a M. Tud. Akadémia kiadása. (Neuere Beiträge zu den Felsenaufschriften der Katarakte an der unteren Donau. Budapest, 1894. Verlag der Ungarischen Academie der Wissenschaften.)

derselben Höhe wie die letztere, während die Domitian-Tafel von derselben aufwärts etwa 200 Meter über dem Gospodin-Strudel sich befindet.

Nachdem Vespasianus vom Jahre 75 bis 80 nach Chr. als Censor wirkte, fällt auch die Verfertigung der, seinen Namen verewigenden Gedenktafel in diese Zeit.

Ein interessanteres Denkmal der Strassenbauten der Römer zu dieser Zeit bildet die vom Professor Téglás mit anerkanntem Eifer und mit grosser Fachkenntnis erforschte Domitian-Tafel, welche er zu ergänzen, beziehungsweise zu entziffern versuchte. Und obwohl gerade die für die Geschichte bedeutendsten Details dieser Aufschrift beschädigt sind, kann aus derselben — wie Téglás schreibt — dennoch soviel festgestellt werden, dass Domitianus im 22. Jahre seiner Herrschaft und im 12. Jahre seiner Tribungewalt, in der Zeit vom 14. September 92 nach Chr. bis zum 15. September 93 nach Chr. die von Taliatae, also vom heutigen Milanovác an, die Donaufelsenriffe entlang, d. h. längst der Porecs-Inseln, der Felsenriffe bei Grében und der Izlas-Tachtalia-Katarakte führende durch die lange Benützung und durch Ueberschwemmungen geschädigte Strasse von der Legion VII. Claudia ausbessern, den Strassenkörper erweitern liess und die Vollendung dieser Arbeiten bei diesem hochwichtigen Endpunkte mit einer hoch oben angebrachten Felsenaufschrift zu verewigen wünschte. \*)



Vespasian-Tafel.

Die eigentliche und grössere strategische Bedeutung der Tiberiusstrasse aber fällt in das Zeitalter, als der grosse Heerführer Trajan, den Kaiser Nerva gegen Ende October des Jahres 97 nach Chr. adoptirt und als Mitherrscher auf den Thron berufen hatte, am 27. 98 n. Chr. den römischen Kaiserthron bestieg.

Kaiser Trajan, an dessen 20jährige Herrschaft sich eine ganze Reihe grosser Werke, hervorragender Bauten knüpft und den sein dankbares

\*) Marsigli widmet in seinem, aus sechs Bänden bestehenden grossen Werke den römischen Denkmälern an der Donau einen ganzen Band; dieser bietet eine Abbildung der drei Tafeln des Gospodin-Felsenriffes und auch den Versuch dieselben zu entziffern: es wird aber bloss die Aufschrift der Tiberius-Tafel richtig dargestellt, während die Aufschrift der zweiten Tafel nur sehr unvollständig, die der dritten aber bloss in unleserlichen Buchstaben-Bruchstücken wiedergegeben ist. — Griselinis Werk über die Geschichte des Temesvárer Banates, welches im Jahre 1780 herausgegeben wurde, reproducirt die Zeichnung Marsigli's über den Gospodin-Felsenriff in einem, von der Wirklichkeit noch mehr abweichenden phantastischen Bilde. Seither hat man sich mit diesen interessanten geschichtlichen Denkmälern nicht beschäftigt, bis es im Anschluss an die dortigen Regulirungsarbeiten im Jahre 1893 den Archäologen Neudeck und Téglás gelang, diese fast 2000 Jahre alten Denkmäler römischer Herrschaft in klarem Lichte vorzuführen.

Volk den „Besten“ (Optimus) genannt, beordete, nachdem er die Rheingegend — wo er eben mit der Vollendung seiner Kriegsoperationen beschäftigt war, als er im heutigen Köln die Nachricht von dem Tode Nervas erhielt — befestigt hatte, auch einen Theil der dortigen Armee zur unteren Donau beordete und setzte mit grosser Kraftentfaltung und Planmässigkeit die Kriegsoperationen zur Eroberung Daciens ins Werk. Sein Plan war der, die Grenzen des römischen Reiches bis zu den Karpathen und mittelst der Besetzung Siebenbürgens und der rumänischen Tiefebene bis zum Schwarzen Meere auszudehnen.

Trajan machte für diesen Feldzug grosse Vorbereitungen. Vor allem baute er die von Tiberius begonnene Strasse vollständig aus, versah sie besser mit Befestigungen, sicherte sie mit genügender Wachmannschaft gegen eventuelle Angriffe der ihnen gegenüber wohnenden Dacier und liess an zwei Stellen, bei Viminacium (in der Gegend des heutigen Kostoláč), wo sich das Befestigungswerk der Legion VII. Claudia befand, ferner bei Taliatis (der heutigen Columbina) Schiffsbrücken über die Donau schlagen, auf welchen im Frühlinge des Jahres 101 n. Chr. eine ganze Reihe römischer Legionen nach Dacien eindrang, während eine dritte Armee, unter der Führung des Quintus Lucius auf einer, unter Bononia (nicht weit von heutigen Widdin) geschlagenen Schiffsbrücke zur Unterstützung der Truppen Trajans eilte. Die Hauptstadt Daciens (des heutigen Várhely in Siebenbürgen) wurde gar bald von Trajan erobert und Decebal, der Kaiser der Dacier musste sich ergeben und die strengen Friedensbedingungen Trajans acceptiren, welche ihn zu Vasallen Trajans machten; die römischen Legionen hielten in der Folge nicht nur die Hauptstadt Daciens (Sarmizegethusa) besetzt, sondern bauten nach allen Richtungen hin Strassen, Festungen, woraus gar klar hervorging, dass Trajan Dacien gänzlich besetzen und dem römischen Reiche einverleiben will.

Bevor er aber diesen Feldzug unternahm, wollte er die ständige Verbindung mit Dacien und, zum Zwecke der neuen Kriegsoperationen, auch die weitere Versorgung der Donau, als der grossen Linie der Kriegsoperationen, mit den noch nöthigen Strassen und Festungen sichern, damit der Transport von Kriegsgeräthen und Lebensmitteln auf Schiffen unbehindert vor sich gehe.

Zu diesem Zwecke verfügte er vor Allem den Bau einer ständigen Brücke, welche nach den Plänen des grössten Baumeisters jenen Zeitalters, Appolodorus von Damascus, unterhalb des Kataraktes des Eisernen Thores bei den Egeta castrum, dem heutigen Turn-Severin, im Jahre 103 n. Chr. in der kurzen Spanne eines Jahres erbaut wurde.

Eine, wie grosse Kraftanstrengung der Bau einer Brücke in so kurzer Zeit bei den damaligen primitiven Behelfen in Anspruch genommen haben mochte, kann man sich leicht vorstellen. Ganze Legionen der römischen Kriegsmacht und zahlreiche Hilfstruppen beteiligten sich am Bau der Brücke, welche auf diese Weise noch im Jahre 103 fertig wurde. Hierauf weist wenigstens der Umstand, dass auf der Trajan-Münze vom Jahre

KAISER TRAJAN'S ANDENKEN MIT DEM BAU DER TRAJAN-BRÜCKE.



Allegorisches Bild von dem Prachtwerke Marsigli's über, die Donau v. J. 1744.

104 diese Brücke bereits erwähnt ist. (Imp. Caes. Nervae Traiano Aug. ger. Tac. P. M. Tr. P. cos. v. † S. P. Q. R. optimo principi S. O. Pons Trajani Danwios.)

Die Brücke war auf 20 aus Quadern verfertigten Stein Pfeilern gebaut, deren jeder 60 Fuss breit und 150 Fuss hoch war. Die Pfeiler waren 170 Fuss von einander entfernt und waren mittelst Bogen verbunden. Hinsichtlich der Träger-Construction der Brücke gehen die Ansichten auch heute noch auseinander. Nach der einen Ansicht soll sie aus Holz, nach der anderen aus Stein gebaut worden sein. Auf der, in Rom noch heute bestehenden Trajansäule ist das Bild dieser Brücke verewigt und aus diesem Bilde zu schliessen, mögen die die Brücke bildenden Bögen zwar aus Holzgerippe bestanden haben, jedoch mit Stein oder mit Beton ausgefüllt gewesen sein.

Wo die Brücke gestanden, darüber herrschte lange Zeit hindurch Ungewissheit. Gegen das Ende des vorigen Jahres aber gibt Narsigli bereits den Platz an, wo sie wirklich gestanden hat und in seinem grossen Werke über die Donau gibt er auch eine Zeichnung der Ruinen derselben, ja, auf dem Titelblatte des Blattes sucht er auch den Bau der Brücke zu veranschaulichen.

Kaiser Trajan liess zum Schutze der Brücke auf dem linken Ufer der Donau, in Dacien, auch ein Festungswerk bauen, um welches dann die römische Stadt Drobela entstand. Später liess Alexander Severus hier eine Citadelle (Turnum Severini) bauen, deren Ruinen auch heute zu sehen sind und von welcher auch das heutige Turn-Severin seinen Namen erhalten hat.

Die Ueberreste der Trajanbrücke liess der, mit der Aufnahme an der unteren Donau betraute Ingenieur Paul Vásárhelyi im Jahre 1834 bei den damaligen, sehr niedrigem Wasserstande detaillirt aufnehmen und publicirte auch in einer Arbeit die Zeichnung derselben, doch nahmen die, mit diesen Sachen sich beschäftigenden Archäologen kaum Kenntniss hievon.

Die Brücke Trajans war aber blos das erste Kettenglied jener grossartigen Werke, mittelst welcher die Römer sich die unbehinderte, freie Communication an der unteren Donau zu ermöglichen und zu sichern wünschten.

Der erste der Katarakte an der unteren Donau, welcher den römischen Legionen, welche die Donau entlang nach oben vorwärts zu dringen strebten, im Wege stand, das sogenannte Eiserne Thor, war bei niedrigem Wasserstande beinahe unnahbar. Der, das Bett in seiner ganzen Breite sperrende und ebene Felsengrund machte die Schiffahrt zu solcher Zeit ganz unmöglich. Die Felsen zu entfernen, war mit den damaligen Behelfen der Technik unmöglich, deshalb musste man zu anderen Mitteln die Zuflucht nehmen. Es wurde daher beschlossen, das Felsenbett zu umgehen und auf dem rechten Ufer, oberhalb des eisernen Thorkataraktes begann man mit riesenhafter Arbeit einen Kanal bis dahin zu bauen, wo der Katarakt schon gänzlich aufhört: bis unterhalb der heutigen Gemeinde

Sibb. Die auch heute noch vorhandenen Dammreste dieses Kanals legen ein eklatantes Zeugniß von der grossen Kraftentfaltung, welche zum Baue dieses Kanals erforderlich war.

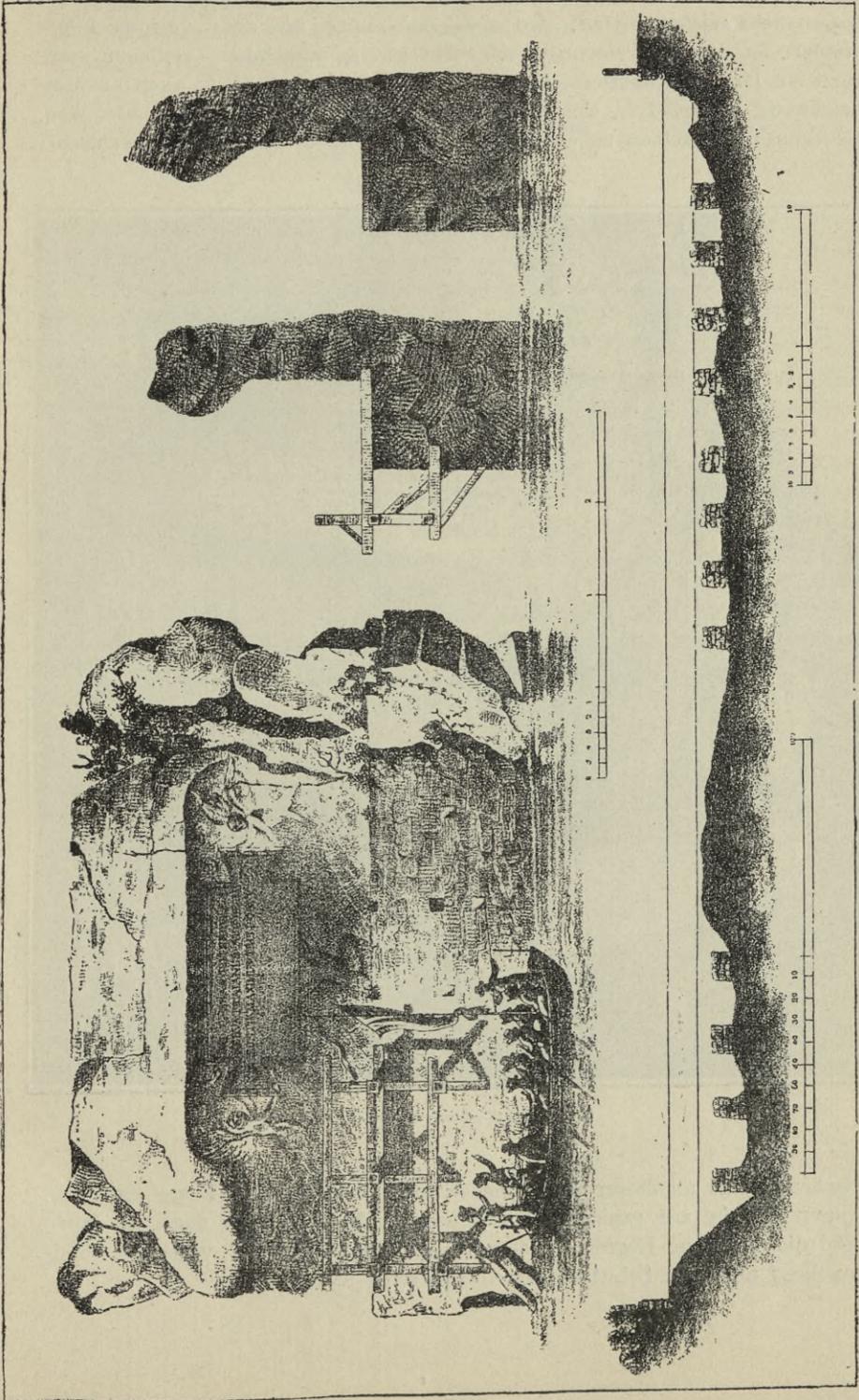
Dieser römische Kanal war — soweit sich aus seinen Ruinen beurtheilen lässt — ungefähr 3·2 Kilometer lang und führte in flachem Bogen längst des rechten Ufers. Nahe am unteren Ende wurde das Thal des dort sich in die Donau ergiessenden Baches mit einer Steinmauer abgesperrt, damit die grossen Mengen von Gerölle, welche dieser Bach mit sich brachte, aufgefangen werden und sich nicht in den Kanal ergiesse. Die Ruinen dieses Sperrdammes sind auch heute noch im Bette des Baches vorzufinden. Ausserdem wurde zu dem Behufe, dass das Wasser des Baches das gleichmässige Abfliessen des Kanalwassers nicht störe und damit nicht eventuell in den Kanal einströmende grössere Wassermengen bei der Mündung das Einfahren der Schiffe in den Kanal erschwere, ein Kanalarm zur Ableitung des überflüssigen Wassers gebaut. Ob aber dieser römische Kanal ganz ausgebaut und thatsächlich schiffbar war, dafür haben wir keine sichere Daten; es ist jedoch nicht möglich, dass die daselbst vorhandenen zwei Inseln und das schmale Bett, dass sich an dieselben anschliesst, auf welchem die Plätten auch bei niedrigem Wasserstande verkehren konnten. Ueberreste des römischen Kanals, sind die geschichtlichen Quellen, welche den Bau der Trajanbrücke und der Strasse des Tiberius und des Trajan verewigten, erwähnen nichts von diesem Kanal; dessen ungeachtet ist es nicht unmöglich, dass der Kanal ausgebaut war, wenn auch die heute vorhandenen Ueberreste dies nicht über allen Zweifel erheben. Dieselbe sprechen aber auch nicht gegen die Möglichkeit des Ausbaues; ja durch Untersuchung des Bodens des Kanalgrundes haben wir uns davon überzeugt, dass am obern Ende desselben der Boden bis zu 4 Meter unter Null schotterig ist und nur nachher Felsen zum Vorschein kommen; am untern Ende des Felsenkanals beginnt die Felsenschichte in einer Tiefe von 3·5 *m.* unter Null. Es ist daher kein Grund dafür vorhanden anzunehmen, dass der Kanal bis zur gehörigen Tiefe nicht hätte ausgegraben werden können. Die heutige Sohle des oberen Kanalendes befindet sich in einer Höhe von 9—10 *m.* über den geringsten Wasserstand und hier beträgt die Breite der Kanalsohle 65 *m.*, am untern Ende befindet sich die Sohle 5—6 *m.* über Null und hier beträgt deren Breite gegenwärtig 43 *m.* Auf den schiefen Ebenen der auch heute noch vorhandenen Ueberreste der Kanaldämme weiterschreitend finden wir, dass in der Höhe von 3 *m.* über Null die Breite der Sohle am obern und untern Ende in gleicher Weise ungefähr 30 *m.* beträgt; sowohl aus diesem Umstande, als aus der Qualität des Bodens in der Sohle des Kanals ergibt sich daher die Wahrscheinlichkeit dessen, dass derselbe bis zu dieser oder bis zu einer grösseren Tiefe ausgegraben war; ja aus den Ruinen des am untern Ende zum Auffangen des Bachgerölles gebauten Sperrdammes müssen wir darauf schliessen, dass der Kanal entweder ganz ausgebaut oder wenigstens zum grossen Theile hergestellt war. Im Laufe der Zeit

aber hat das Wasser die Dämme des Kanals allmählig fortgerissen und weggespült, sein Bett wurde von dem Bache der am obern und untern Ende einmündenden Thälern ausgefüllt und heute sind nur noch die Ruinen des grossen Werkes vorhanden, welches berufen war das Eiserne Thor zu durchbrechen und die untere Donau für die hindernissfreie Schifffahrt zu eröffnen.

Wie richtig aber bereits die Römer die Frage der Regulirung des Eisernen Thores aufgefasst haben, dafür finden wir den besten Beweis in den Umstand, dass die heutige entwickelte Technik mit ihren zahlreichen Behelfen ebenfalls nur die römischen Spuren verfolgt, da sie den Katarakt gleichfalls mit dem Bau eines Kanals auf dem rechten Ufer zu umgehen sucht.

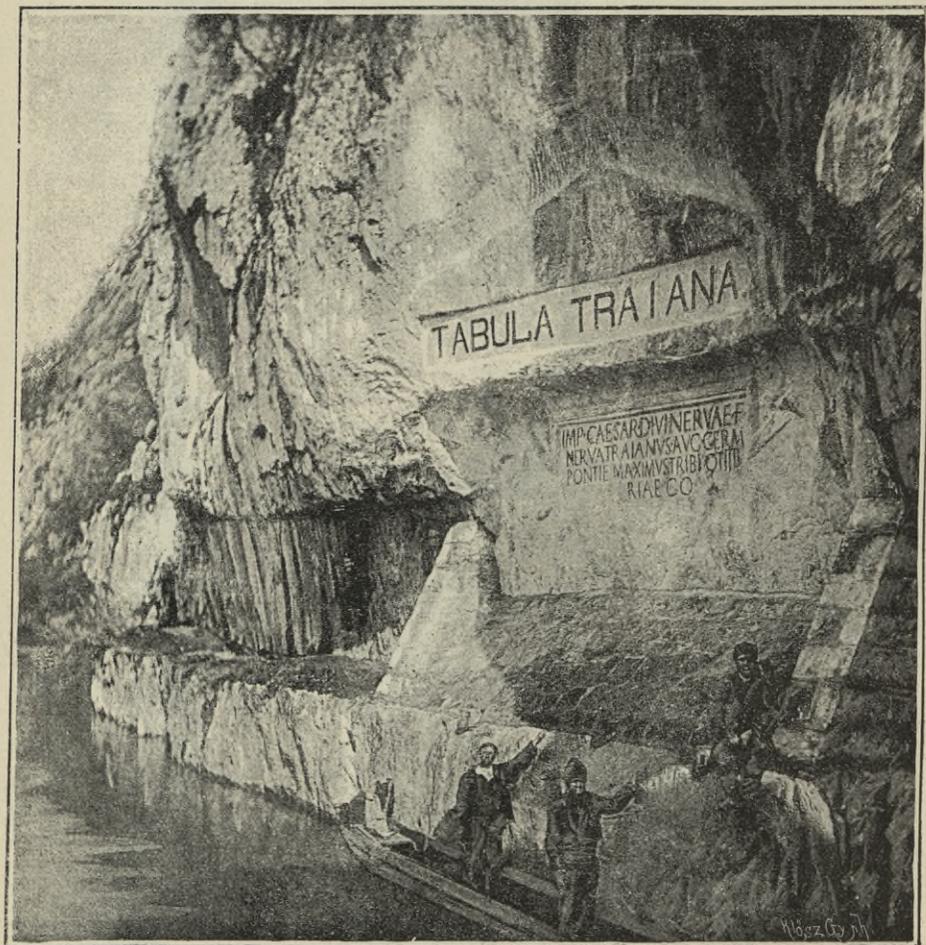
Bei den übrigen Katarakten finden wir keine Spur davon, dass dort die Römer durch irgendwelche Werke die dortigen Schifffahrtshindernisse zu bewältigen versucht hätten. Hiefür war aber auch thatsächlich kein so grosses Bedürfniss vorhanden, da die übrigen Katarakte mit weniger tiefgehenden Plätten zu befahren sind und eher beim Schleppen der Schiffe Schwierigkeiten verursacht haben mochten. Zum Ermöglichen des Schleppens aber brachten die römischen und macedonischen Legionen Trajans, entlang der Donau, ein wahrhaft staunenerregendes Werk zu Stande, indem sie in die steilen Felsenriffe der Kasanenge eine Strasse bis dahin einmeisselten, wo sie sich an die zur Zeit des Kaisers Tiberius an der unteren Donau gebaute Strasse anschloss, welche ebenfalls zum Schleppen der Schiffe entsprechend umgestaltet wurde. Die Strasse war, da man dieselbe in die, aus dem Bette steil emporragende Felsenriffe nicht in der gehörigen Breite einmeisseln konnte, mit Balken brückenartig verbreitert und mit Brustwehr versehen. Die Balkenenden in die Felsenwände eingefügt und diese Löcher sind auch heute überall — insbesondere aber im Kasanpass sehr auffallend — zu sehen.

Nach diesen entwarf Vásárhelyi die wahrscheinliche Construction der Strasse, welche wir denn auch in getreuer Nachahmung seiner Originalzeichnungen beifügen. Und wenn wir nun bedenken, dass im ganzen Kasanpass und dann längst der Katarakte Izlas-Tachtalia und Kozla-Dojke die Strasse auf eben dieselbe Weise gebaut werden musste, ja mitunter mit noch besonderen Ueberbrückungen, so können wir uns einen Begriff von der kein Hinderniss kennenden und riesige Kraftentfaltung beanspruchenden Arbeit machen, welche hier durch den scythischen und macedonischen Legionen verrichtet wurde. Der Bau der Strasse wurde im Jahre 104 ebenfalls vollendet und das Andenken des grossen Kaisers wurde im Kasanpass über Ogradena mit einer kunstvoll ausgestatteten Gedenktafel verewigt, welche nach beinahe zwei Jahrtausenden auch heute stolz das Andenken an den Meister der grossen Werke, an den mächtigsten und grössten Kaiser Trajan verkündet. Die Tafel ist in eine schirmartig abgesechnittene Felsenwand eingemeisselt, mit kunstvoll geziertem Rahmen, an beiden Seiten mit geflügelten Geniusgestalten, welche aber heute schon



Die Trajan-Tafel. Der Trajan-Weg und die Ruinen der Trajan-Brücke. (Nach den Zeichnungen von Paul Vásárhelyi).

kaum mehr sichtbar sind. Auf einer Zeichnung aus dem vorigen Jahrhundert ist diese Verzierung noch recht gut auszunehmen (vielleicht mag auch ein bischen künstlerische Lizenz mitgespielt haben), ja auch auf der Zeichnung Vásárhelyis, welche derselbe im Jahre 1832 verfertigt hat, sind die Spuren derselben zu entnehmen. Später aber liessen sich serbische



Die Trajan-Tafel im Kasan-Pass.

Fischer gerade an dieser Stelle nieder und indem sie dort Feuer anlegten, trugen sie viel zur rapiden Verwüstung der Tafel bei, bis dann im Jahre 1890 die serbische Regierung dieselbe mit einer Inschrift versehen, reinigen liess und eine Schutzmauer vor dieselbe baute.

Die Inschrift der Gedenktafel ist heute nur noch theilweise zu entnehmen, nach der Ansicht von Fachgelehrten aber stellt sich ihr vollständiger Text, wie folgt dar :

IMP. CAESAR. DIVI. NERVAE F  
NERVA TRAIANVS AVG. GERM.  
PONTIF. MAXIMUS TRIB. POT. IIII.  
PATER. PATRIAE -COS. IIII.  
MONTIBUS EXCISIS ANCONIBUS  
SUBLATIS VIAM FECIT.  
MONTIS ET FLVII ANFRACTIBVS  
SVPERATIS VIAM PATEFECIT.

(Die vorletzte Zeile wird auch auf diese Weise interpretirt  
MONTIS E FLVII DANVBI RVPIBVS).

Eine wie riesenhafte Anspannung der Kräfte, einen wie enormen Aufwand an Arbeit diese Strasse beanspruchte, kann auch aus den heute sichtbaren Ueberresten desselben klar beurtheilt werden.

Mit dem Ableben des Kaisers Trajan verloren seine grossen Werke an der Donau gar bald ihre Bedeutung, Kaiser Hadrian setzte die Feldzüge seines grossen Vorgängers, welche die Eroberung Daciens bezweckten, nicht fort, ja er zog sich auch aus Dacien ganz zurück und hiemit verloren auch die Donaubrücke und die befestigten Strassen die hohe Bedeutung, die sie bis dahin besass. Mit der Zeit wurde auch die Brücke Trajans demolirt, damit nicht über dieselbe der Feind nach Mösien einbrechen könne, die Donau-Festungen wurden verlassen und obwohl im dritten Jahrhunderte n. Chr. ein Theil derselben neuerdings hergestellt wurde, gingen, als die Völkerwanderung in Fluss gerieth, die mächtigen Werke Trajans nacheinander zu Grunde, doch auch in den Ruinen bewahrten sie beinahe zwei Jahrtausende hindurch bis zum heutigen Tage das Andenken des grossen Kaisers, seiner siegreichen Truppen und seiner genialen Erbauer.

## V. CAPITEL.

### Die Arbeiten des Grafen Stefan Széchenyi' und Paul Vásárhelyi's

Die hydrographische Aufnahme des Donau-Abschnittes Moldau-Turn-Severin. Das Wirken Graf Széchenyi's im Interesse der Schiffbarmachung dieses Abschnittes. Die Pläne und Arbeiten Paul Vásárhelyi's zur Schiffbarmachung der Katarakte. Bau der Széchenyi-Strasse.

Mit dem Verfall des römischen Reiches verlor auch die untere Donau für lange Zeit ihre ehemalige hohe Bedeutung. Die Völkerwanderung stürzte die im grossen Maassstabe angelegten Werke der Römer in Trümmer; es vergingen Jahrhunderte, ehe die untere Donau, in den schweren Kämpfen gegen die Türken, wieder zu einem hervorragenden Schauplatze historischer Begebenheiten wurde, und ehe zahlreiche Befestigungswerke für den Krieg daselbst angelegt wurden, um den Aufmarsch feindlicher Streitmächte zu verhindern. Sobald dann die Türkenherrschaft auf die Balkanhalbinsel zurückgedrängt und nachher die napoleonische Herrschaft, welche ganz Europa auf dem Kriegsfuss gehalten hatte, überwunden war, und hiemit der Kriegslärm, der Jahrhunderte hindurch gedauert von friedlicheren Zeiten abgelöst wurde, begann sich auch die Aufmerksamkeit der Regierungen und der leitenden Staatsmänner der Förderung und der Verbesserung des Stromverkehrs zuzuwenden.

Zu jener Zeit, da es weder Eisenbahn, noch Dampfschiff gab, konnte der Massenverkehr nur auf den Wasserstrassen abgewickelt werden. Und in dieser Hinsicht war der Donaustrom wohl unzweifelhaft berufen, eine Rolle ersten Ranges zu spielen. Und in demselben Maasse, als die Schifffahrt an Bedeutung gewann, steigerte sich das Bedürfniss, dass die auf diesem, für den internationalen und den inneren Verkehr in gleicher Weise hochwichtigen Wasserwege befindlichen Schifffahrtshindernisse beseitigt und der Donaustrom den sich stets steigernden Ansprüchen der Schifffahrt entsprechend geregelt werde.

Die Wiener Regierung selbst sah alsbald ein, welch hohe Bedeutung die Förderung der Donau-Schifffahrt für den Handel besitze, und der k. k. Hofkriegsrath ordnete schon im ersten Jahrzehnt dieses Jahrhunderts die Aufnahme der Terrain- und hydrographischen Verhältnisse des Donaustromes an. Bald begann sich auch die kön. ungarische Hofkanzlei ein-



Paul Väisärhelyijä  
Dirig Ingenieur

gehender mit dieser Frage zu beschäftigen und ersuchte in seiner Zuschrift vom 8. Juli 1814 den Hofkriegsrath, ihr die Daten der auf die Donau bezüglichen Messungen zur Verfügung zu stellen. Dieser Aufforderung leistete der Hofkriegsrath mit grösster Bereitwilligkeit Folge und überliess auch die im obersten Schifffahrtsamte und im Kriegsarchiv befindlichen Daten, Karten, Instrumente und Schiffe der Hofkanzlei, ja, es wurde auch zur geplanten Vermessung der Donau, dieser, sowohl von nautischem, wie auch nicht minder von strategischem Standpunkte so hoch wichtigen Arbeit, auch die Mitwirkung des Militärs in Aussicht gestellt. Auf dieser Grundlage wurde die auf die topographische und hydrographische Aufnahme, auf die sogenannte Mappirung der Donau bezügliche erste Instruction ausgearbeitet, welche am 28. Februar 1815. erlassen wurde. Die Arbeit blieb aber einstweilen bloss im Stadium der Vorbereitung, bis die kön. ungarische Statthalterei mit ihrer Verordnung vom 13. October 1818 der kön. Landesbau-Oberdirection die Aufgabe übertrug, die Vermessung des Donaustromes unter der Oberleitung des Baudirectors durchzuführen.

Die Arbeit wurde unter Aufsicht des k. k. Oberquartiermeisters im Einvernehmen mit der Landes-Ober-Baudirection in Angriff genommen und im Jahre 1822 war die Donau-Triangulirung von der österreichischen Grenze bereits bis Ofen gediehen. Von hier aus wurde die in grossem Maassstabe angelegte Arbeit in ihrer ganzen Ausdehnung Civil-Ingenieuren anvertraut und zu diesem Zwecke eine besondere Ingenieurs-Section, das Donau-Mappirungs-Amt organisirt, Anfangs unter der Leitung des gewesenen Grosswardeiner kön. Kammer-Dirig.-Ingenieurs, bis dann die Statthalterei mit ihrer Verordnung vom 14. April 1829. die Leitung der Donau-Vermessungen, sowie die provisorische Verwaltung des Amtes eines Schifffahrts-Ingenieurs für die untere Donau, dem Mappations-Ingenieur Paul Vásárhelyi übertrug. Hiemit ward die Grundlage zu jener wirklich im grossen Style angelegten und einzig dastehenden Arbeit gelegt, welche Vásárhelyi zum Zwecke der Schiffbarmachung der unteren Donau Jahre hindurch im Kampf mit den schwierigsten Verhältnissen entfaltet hat.

Schon der damalige Landesbau-Ober-Baudirector, Rauchmüller von Ehrenstein findet in seinen amtlichen Berichten nicht Worte des Lobes genug für die grossen theoretischen und praktischen Fähigkeiten Paul Vásárhelyi's, welche derselbe durch die ausgezeichnete Organisirung dieser Donau-Aufnahmen, die zielbewusste Arbeitseintheilung und die pünktliche und im Verhältnisse zu den früheren ähnlichen Arbeiten unglaublich rasche Durchführung der Arbeiten bekundete, für seine richtige Auffassung, seinen beispiellosen Fleiss, seine unermüdliche Thätigkeit und sein hervorragendes Talent im Leiten und Organisiren der Arbeit. Ueber die Donaukarte selbst aber äussert er sich dahin, dass dieselbe in Hinsicht auf die Pünktlichkeit der Aufnahmen, die Richtigkeit der Ausarbeitung, die Vollständigkeit der bearbeiteten Daten, die Verlässlichkeit

und Klarheit derselben und die grosse Ausdehnung des ganzen Werkes mit Recht die erste Stromkarte der Welt genannt werden kann.

Als Vászárhelyi die Leitung der Donau-Mappirung übernahm, war die obere und mittlere Donau bis Peterwardein sammt ihrem Inundationsgebiete beinahe ganz vermessen und in Karten in der Grösse von 1" = 50° ausgearbeitet. Der schwierige Theil der Aufnahmen, so namentlich der Theil zwischen Peterwardein und Orsova fehlte noch ganz, und, was die Hauptsache war, die hydrographischen Aufnahmen, die Nivellirung der Ufer und des Wasserspiegels, die Aufnahme der Querprofile und die nothwendigen Wassermessungen waren noch durchzuführen. Vászárhelyi's harrte also der schwierigeren, sozusagen wissenschaftliche Theil der Arbeit. Und gerade auf diesem Gebiete machte sich sein grosses Wissen geltend, welches ihn nicht nur in die Reihe der ersten Wasserbau-Ingenieure erhob, sondern ihn auch dazu befähigte, mit seinen bahnbrechenden Arbeiten und mit seiner selbstständigen Auffassung in mancher Hinsicht seinem Zeitalter vorzueilen.

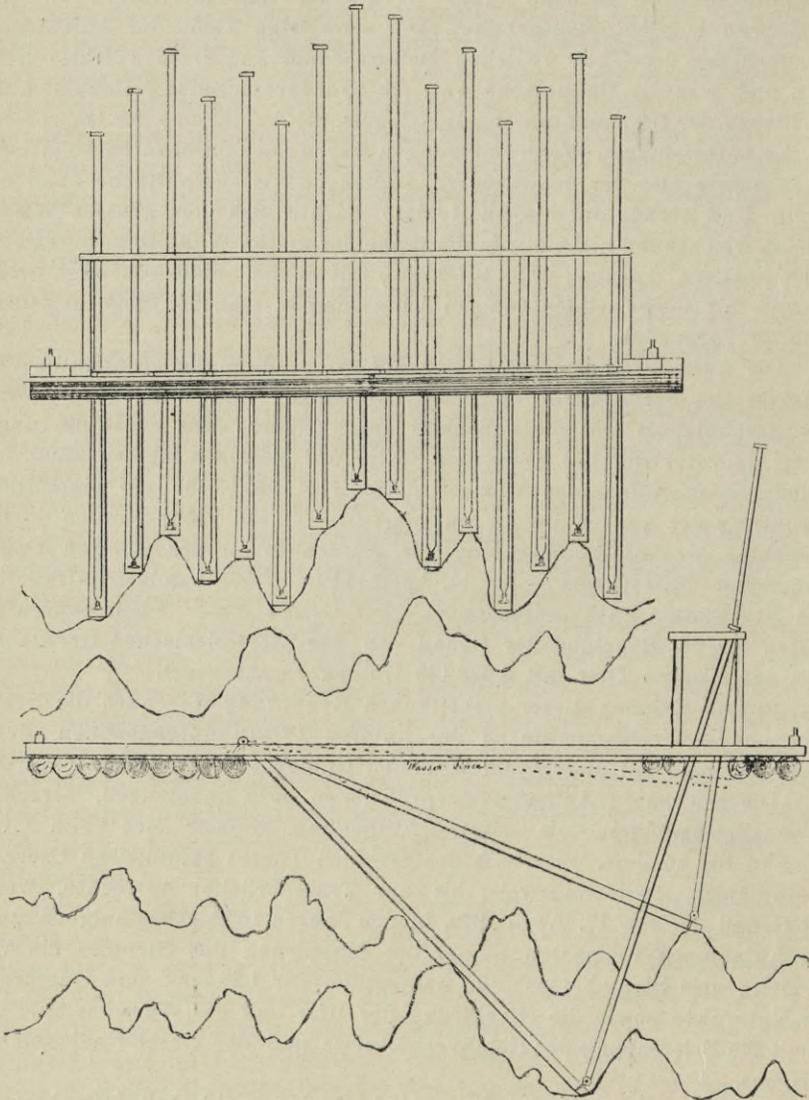
Die Aufnahmen erstrecken sich auf das Studium der gesammten Verhältnisse des Strombettes und der Strömungen und wurden mit solch einer Genauigkeit und Gründlichkeit durchgeführt, dass heute die ungarische Hydrotechnik mit gerechtem Stolge auf dieselben blicken kann. Auf Grund dieser Aufnahmen wurden detaillirte Pläne für die einheitliche Regulirung der ganzen Donau ausgearbeitet; diese Pläne wurden — mit Ausnahme der auf die Regelung der Katarakte an der unteren Donau bezüglichen Operationen — am 14. April 1840 von der Landesbau-Direction dem Statthaltereirath unterbreitet. Auf Grund dieser Pläne waren die Kosten für die Regelung der Donau von der österreichischen Grenze bis über das Eiserne Thor mit 8,948.149 Gulden veranschlagt.

In den Rahmen dieser einheitlichen Regulirung war auch die Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau aufgenommen, deren Kosten damals auf anderthalb Millionen Gulden C. M. berechnet wurden.

Die erwähnten Aufnahmen wurden, von oben angefangen, streckenweise durchgeführt; die letzte Abtheilung, welche sich von Neu-Palánka bis zu dem, unterhalb des Eisernen Thores befindlichen Csernez in Rumänien, beziehungsweise bis zur Trajanbrücke erstreckte, wurde auf Grund der am 17. April 1829, in den Jahren 1832—1834 aufgenommen. Die Aufnahmen umfassten ausser der Mappirung des Stromes die Vermessung des Strombettes und namentlich der Längen- und Querprofile der Katarakte sowie die Nivellirung der Ufer und der Wasserspiegel und damit die Erforschung der Gefällverhältnisse und der Geschwindigkeit des Stromes.

Wie grosse Schwierigkeiten bei der hydrographischen Aufnahme der Katarakte an der unteren Donau zu überwinden waren, geht schon aus den dortigen topographischen Verhältnisse zur Genüge hervor. In einem Labyrinth von ungangbaren Wegen oder Wildniss, steilen Felsen und gefahrvollen Strudeln musste die Vermessung des Stromes und die pükt-

liche Nivellirung desselben, die Bestimmung der hierzu nothwendigen Hauptpunkte, die Fixirung des Wasserspiegels, die Herstellung von Pegeln, die Aufnahme der Quer- und Längenprofile des Flussbettes und die Messung der Stromgeschwindigkeiten vor sich gehen, welche Arbeiten bei den



Apparat für Aufnahme der Stromsohle. Vorderansicht und Querschnitt.

Katarakten mit unglaublichen Schwierigkeiten und Hindernissen verbunden waren. Die Wassertiefen konnten im reissenden Strome nicht mit den üblichen einfachen Mitteln, mit Stangen oder schwer zu handhabenden

Seilen gemessen werden. Zu diesem Zwecke wurde eine auf Flossbalken befestigte Messvorrichtung construirt, aus Doppelstangen bestehend, welche mit drehbaren Gelenken versehen, drei Fuss weit von einander befestigt waren; auf diese Weise konnten die Tiefen, beziehungsweise die Querprofile sehr genau ermittelt werden.

Zu den, durch die Natur geschaffenen Schwierigkeiten gesellte sich noch die ablehnende Haltung der türkischen Behörden, welche — in Unkenntniss über den Zweck und die Bestimmung der Arbeiten — voll mit scheelen Augen der Thätigkeit der Ingenieure zusahen. Sehr charakteristisch hiefür ist ein Fall, von welchem Vászrhelyi selbst seinerzeit folgendermassen berichtet hat: Im Jahre 1832, ein Jahr früher, als Graf Széchenyi als königl. Commissär zur unteren Donau ernannt wurde, war uns unter Anderem die Aufgabe gestellt, die Aufnahme des Eisernen Thores zu bewerkstelligen. Den Neu-Orsovaer Pascha, welcher sich dieser widersetzte, suchten wir in seiner Residenz, in Neu-Orsova auf, welches eine Donauinsel ist und erhielten Einlass. Einer meiner Kollegen, ein glatter, aber ungeschickter Diplomat, richtete folgende Ansprache an ihn:

„Mein Herr! In unserem Lande sind wir daran gegangen, die Flüsse zu reguliren, wodurch die Gewässer sich eilends in die Donau ergiessen werden. Wir müssen also die Regulirung der Gewässer derart leiten, dass in die untere Gegend nicht mit einem Male grössere Wassermengen gelangen, als die Donau aufzunehmen vermag; sonst kann, siehe, auch Deine Festung, welche ohnehin oft überschwemmt wird, in Trümmer gestürzt werden. Zu diesem Behufe müssen wir es wissen, wie viel Wasser beim Eisernen Thore abfliessen im Stande ist.“

Nach einigem Nachdenken antwortete hierauf der Pascha folgendermassen: „Ich danke Euch für die Aufmerksamkeit, ich habe Euch stets als gute Nachbarn gekannt, doch will ich Euch nun schlankweg sagen, dass die Regulirung Eurer Flüsse mir durchaus keine Bedenken verursacht. Ich höre ja schon lange, dass Ihr stets messt, viel messt (denn bei Euch ist es ja Sitte, zu messen), aber die Donau besteht noch immer fort, wie Jahrhunderte vorher. Und dann, wenn Ihr auch wirklich Euer Ziel gänzlich erreicht, was kann mir das schaden? Ihr sagt, das Wasser wird früher meine Feste erreichen. Mag sein; in diesem Falle aber wird es auch früher abfliessen; der ganze Unterschied wird also nur aus dem Zeitpunkt bestehen und ich muss gestehen, dass ich beinahe wollte, die Sache möge früher über mich ergehen, denn jetzt kommt mir das Wasser für meine Melonenfelder gerade zu unrechter Zeit. Um meiner Festung willen also regulirt nur Eure Flüsse, wie es Euch gefällt — so fuhr er fort und zum Schlusse fügte er, mit einem Lächeln zu dem Sprecher gewendet, nicht ohne Ironie hinzu: — Ja, wenn Du die ganze Donau in Deiner Faust hättest und Du sie plötzlich auf mich schütten könntest, dann würde ich es Dir wohl glauben, dass dies meine Feste und meine Wohnung gefährden würde.“ Hierauf entfernten wir uns — unser Wortführer mit langer Nase.

Und die türkische Regierung hat es damals auch thatsächlich nicht gestattet, dass die Aufnahmen auf der Strecke von Orsova bis zum Eisernen Thor fortgesetzt werden, so, dass man die Arbeit unterbrechen musste, bis dann die türkische Regierung auf Intervention der ungarischen Regierung die Erlaubniss ertheilte und auf diese Weise die Aufnahmen und Messungen von unterhalb Orsova bis zur Trajanbrücke durchgeführt werden konnten. Diese Arbeiten wurden durch den niedrigen Wasserstand im Jahre 1832 ausserordentlich begünstigt, der die Aufmessung des Strombettes und insbesondere der Katarakte sehr erleichterte. Noch günstiger war der Wasserstand im Jahre 1834, in welchem das Niveau der unteren Donau am 23. October um ungefähr 60 *cm.* niedriger war, als im Jahre 1832; zu jener Frist wurden die Aufnahmen des Flussbettes und der Wasserspiegelsgefälle erneuert und man konnte insbesondere über die Lage und Formation der, grössere Schifffahrtshindernisse bildenden Felsenriffe und Felsenwände gründlichere Orientirung gewinnen.

Während Vásárhelyi mit dem Stab seiner ausgezeichneten Ingenieure an diesen Donauaufnahmen arbeitete, kam hinsichtlich der Verbesserung unseres heimischen Verkehrs und insbesondere der Begründung einer Donauschifffahrt eine hochwichtige Bewegung von grosser Tragweite in Fluss.

Die Erfindung der Dampfschiffe gibt der Schifffahrt eine neue Richtung und verspricht ihr eine bisher ungeahnte grosse Zukunft. A. Bernhard führt auf der Donau schon im Jahre 1817, das durch ihn construirte Dampfschiff vor und nach mehreren erfolgreichen Proben gründete er mit Erlaubniss des Stadthaltereirathes die erste Donaudampfschiffahrtsgesellschaft. Mittlerweile erhält St. Leon im Jahre 1819 ebenfalls ein Privilegium von der Wiener Regierung, auf der Donau Dampfschiffe verkehren lassen zu können. Wenn diese Unternehmungen auch nicht reusirten, so hatten sie doch die Angelegenheit der Donaudampfschiffahrt der Verwirklichung näher geführt und am 11. April 1828 erhielten die englischen Schiffbauer James Andrews und Josef Prichard ein ausschliessliches Privilegium für ihre Dampfschiffe eigener Construction und für die Schifffahrt mit denselben auf der Donau.

Auf dieser Grundlage constituirte sich am 13. März 1829 die erste Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft und wurde dieselbe vom 1. September 1830 gerechnet 15 Jahre hindurch gegen die Concurrrenz der mit privilegirter Construction versehenen Schiffe gesichert. Dieses Privilegium wurde mittelst kön. Rescriptes vom 12. April 1831 auch auf die ungarischen Länder ausgedehnt.

In der Begründung dieses Unternehmens in grossem Style fiel die führende Rolle dem schon damals an der Spitze der auf den culturellen und wirthschaftlichen Aufschwung des Landes abzielenden Bewegung stehenden, begeisterten Magnaten, dem Grafen Stephan Széchenyi zu. Und dass die grosse Wichtigkeit der Idee der Donauschifffahrt und die grosse Tragweite des volkswirthschaftlichen Nutzens derselben auch in weiteren

Kreisen erkannt wurde, das ist vor Allem sein Verdienst. Graf Széchenyi hatte mit der prophetischen Kraft seines Genies die grosse Zukunft der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft, die günstige Einwirkung derselben auf die wirthschaftliche Production und den Handelsverkehr schon



*Széchenyi István*

damals eingesehen, als andere einen gewissen verächtlichen Zweifel und unheilverkündenden Sarcasmus den hochstrebenden, schwärmerischen Ideen des Mannes entgegenbrachten, der — wie Fürst Metternich scherzweise bemerkte — von sich glaubt, er habe die Donau entdeckt.

Schon im Jahre 1830 bemerkte er in einem Schreiben, dass „die untere Donau die Lebensader unseres Vaterlandes sei, dass man diese von ihrem Joche befreien und bis zum Schwarzen Meere schiffbar machen müsse.“ Dies war eines der hervorragendsten Ziele seines Lebens, seiner edlen Bestrebungen und er verbrachte lange Zeit an der unteren Donau, um dieses Ziel der Verwirklichung näher zu führen. Vom Wunsche geleitet, die Wasserverhältnisse und Schiffbarkeit der untern Donau kennen zu lernen, fuhr er am 24. Juni 1830 von Pest auf dem Holzschiffe „Desdemona“ mit der vierruderigen Holzbarke „Juliette“ zur unteren Donau. Mit ihm reisten Graf Johann Waldstein und der damals berühmte Ingenieur Joseph Beszédes. Während seiner Reise — einer wahren Argonautenfahrt — schreibt er am 5. Juli, dass er nach Orsova angekommen sei, wo er es für seine erste Aufgabe hielt, Omer Pascha für die Angelegenheit zu gewinnen, welchem er auch verschiedene Geschenke brachte; diese hatten aber für den Fortgang der Arbeit ziemlich wenig Erfolg. Von hier reiste er weiter und nahm das Eiserne Thor, dieses grösste Schiffahrtshinderniss der Donau, in Augenschein. Sodann gieng er mit seinem Schiffe die ganze Donau entlang bis zum Schwarzen Meere hinab, von wo er mit einem Segelschiffe sich nach Konstantinopel begab. Hier trachtete er in der Umgebung des Sultans für die Schiffbarmachung der Donau Unterstützung zu finden, doch hatte er da kaum einen Erfolg aufzuweisen. Von Konstantinopel kam er zu Lande nach Hause, machte den grössten Theil des Weges zu Pferde und suchte in Belgrad den Fürsten Milos für die Regulierungsangelegenheit zu gewinnen, da ja in erster Reihe Serbien hiebei interessiert war.

Auf diesem Wege bot sich ihm reichlich Gelegenheit, jene grossen Schwierigkeiten kennen zu lernen, mit welchen die Schiffahrt bei den Katarakten an der unteren Donau und insbesondere bei den unterhalb Orsova gelegenen sogenannten Eisernen Thore zu kämpfen habe. Dieser Weg reifte in ihm die grosse Idee der Regulierung dieses Kataraktes, bezw. die Schiffbarmachung des Donaustromes, für deren Verwirklichung er ein Jahrzehnt hindurch einen ausdauernden Kampf mit den Elementen und den durch die Natur geschaffenen Schwierigkeiten, sowie mit den, auf diese Arbeit eifersüchtigen militärischen, politischen und diplomatischen Faktoren führte.

Diese Inspizierungsreise befestigte den Grafen Széchenyi in dem Glauben, dass die untere Donau um jeden Preis und mit allen Mitteln eröffnet und die hindernissfreie Schiffahrt daselbst ermöglicht werden müsse. Damals aber konnte seinen Augen noch nicht eine so ausgedehnte Regulierung vorschweben, die Beseitigung der Hindernisse in so grossem Maasse, wie sie heute nothwendig ist, da die seither um vielfach entwickeltere Schiffahrt auch in dieser Hinsicht erhöhteren Ansprüchen zu genügen hat.

Nachdem Széchenyi von dieser Reise nach der unteren Donau zurückgekehrt war, setzte er eine weit ausgedehnte Agitation im Interesse der Regulierung ins Werk. Seine erste Idee war — wie aus seinem, am

5. Jänner 1832 an J. B. Benvenuti, das Directionsmitglied der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft gerichteten Schreiben hervorgeht — die, diese Gesellschaft möge sich auf 32, 50 oder 99 Jahre ein Privilegium zu dem Behufe verschaffen, dass nach Beseitigung der zwischen Belgrad und Orsova und beim Eisernen Thore befindlichen Felsenbänke und -Riffe die Schifffahrt für diese Gesellschaft bis Widdin—Silistria, ja, Odessa-Constantinopel gesichert werde. Später, als er einsah, dass er auf diesem Wege kaum zum Ziele gelangen könne, versuchte er die Hof- und Regierungskreise für die Idee der Regulierung zu gewinnen.

Und in der That gelang es ihm für die Idee der Regulierung der unteren Donau und der Schifffahrt auf derselben den grossen Palatin Ungarns unvergänglichen Andenkens zu gewinnen, der mit dem ganzen Gewichte seiner hohen Stellung und seines persönlichen Einflusses Széchenyi in der Verwirklichung der grossangelegten Ideen und Pläne beistand.

Von nicht geringerer Wichtigkeit war aber auch seine wirksame Unterstützung seitens des ungarischen Kanzlers Grafen Adam Reviczky, welche Széchenyi für die Arbeiten an der unteren Donau ebenfalls zu erreichen wusste. Reviczky ersucht schon in einer officiellen Zuschrift vom 10. März 1833. den Kanzler Fürsten Metternich, in Angelegenheit der Regulierung des Eisernen Thores und der anderen Katarakte an der unteren Donau die nöthigen diplomatischen Schritte einzuleiten, und erörtert aus diesem Anlasse den grossen Einfluss der in Rede stehenden Arbeiten auf die Interessen des ungarischen Handels.

Unterdessen entwickelt die Landesbaudirection auf Grund der Pläne und Vorschläge Vásárhelyi's, welcher mit der Führung der hydrographischen Aufnahmen an der unteren Donau betraut war, eine sehr lebhaft Thätigkeit, um die auf der Schifffahrtsstrasse liegenden und grössere Hindernisse bildenden Felsen zu entfernen. Auf die hierauf bezügliche Repräsentation macht der Präsident des Hofkriegsrathes Graf Hardegg in einer Zuschrift vom 16. Juni 1833. dem kön. ung. Kanzler Grafen Adam Reviczky die Mittheilung, das Banater Corpscommando sei bereits beauftragt worden, den Baudirector die zur Felsensprengung nothwendigen Werkzeuge, Kähne und Tschackisten zur Verfügung zu stellen. Es wird in derselben die Geheimhaltung der Arbeiten mit der Bemerkung betont, dass das Banater Corpscommando vor den ausländischen Behörden nur von Messungen und Aufnahmen zur Verhütung von Wassergefahren Erwähnung gethan habe. So sei die Sache auch in Hinkunft zu behandeln, und wenn man Felsensprengungen vornehme, so sollen dieselben als blosse Proben und belanglose Experimente bezeichnet werden. Der Baudirector werde sich schon beeilen, damit zur Zeit, wenn man gegen die Arbeiten Protest erheben sollte, die grössten Schifffahrtshindernisse bereits aus dem Wege geräumt sein sollen. Mit solchen diplomatischen Kniffen musste man sich bei der Arbeit behelfen, was die Lösung der, durch die Naturverhältnisse ohnehin schon sehr erschwerten Aufgabe nur um so schwieriger machte.

Das Streben nach einer derartigen Entfernung der Schifffahrtshindernisse gab auch die Anregung zum Baue einer entsprechenden Schiffsziehstrasse. Der Präsident des Hofkriegsrathes Graf Hardegg macht nämlich in einer Zuschrift an den kön. ungarischen Kanzler Grafen Adam Reviczky vom 19. Juni 1833. den Vorschlag, das Banater Corpscommando wäre zu beauftragen, es möge durch das rumänisch-illyrische Gränzer-Regiment Studien darüber anstellen lassen, wie und mit welchen Kosten am linken Ufer der Donau von Belgrad, beziehungsweise von Semlin bis Orsova einen Treppelweg anzulegen wäre.

Der Durchführung der Arbeiten an der unteren Donau mangelte es aber bisher an jener einheitlichen, starken und zielbewussten Leitung, ohne welche kaum eine ernste Aussicht vorhanden war, die Naturhindernisse und die Eifersucht der Mächte erfolgreich zu überwinden. Mit gerechter Freude begrüßten daher Alle, die Interesse an der Sache hatten, die Ernennung des Grafen Széchenyi zum königl. Commissär bei den Regulierungsarbeiten an der unteren Donau. Die kön. ung. Hofkanzlei machte nämlich in einer Zuschrift vom 30. Mai 1833. dem Fürsten Metternich und den Präsidenten des Reichsrathes Grafen Hardegg die Mittheilung, dass Seine Hoheit der Palatin, mit Rücksicht auf jene hervorragenden Dienste, welche die k. k. Armee um die Donau-Aufnahmen und die Beseitigung der Schifffahrtshindernisse an der unteren Donau bereits geleistet, die Leitung der Durchführung der geplanten Regulierungsarbeiten dem einstigen tapfern Officier der k. k. Armee, dem gewesenen Husaren-Capitän Grafen Stefan Széchenyi übertragen habe, der überdies auch die Ortsverhältnisse, sowie die dort thätigen Herren persönlich kenne und ein sehr strebsamer Mann sei; der Palatin hebt übrigens hervor, dass diese Mission geheimzuhalten sei.

Széchenyi schickte sich zur Vorbereitung der Lösung der ihm anvertrauten grossen Aufgabe mit beinahe fieberhafter Eile und edler Begeisterung an. Auf seinem Bericht an den Palatin stellte ihm die Landesbau-Direction Vásárhelyi mit seinem ganzen Personale zur Verfügung; über dies hatte ihm, um auch das Wohlwollen und die Mitwirkung des Banater Militärcommando's zu sichern, der Hofkriegsrath auch den Hauptmann Philippovich zugetheilt.

Die Militärs nämlich, welche die Arbeiten an der unteren Donau gern selbst verrichtet hätten, sahen mit eifersüchtigem Neid dem Wirken Vásárhelyi's zu, da sie befürchteten, dass ein anderer die Lorbeeren ernten werde, und sie verkündeten — wie dies aus einem Schreiben Széchenyi's an den Palatin hervorgeht, — aller Welt ohne einzige Zeichnung Vásárhelyi's gesehen zu haben, dass sämtliche Arbeiten desselben unnütz und sehr kostspielig seien, ja sie behaupteten, dass Alles, was in den Plänen Vásárhelyi's gut sei, nicht von ihm stamme, sondern dass er das theils von den Tschackisten, theils von den Grenzern übernommen habe. Dieser Neid bewog Széchenyi zu dem Ersuchen, es möge Hauptmann Philippovich den Arbeiten zugetheilt werden, um dem Hofkriegsrathe regelmässige officielle

Berichte über den Fortschritt der Arbeiten zu erstatten. Er werde wenigstens die Wahrheit berichten und man werde sich denn auch im Hofkriegsrathe davon überzeugen, dass Vásárhelyi und seine Ingenieure Männer von hervorragender Fachkenntniss und Geschicklichkeit und ihrer Aufgabe gewachsen sind, und dass das Riesen-Unternehmen nur dann gelingen werde, wenn nichts übereilt werde, wenn sämmtliche noch so heterogenen Factoren des Staates einander hilfreich zur Seite stehen, und wenn das nothwendige Capital für das Zustandekommen des Unternehmens vorhanden sein wird.

Unterdessen wurde der Dampfer der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Franz I.“ fertig gestellt und Széchenyi begab sich am 5. Juli 1833. schon mit diesem Schiffe nach der unteren Donau. Am 13. Juli fand zwischen Széchenyi und Vásárhelyi in Pancsova eine Begegnung statt und wurden dort die wichtigsten Aufgaben festgestellt. Vásárhelyi traf allsogleich alle Vorbereitungen, um das nothwendige Personal, die nothwendigen Schiffe u. s. w. in Orsova zu concentriren und um vor Allem eine genaue Karte der Donau wenigstens bis zur Trajan-Brücke anzufertigen und dann das Sondiren des Eisernen Thores in Angriff zu nehmen. Und dies ist es, was Széchenyi nicht ohne Grund für das Schwerste hielt, wozu es festen Willens und ausdauernder Mannhaftigkeit bedürfe. Dass übrigens — so schreibt Széchenyi an den Palatin — Vásárhelyi und seine Organe beiden Aufgaben vollständig gewachsen sind, und aus ihrer Pflichttreue und aus ihrer Liebe zur Sache Lust und Ausdauer genug dazu schöpfen, um beiden Aufgaben vollkommen entsprechen zu können, dass kann ich — aus eigener Ueberzeugung — entschieden behaupten, denn von Männern, welche bereits so viel geleistet haben, wie sie, könne man dies um so mehr erwarten, als sie um einen höheren Ziele noch näher kommen.

Die Durchführung der in Aussicht genommenen Arbeit begegnete aber ausser den natürlichen Schwierigkeiten auch Hindernissen seitens der Mächte. Der Pascha von Neu-Orsova gestattete es nämlich nicht, dass zur Aufnahme von Querprofilen auf dem rechten Ufer der Donau Seile gespannt werden. „Schiessen werde ich wohl auf sie nicht lassen, wenn sie arbeiten,“ sagte er, „gestatten aber kann ich es nicht.“ Nicht ohne Ursache schreibt Széchenyi in einem seiner Briefe, dass der Neu-Orsovaer Pascha ein grösseres Hinderniss der Arbeiten sei, als die Felsen selbst. Um den Pascha wenigstens so lange, bis zum Beginn der Vermessungen und hydrographischen Aufnahmen zur Nachsicht zu bewegen, trachtete er ihn in guter Stimmung zu erhalten, indem er ihm ein Dutzend Flaschen Champagner schickte, was aber durchaus nicht die erwünschte, andauernd gute Wirkung hatte, denn schon am 2. August wollte er auf die Arbeitsschiffe schiessen lassen, wenn man mit denselben auf der rechten Seite der Donau arbeite.

Trotz dieser grossen Schwierigkeiten war man mit den Aufnahmen und Plänen fleissig vorgeschritten. Die allgemeinen Pläne der Katarakten-Regulierung wurden bald fertiggestellt, und den Plan des bei den Kata-

rakten Izlas und Tachtalia zu bauenden Kanals legte Vásárhelyi schon am 16. Juli 1834. vor; noch im Herbst desselben Jahres war in seinen Hauptzügen auch der allgemeine Regulierungsplan des Eisernen Thores fertig. Vásárhelyi schlug vor, beim Izlas den grossen Katarakt an der linken Seite mit einem, am Rande des Stromes zu bauenden Schleussenkanal zu umgehen, weil mit der Beseitigung der unter dem Wasser befindlichen Felsen der dortige grosse Wassersturz nicht hätte paralysirt werden können. Was das Eiserner Thor betrifft, so tauchten zwei Pläne auf. Dem Einen zufolge hätte man nahe an das linke Ufer die felsige Schifffahrtsstrasse vertiefen und verbreiten müssen, während nach dem anderen Plane der Katarakt am rechten Ufer mit einem Schleussenkanal hätte umgangen werden sollen.

Um diesen Plan gründlich auszuarbeiten, wäre die pünktliche Vermessung und Profilirung des ganzen Kataraktes nothwendig gewesen, was eine Arbeit von Monaten erheischt hätte. Dies aber wurde fortwährend durch das unentschiedene Wesen und das Zögern des Paschas von Neu-Orsova verhindert, welcher, in Ermanglung eines Auftrages höheren Orts sich weigerte, die Arbeit zu gestatten; und obwohl sich Széchenyi in dieser Angelegenheit wiederholt auch an den Palatin wendete, um auf diplomatischem Wege die Erlaubniss der türkischen Regierung zu erwirken, gelang ihm dies doch nicht, ja, der Grossvezier beauftragte den Pascha, sich den Arbeiten gegenüber passiv zu verhalten. Uebrigens hatte ihr Theil daran auch die Eifersucht, mit welcher die österreichische, resp. kaiserliche Regierung die Thätigkeit Széchenyi's verfolgte. Ueberhaupt schien es — so sagt Széchenyi — dass man in Wien auf die Schiffbarmachung der Donau kein grosses Gewicht lege; hieraus suchte er sich die in Wien nach dieser Richtung herrschende Apathie zu erklären. Der Intervention Metternich's gelang es aber schliesslich doch, die Pforte zur Nachgiebigkeit zu bewegen, und auf diese Weise konnte die Donaustrasse von Orsova bis zu den Ruinen der Trajanbrücke ebenfalls vermessen, ja, es konnte dort auch die Sprengung mancher, auf der Schifffahrtsstrasse befindlicher Felsen in Angriff genommen werden.

Mit dem Vorschreiten der Aufnahme und Projecte überzeugten sich sowohl Vásárhelyi als auch Széchenyi davon, dass man nebst der Regulirung der Katarakte auch für einen entsprechenden Treppelweg zu sorgen habe.

Aus dem Studium der Lage an der unteren Donau überzeugte sich Széchenyi davon, dass die Schiffbarmachung der Katarakte mit den derzeitigen Behelfen der Technik selbst um den Preis grosser Anstrengungen und Kosten nicht in Bälde werde vollständig durchgeführt werden können. Um aber an der unteren Donau einestheils das Aufwärtsziehen der Schiffe, anderentheils für die Zeit der Einstellung der Schiffahrt das Befördern der Waaren zu Lande zu ermöglichen, nahm er sich vor, einen entsprechenden Communicationsweg von Moldova bis über das Eiserner Thor hinaus zu schaffen.

Hierauf bezüglich schreibt Vásárhelyi aus Plavisevicza in seinem Generalberichte an den Grafen Stefan Széchenyi vom 30. November 1835 über die Strassenbauarbeiten an der unteren Donau Folgendes :

„Als Euer Hochgeboren in Ihrer jetzigen hohen Stellung diese Gegend zuerst in Augenschein nahmen, fiel es Ihnen sogleich auf, dass zwischen Moldova und Orsova — wo es mehrere bedeutende Schifffahrtshindernisse gibt — stellenweise sogar die unentbehrliche Schifffziehstrasse fehlt und Euer Hochgeboren sahen ein, dass dies der Schifffahrt noch mehr hinderlich sei als die Katarakte, denn diese sind wenigstens bei grossem Wasser befahrbar, während dort das Schifffziehen zu jeder Zeit unmöglich ist. Deshalb erachteten Sie es für nothwendig, dieses Hinderniss der Schifffahrt durch Sprengung und Beseitigung der Felsen zu beheben und durch Schaffung eines entsprechenden Treppelweges bei grossem Wasser das Hinaufschleppen der Schiffe, bei niedrigem Wasser aber die Weiterbeförderung der Transporte auf dem Festlande zu ermöglichen.“

Vásárhelyi verfertigte noch im Jahre 1833 die bezüglichen Pläne, ja, im Laufe des Sommers wurde auch schon die Arbeit in Angriff genommen.

Der Treppelweg fehlte oberhalb Moldova und dann im Kasan zwischen Plavisevicza und Orsova. Da an diesem letzteren Orte der Bau desselben wichtiger und dringender war, begann man, bevor höheren Ortes die Erlaubniss zum Ausbau der Strasse ertheilt und die hiezu nöthige Summe gewährt wurde, vor Allem diesen auszubauen; und diese Arbeit ist in ihrer Art wahrlich vollkommen würdig dessen, der Regulirung der Katarakte an der unteren Donau an die Seite gestellt zu werden.

Schon die, zum Entwurfe des Planes nöthigen detaillirten Aufnahmen waren an diesem, zwischen steile Felsenwände eingezwängten, schmalen Stromabschnitte mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verbunden; Ingenieur und Arbeiter hatten hier jeden Augenblick ihr Leben aufs Spiel zu setzen.

Széchenyi legte grosses Gewicht darauf, dass diese Strasse ehetunlichst ausgebaut werde, denn er hoffte dadurch die Türken zur Nachgiebigkeit gegenüber den Regulirungsarbeiten zu bewegen. Es wird uns schon möglich sein, den Türken zu Concessionen zu zwingen — schreibt er in einem seiner Briefe — wenn auf dem linken Ufer, wo bisher nicht einmal eine Gemse hätte fortkommen können, sich ein Treppelweg befinden wird. Die Benützung dieses Weges können wir den hier verkehrenden, zum grössten Theile türkischen Handelsschiffen versagen, wenn die türkische Regierung die Fortsetzung der Regulirungsarbeiten nicht gestattet.

Nachdem der Plan für die Regulirung der Katarakte im Herbst 1833 wenigstens in seinen Hauptzügen fertiggestellt war, erachtete es Széchenyi für nothwendig, zum Zwecke gründlicheren Studiums der zu den geplanten Arbeiten nothwendigen Maschinen und Behelfe und der Modalitäten der Durchführung der Arbeiten im Verein mit Vásárhelyi nach England zu reisen, wo derlei Arbeiten schon in grösserer Anzahl und grösserer Ausdehnung ausgeführt wurden und wo er daher mit Recht hoffen konnte,

nach dieser Richtung hin nützliche Unterweisungen zu erhalten; ausserdem wünschte er zur Reinigung einiger seichterer Abschnitte der Donau eine Baggermaschine anzuschaffen. Insbesondere wünschte er in vier Fragen Studien zu machen, u. zw. betreffend:

1. die Felsensprengungen unter Wasser, 2. den Steinbau im Wasser, 3. Steinaushebemaschinen zur Reinigung des Stromes und 4. seicht tauchende Schiffe, um trotz der Felsen, im Wasser sicher, bequem und rasch fahren zu können.

Der Palatin billigte diesen Reiseplan Széchenyis und ertheilte ihm bereitwillig die Erlaubniss hiezu. Die Landes-Baudirection entsendete mit ihm Vásárhelyi zum Studium der Wasserregulirungswerke und der zur Herstellung derselben dienenden Mittel und Wege; für diese Zeit wurde der Ingenieur Otto Franz Hieronymi mit der Leitung der Donaumappirung betraut. Széchenyi brach am 28. November 1833 mit Vásárhelyi aus Wien auf und traf über München und Paris am 20. Januar 1834 in London ein. Vásárhelyi machte von hieraus behufs Studiums der Regulirungs- und insbesondere der Felsensprengungs-, Bagger- und Steinbauarbeiten eine Rundreise von ungefähr zwei Monaten in England; namentlich studirte er die in Birmingham, Liverpool, Manchester, Dublin, Banger und anderen Städten und deren Umgebung im Zuge befindlichen Arbeiten an Ort und Stelle sehr eingehend; da hatte er nun Gelegenheit die Arten und die Mittel der Felsensprengung unter Wasser, die Construction und das Functioniren der Bagger- und Steinaushebe-Maschinen gründlich kennen zu lernen. Dabei gewann er aus Unterredungen mit hervorragenden Fachmännern über die, an der unteren Donau geplanten Arbeiten und die Modalitäten derselben die Ueberzeugung, dass die schwierige Frage der Schiffbarmachung der unteren Donau erfolgreich zu lösen sei. Unter Anderem hatte er Gelegenheit den Artillerieoberst By persönlich kennen zu lernen, welcher in Canada 16 Jahre hindurch die von der englischen Regierung angeordnete Bauten geleitet, den Rideaukanal gebaut und dabei die Vereinigten Staaten bereist hatte. By, der ein, mit reichen Erfahrungen ausgerüsteter Fachmann ersten Ranges war, fand, indem er die auf den IZlas- und den Eisernen Thor Kanal bezüglichen Pläne Vásárhelyis prüfte, dass dieselben nicht nur richtig und sicher, sondern auch leicht durchzuführen seien. Auf dieser Reise erwarben sie in England auch eine Baggermaschine und eine Taucherglocke, von welcher Széchenyi an Vásárhelyi den 8. August 1834 schreibt, dass sie bereits in Triest angelangt sei und sich auf dem Wege nah Semlin befinde. Davon aber, dass diese thatsächlich zur Felsensprengung unter Wasser benützt worden wäre, ist keinerlei Bericht zu uns gekommen.

Nachdem Vásárhelyi Anfangs Mai 1834 aus dem Auslande nach Hause zurückgekehrt war, nahm er sogleich die im vorigen Jahre nur in kleineren Dimensionen begonnenen Strassenbauarbeiten systematisch in Angriff und schritt auch zur ausführlichen Ausarbeitung der Regulirungspläne. Es nahmen an derselben unter der Leitung Vásárhelyis Theil: die Inge-

niere Hieronymi, Hevessy, Weszter, Forberger, der Rechnungsrevisor Wolfram, die Hilfsingenieure Tomsich und Pribék und zwei Praktikanten. Sein Personal war somit angesichts der ausgedehnten Arbeit, welche es zu vollenden hatte, ein ziemlich geringes und nur der weite Ueberblick über die Arbeit und die zweckentsprechende Eintheilung derselben, deren Vásárhelyi fähig war, namentlich aber seine überaus angestrenzte Thätigkeit und der unermüdliche Eifer seiner Ingenieure ermöglichte es, dass er trotz der, nach allen Richtungen hin sich häufenden Schwierigkeiten und Hindernisse binnen kurzer Zeit so grosse Resultate erzielen konnte, welche selbst bei den heutigen entwickelteren Arbeitsbehelfen und günstigeren Arbeiter- und sonstigen Verhältnissen geradezu an die Unmöglichkeit grenzen.

Der im Jahre 1834 eingetretene, ausserordentlich niedrige Wasserstand, welcher um 2' 6" niedriger war, als jener im Jahre 1830, bot eine sehr günstige Gelegenheit zur Ergänzung der Aufnahmen der Katarakte und Vásárhelyi war auch mit geradezu fieberhaftem Eifer bestrebt, diese seltene Gelegenheit auszunützen.

Bei den Katarakten Izlas, Tachtalia, Greben und Jucz beschäftigte er mehr als 500 Leute, um die in der Schiffahrtsstrasse befindlichen und aus den Wasserspiegel hervorragenden Felsen zu beseitigen. Der andauernd niedrige Wasserstand ermöglichte es, dass binnen sechs Wochen mittelst Pulvers, Eisenstangen und bei verhältnissmässig geringer Mühe mehr verrichtet wurde, als man unter Wasser mit Maschinen Jahre hindurch mit viel grösserer Mühe und mit mehr, als zehnfachen Kosten hätte leisten können. Bei der Schiffahrtsstrasse am Eisernen Thore aber ging die Arbeit kaum von Statten, da man dort nur mit wenigen Arbeitern und sozusagen nur verstohlen arbeiten konnte, doch wurde trotzdem der Weg auch auf diese Weise bedeutend verbessert. Am rechten Ufer aber liess der serbische Fürst Milos 500, später 1000, ja sogar 1500 Leute arbeiten. Vásárhelyi traf während dieser Zeit die Vorbereitungen, um die Arbeiten am Izlas-Kanal in Angriff zu nehmen.

Széchenyi begab sich theils zum Strassenbau, theils aber zur Besichtigung der bei den Katarakten im Zuge befindlichen Arbeiten mehrermale nach Orsova und verweilte zeitweise länger an Ort und Stelle, um die Arbeiten zu beschleunigen. Bei solchen Anlässen befand sich sein Hauptquartier gewöhnlich in der Veterani-Höhle. Aus dieser Höhle, welche öfters auch Gäste sah, wurden sozusagen die gesammten Bauarbeiten geleitet.

Während dieser Zeit vollendete Vásárhelyi im Jahre 1834 in Plavischevicza seinen grossangelegten Plan zur Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau, auf Grund jener zahlreichen und überaus genau und gewissenhaft durchgeführten Aufnahmen, welche insbesondere bei dem am 23. October 1834 eingetretenen niedrigen Wasserstand bewerkstelligt, ein möglichst treues Bild der Strömungs- und der Stromverhältnisse der Katarakte boten.

Vásárhelyi beeilte sich — wie bereits oben erwähnt wurde — diesen ausserordentlich niedrigen Wasserstand auch dazu zu benützen, um die in der Schifffahrtsstrasse befindlichen Felsenriffe — soweit dies durch Handarbeit möglich war — zu entfernen und die Schifffahrt in den Katarakten — wenn auch nur einigermaassen — zu erleichtern. So wurden beim Katarakte Stenka mehrere hervorragende Felsenspitzen abgesprengt; bei Kozla und Dojke wurden bedeutende Felsenmassen entfernt und bei Dojke, am linken Ufer, ein 30 Meter breiter und 114 Meter langer Kanal ausgesprengt. Desgleichen wurde bei Izlas und Tachtalia nicht nur im Trockenem, sondern auch im seichten Wasser, Felsengestein in ansehnlicher Quantität entfernt. Mit einem Kostenaufwande von beiläufig 12.000 Gulden wurden bei Tachtalia und Greben 890, bei Kozla, Dojke und Stenka 2730, insgesammt demnach 3620 Kubikmeter Felsen abgesprengt.

Indessen hatte Széchenyi theils unmittelbar, theils mittelbar, im Wege der Regierung Alles aufgeboten, um die Unterstützung und Mitwirkung der türkischen Regierung für diese Arbeiten zu gewinnen. Die türkische Regierung liess sich denn auch wenigstens dazu herbei, einen Kajmakam zu entsenden, mit welchem Széchenyi und der Pascha von Orsova sich zum Eisernen Thore begaben, um einerseits die durchgeführten Arbeiten in Augenschein zu nehmen, andererseits, um sich darüber zu orientiren, was zur Beseitigung der Schifffahrtshindernisse gethan werden könnte. Da aber die russische Regierung dies im Geheimen zu vereiteln trachtete, entschloss sich die türkische Regierung nicht gerne zur Mitwirkung an Arbeiten. Széchenyi hatte es eingesehen, dass dieses Vorgehen der türkischen Regierung eigentlich eine Verschleppung der Angelegenheit bedeute und zu keinem praktischen Resultate führen werde. Széchenyi machte auch scherzweise dem Kajmakam die Bemerkung, ob er wohl bis dahin werde türkisch lernen können, bis diese Felsen beseitigt sein werden, worauf der Kajmakam die wenig tröstliche Antwort gab, Széchenyi werde bis dahin ganz getrost auch das Persische und Arabische erlernen können.

Die Arbeiten mussten auch thatsächlich in Bälde eingestellt werden.

Sehr unangenehm wirkte auf Széchenyi, dass die Regierungsbehörde mit dem Oberprotectorate der gesammten Arbeiten an der unteren Donau den Erzherzog Ferdinand betraute, dessen entsandter General sich auch nach Orsova begab und die Arbeiten überprüfte. Unterdessen beendigte Vásárhelyi vollständig seine Aufnahmen an der unteren Donau, welche detaillirt die im Strome befindlichen Felsen, Felsenbänke und die gesammten characteristischen Merkmale des Strombettes und der Strömungsverhältnisse darstellten. Die Resultate dieser Aufnahmen waren die detaillirten Zeichnungen vom Eisernen Thor, von Greben, Tachtalia und Dojke, welche Vásárhelyi mit berechtigtem Selbstbewusstsein zu den seltenen, unbezahlbaren Schätzen rechnete, welche er — wie es in seinem Berichte heisst — nicht einmal für die Bilder Corregio's hergeben würde.

Diese, mit Ueberwindung grosser Schwierigkeiten und mit grosser Genauigkeit durchgeführten Aufnahmen bildeten die Grundlage für die

Regulierungspläne der Katarakte, welche Vászárhelyi in seinem, aus Plavisevicza vom 15. December 1834. datirten Generalberichte dem königl. Commissär Grafen Széchenyi unterbreitete.

Vászárhelyi hebt in diesem Berichte vor Allem hervor, dass jene Beschreibungen, welche mit Bezug auf diesen Abschnitt der Donau von Marsigli angefangen bis zu jener Zeit erschienen waren, nicht sehr geeignet waren, über den wirklichen Zustand der Donau ein klares Bild und richtigere Begriffe zu bieten, oder den Glauben „an die Durchführbarkeit einer, den Abfluss des Wassers merklich fördernden Regulirung“ zu zerstreuen. Im Jahre 1830. erschien nämlich in einer damals angesehenen Zeitschrift, im „Tudományos Gyűjtemény“ („Wissenschaftliche Sammlung“) eine Abhandlung, in welcher behauptet wurde, dass „die Donau in Folge der bei Alt-Moldova befindlichen Hindernisse auf 7 Klafter (13·26 Meter) anschwellt, dass aber das Wasserniveau um 3 Klafter (5·67 Meter) zum Sinken gebracht werden könnte; die unmittelbare Wirkung dieses Anschwellens erstreckte sich bis Bezdan, die mittelbare bis nach Pest, ja sogar bis Wien, und demnach auch auf die Nebenflüsse u. s. w.“

Kein Wunder, wenn man unter der Einwirkung solcher Meinungen die Ursache der Ueberschwemmungen sämmtlicher in die Donau mündenden Flüsse im Eisernen Thore suchte und für die Eröffnung desselbenschwärmte, damit der Donau und ihren Nebenflüssen nach unten hin ein freier Abfluss gesichert werde. Und obwohl Vászárhelyi die Absurdität dieser Phantasterei klar nachwies, fanden sich auch noch 50 Jahre später Einzelne, welche von der Vertiefung des Felsengrundes der Katarakte an der unteren Donau sich eine weitgehende Abnahme des Wasserspiegels versprachen. Vászárhelyi rechnete es auch beispielsweise aus, dass wenn man bloß eine Abnahme des Wasserspiegels um 6 Fuss bezwecken wollte (deren Rückwirkung aber sich bei den dortigen Gefällverhältnissen durchaus nicht sehr weit erstrecken würde) ungefähr 7 Millionen Kubikmeter Felsen aus der Flusssohle entfernt werden müssten.

Auch diese einzige Angabe genügt also zum Beweise dessen, dass die Regulirung der Katarakte an der unteren Donau sich bloß auf die Schiffbarmachung desselben beschränken könne. Und dass auch diese nicht unter die leicht lösbaren Aufgaben gehört, hiefür sprechen die Bett- und Strömungsverhältnisse dieses Stromabschnittes allein schon klar genug. Vászárhelyi liess, um die Wasserabflussverhältnisse zu ergründen, sogleich bei Beginn der hydrographisch-hydrometrischen Arbeiten den Wasserstand mit vier Pegeln fixiren, welche er bei Orsova, bei Plavisevicza, bei Szvinicza und Alt-Moldova aufstellen liess. Diese vier Pegel zeigten in auffallender Weise die grossen Differenzen in den Aenderungen des Wasserstandes. Als z. B. der Pegel bei Plavisevicza 1·58 m. zeigte, war der Wasserstand bei Orsova 1·9 m., bei Szvinicza 0·94 m., bei Moldova 0·89 m.

Diese Unterschiede änderten sich bei jedem Wasserstande, so dass aus diesen Pegelständen auf die in den Katarakten vor sich gehenden Wasserstandsänderungen keine richtige Folgerung zu ziehen war, was

übrigens bei den dortigen Stromverhältnissen auch ganz natürlich ist. Deshalb rechnete Vásárhelyi aus seinen bei verschiedenen Wasserständen an den verschiedenen Pegeln zu gleicher Zeit gemachten Beobachtungen eine Tabelle aus, mit deren Hilfe es möglich war, die Wasserstände des Stromes an all jenen Orten, welche von hydrotechnischen Gesichtspunkte wichtig erschienen, wann immer festzusetzen, wozu er blos dreier Beobachtung bedurfte, welche bei drei verschiedenen Wasserständen gemacht wurden.

Auf diese Weise wurde es möglich, in den Katarakten z. B. das bei einem gewissen Stande der Orsovaer oder Moldovaer Pegel sich ergebende Wasserspiegel und hiedurch auch die demselben entsprechende Schiffahrtstiefe festzustellen, was denn auch auf die Klarstellung der bei den betreffenden Wasserstände vorkommenden Schiffahrtshindernisse führte. Hierauf bezüglich wurde der am 23. October 1834. beobachtete niedrigste Wasserstand als Basis genommen und die Aufgabe war die, die bei diesem Wasserstand auf der Schiffahrtsstrasse befindlichen Hindernisse so genau als möglich aufzunehmen und Vorschläge zur Umgehung oder Beseitigung derselben zu machen.

Paul Vásárhelyi gebührt das Verdienst, diese Hindernisse und die Strom- und Wasserabflussverhältnisse der unteren Donau nicht nur als erster ausgeforscht, sondern darüber auch solch fachkundige und sorgfältige Aufnahmen gemacht zu haben, welche als hydrotechnische Werke, bleibenden Werth besitzt.

Vásárhelyi traf das erste Schiffahrtshinderniss schon bei Moldova an. Bei dem am 7. und 8. November beobachteten niedrigen Wasserstände nämlich constatirte er oberhalb Babakaj eine Tiefe von 1.89 m., doch nur in der Breite eines Schiffes, weshalb er dort das Baggern einer 30 Klafter (56.7 m.) breiten Cunette, oder die Absperrung des linken Donauarmes vorschlug. Von hier bis zu Stenka ist der Strom frei. Bei Stenka aber bilden die in den Strom hineinragenden Granit-Felsenriffe und die zum Theile aus dem Wasser emporragenden, zum Theile unter demselben verborgenen Felsenspitzen eine für die Schiffahrt gefährliche Klippenbank.

Es gelang aber, hier zwischen den Felsen eine den Ansprüchen der damaligen Schiffahrt einigermaassen entsprechende Schiffahrtsstrasse zu finden, weshalb Vásárhelyi blos die Bezeichnung derselben mit Bojen und längs der Schiffahrtsstrasse den Bau eines 950 m. langen und 2.5 m. über den kleinsten Wasserstand emporragenden Faschinendamms mit Steinbeleg der etwa 20.000 Gulden kosten sollte, vorschlug, und auf welchen die Schiffe aufwärts gezogen hätten werden sollen. Dies erachtete er aber nicht für dringend und arbeitete deshalb auch den ausführlichen Plan nicht aus.

Von hier bis unterhalb Berzászka können die Schiffe bei jedem Wasserstande unbehindert verkehren.

Eine halbe Meile von Berzászka durchschneiden aus quarzhaltigem Glimmerschiefer bestehende Felsenadern den Strom, welche den unter dem

Namen Kozla bekannten Katarakte bilden. Bevor wir denselben noch sehen, verrathen schon die mächtig brausenden Wellen das Dasein desselben; die Wällen wälzen sich schäumend auf der rechten Hälfte des Flusses dahin und zwingen das Schiff, den ruhigeren und glatteren linken Weg zu wählen. Doch ist die Schifffahrt auch das linke Ufer entlang keine sichere. Und wenn wir auch diesen Abschnitt glücklich passirt haben, steht wie der die beinahe den ganzen Fluss absperrende Felsenbank Dojke vor uns.

Schliesslich lagert der kräftige Gebirgsbach Sirinya, welcher zwischen Kozla und Dojke in den Strom mündet, sein Steingerölle ab, wodurch die ohnehin seichten Stellen nur noch mehr verlegt werden.

Der Entwurf stellt all die Felsen, wie sie während des kleinsten Wasserstandes am 23. October 1834. aus dem Wasser emporragten, mit ihrer Höhe über den Wasserspiegel dar. Es ist offenbar, dass durch die Felsen die ganze Bergfahrt abgesperrt wird, denn das Schiff müsste die Felsenbank in einer Entfernung von 200 Klaftern (378 *m.*) vom Ufer umgehen, was im Hinblicke darauf, dass unter das Schlepptau kleinere Schiffe gestellt werden müssten, undurchführbar ist.

Das Gefälle, welches auf einer Länge von 1200 Klaftern (2268 *m.*)  $8\frac{1}{4}$  Fuss (2·60 *m.*) beträgt, verursacht am linken Ufer eine Geschwindigkeit von 6—7 Fuss (1·9—2·2 *m.*); am rechten Ufer ist die Geschwindigkeit eine grössere, theils weil dort grössere Wassermassen abfliessen, theils weil der Fluss am rechten Ufer eine grössere relative Geschwindigkeit hat.

Im Hinblick auf diese Umstände bezeichnete Vásárhelyi zwei Wege zur Bekämpfung der hier befindlichen Schifffahrtshindernisse. Der eine wäre die Umgehung des Wasserfalles durch einen Seitenkanal, wozu das auf der linken Seite befindliche Gebiet besonders geeignet erscheint, doch vereitelt der Gebirgsbach Sirinya diesen Plan. Ausserdem würde der Bau einer Schleuse grosse Schwierigkeiten bereiten, da für dieselbe wegen des bis an das Ufer reichenden Berges kein geeigneter Platz existirt. Der zweite Weg wäre der, die entsprechende Tiefe durch Aussprengung eines dem linken Ufer entlang zu führenden Abflussgrabens zu erreichen. Da jedoch dieser Abschnitt 1000 Klafter (1890 *m.*) ausmacht, wurde die auszusprengende Masse — die Breite des Grabens bloss mit 10 Klaftern (18·90 *m.*) und die nothwendige Tiefe mit 3 Fuss (0·94 *m.*) gerechnet — sich auf 1,080.000 Kubikfuss (32.000 Kubikmeter) belaufen. Dies hielt Vásárhelyi bei den damaligen Werkzeugen für eine äusserst schwere und kostspielige Arbeit und er gelangte auf Grund der Combinirung der Strom- und Wasserabflussverhältnisse zu der Folgerung, dass die Schifffahrt durch die Katarakte auch bei geringem Wasserstande, wenn auch mit Schwierigkeiten, aber dennoch möglich sein wird, insbesondere, da ein so kleiner Wasserstand, wie jener im Jahre 1834. selbst in einem Zeitraume von Jahrhunderten kaum vorkommen dürfte, andererseits, weil es im Jahre 1834. gelungen war in der Felsenbank Dojke einen, 16 Klafter (30 *m.*) breiten und 60 Klafter (113 *m.*) langen Kanal bis zur Tiefe des damaligen niedrigsten Wasserstandes auszusprengen.

Entsprechend dem Wasserstande vom Jahre 1832. würde in dem ausgesprengten Kanale die Tiefe des Wassers 36 Tage hindurch 2—4 Fuss (0·63—1·26 *m.*) und 47 Tage hindurch 4—6 Fuss (1·26—1·89 *m.*) betragen, während in dem, noch verbleibenden Zeitraume der Schifffahrtsperiode die Tiefe 6 Fuss (1·89 *m.*) übersteigen würde. Die erwähnte Tiefe ist für grössere Schiffe ungenügend und müsste in solchen Fällen mit kleineren Schiffen der Sache abgeholfen, oder aber der günstigere Zeitpunkt abgewartet werden. Dieser kleiner Wasserstand tritt aber erst gegen Ende October ein, während die geeignetste Jahreszeit, der Sommer, immer ausgenützt werden kann, und da der bezeichnete Wasserstand zu den selteneren Erscheinungen gehört, war Vászárhelyi der Meinung, dass die regelmässige Schifffahrt in der Dojke nur selten Störungen begegnen werden, ja, dass die Dampfschiffe im Kanal beinahe immer ungehindert werden verkehren können.

Viel ungünstiger und gefährlicher gestaltet sich die Situation bei dem nun folgenden Katarakte Izlas—Tachtalia. Auf der beiliegenden Karte sind die, dem Wasserfall verursachenden Felsenbänke verzeichnet, welche im Jahre 1834. theils aus dem Wasser hervorragten, theils aber kaum vom Wasser bedeckt waren. Im Plane ist eine doppelte Schifffahrtsstrasse angegeben, die eine nächst dem serbischen, die andere nächst dem ungarischen Ufer. Auf beiden fahren Schiffe — wie Vászárhelyi in seinem Berichte schreibt —, zur Thalfahrt aber dient eher die Strasse nächst dem serbischen Ufer, während zur Bergfahrt die diesseitige Strasse benützt wird, wo auch ein Treppelweg vorhanden ist; am rechten Ufer können die Schiffe nur bei geringem Wasserstande, und auch dann nur sehr schwer hinaufgeschleppt werden. Wie unsicher dies im Izlas bei der Bergfahrt ist, dafür spricht am Besten der Umstand, dass die Eigenthümer der Zugthiere in der Regel mit der Axt in der Hand den Augenblick erwarten, um das Seil zu zerhauen, wenn die starke Fluth, das Zugthier zurückreissen sollte.

Ist man aus der Tachtalia hinaus, so stellen sich dem Schiffe weiter unten wieder Felsen in den Weg, welche zwar nicht besondere Namen haben, aber nicht gefahrlos sind.

Die Bezeichnung der, von rechts und links durch emporragende Felsen eingeengten Schifffahrtsstrasse mit Bojen ist zum Theil wegen der ungewissen Richtung, zum Theil aber wegen der grossen Schnelligkeit und schliesslich wegen der grossen Entfernung der Strasse vom Ufer unmöglich. Viel geeigneter wäre der Weg auf der linken Seite, wenn sich die grosse Felsenbank entgegenstellen würde, welche kaum eine Tiefe von 30—35 *cm.* aufweist, wobei stellenweise Felsenspitzen von einer Höhe von 60—90 *cm.* über den geringsten Wasserstand hervorragen\*) und der Bergfahrt sehr hinderlich sind.

---

\*) Von diesen emporragenden Felsen wurden im Jahre 1834 in einer Breite von 40 Metern unter dem geringsten Wasserstande ungefähr 200 Kubikmeter ausgesprengt, wodurch der Schifffahrt grosse Dienste erwiesen wurden.

Nachdem nämlich das Schiff bei höheren Wasserständen die Tachtalia hinter sich hat, muss es den Izlas überwinden, der tief genug, aber reissend ist. Wenn hier das Zugseil reisst, oder die Zugkraft keine genügende ist, dann bewegt sich das Schiff nach rückwärts und wird vom Wasser an die Felsen geschleudert, wo es wenn auch nicht gewiss, doch sehr wahrscheinlich in Trümmer geht. Die Geschichte dieses Kataraktes beweist, dass bei der Bergfahrt mehr Unfälle vorgekommen sind, als bei der Thalfahrt. Bei Wasserständen, bei welchen das Dampfschiff die Schnelligkeit mit eigener Kraft überwinden würde, ist die Tiefe keine genügende, wenn aber das steigende Wasser eine genügende Tiefe bietet, dann ist die Stromgeschwindigkeit eine zu grosse.

Für das beste Mittel zur Erreichung der entsprechenden Tiefe und des ruhigen Wassers hielt Vásárhelyi die Umgehung des Kataraktes mittelst eines Seitenkanals und einer Schleusse. Da aber die Berge bis an die Ufer reichen, schlug er vor, einen Theil des Flusses mittelst Bau eines Dammes als Kanal zu benützen.

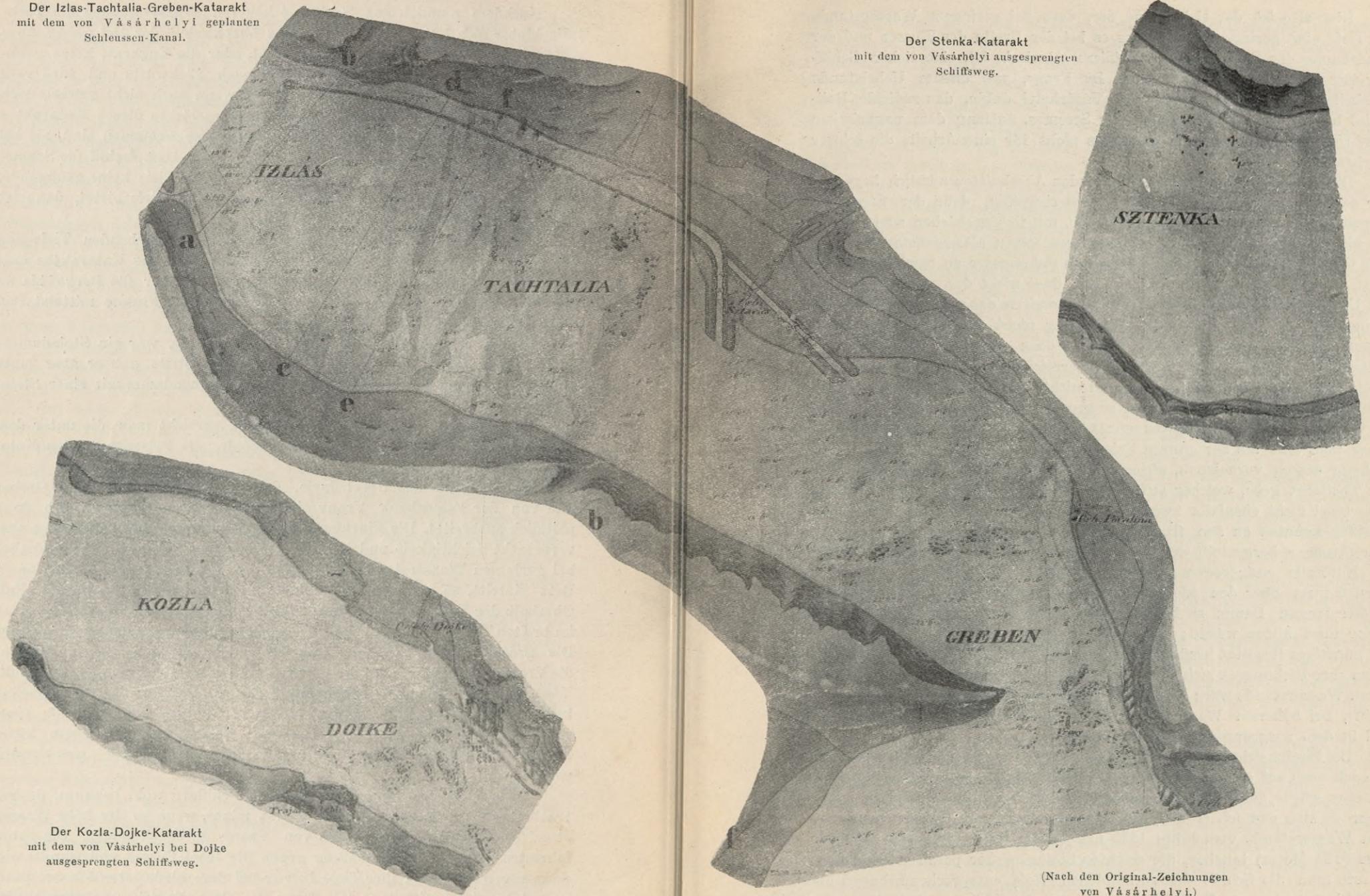
Die erste Idee, die er im Jahre 1833 anregte, war ein Steindamm; nach ausführlicher Untersuchung an Ort und Stelle gab er aber einer anderen Richtung den Vorzug. Er plante Faschinendamm mit einer Steinverkleidung.

Nachdem man die Tachtalia verlassen, erreicht man die unter dem Namen Greben vereinten drei Cerberusköpfe, die Felsenbank, den Katarakt und die Gegenströmung.

Hier besteht das Uebel darin, dass der Strom vom Berge Greben und von der Felsenbank Vransy eingeeengt wird und dass er sich dann plötzlich ausbreitet. Die Einengung staut den Strom, die Ausbreitung aber verursacht Seichtigkeit und beide zusammen den Katarakt. Wenn nämlich bei geringem Wasserstande der Strom aus der Enge ruhig in das breite Bett eintritt, so ist dies bei steigendem Wasserstand nicht der Fall. Oberhalb der Enge nämlich schwillt das Wasser des Stromes stärker an, als im breiten Theile, wodurch beim Uebergang in die Enge ein Katarakt entsteht. Die grosse Geschwindigkeit, mit welcher der Strom in diesem Falle an die Vransyer Felsenbank, an die Felsen Ursa minor (auf diesen Namen taufte Vásárhelyi die bis dahin unbenannten Felsen) und an die, vor denselben befindlichen Hindernisse stösst, bildet bei hohem Wasserstande einen gefährlichen Wirbel unter der Grebener Felsenecke, in welchem kleine Schiffe untergehen, grosse aber an das felsige Ufer geschleudert werden.

Diese Gefahren waren den dortigen Schiffern wohl bekannt, deshalb trachteten sie zwischen Vransy und Ursa minor, wenn es der hohe Wasserstand ermöglichte, immer links von Vransy durchzukommen. Die Schiffahrtstrasse nahm ihre Richtung gegen die Insel Porecs und wandte sich dann gegen Svinicza; ihre Tiefe betrug bei dem niedrigsten Wasserstande vom Jahre 1832 höchstens 1·5—2·5 *m.*, so, dass die 1·5 *m.* tieftauchenden Schiffe in der tiefsten Strömung durchzudringen vermochten.

Der Izlas-Tachtalia-Greben-Katarakt  
mit dem von Vásárhelyi geplanten  
Schleussen-Kanal.



Der Stenka-Katarakt  
mit dem von Vásárhelyi ausgesprengten  
Schiffsweg.



Der Kozla-Dojke-Katarakt  
mit dem von Vásárhelyi bei Dojke  
ausgesprengten Schiffsweg.

(Nach den Original-Zeichnungen  
von Vásárhelyi.)

Hier also ist der Uebelstand der, dass bei geringem Wasserstande die Tiefe eine geringe ist und dass es bei der Breite des Flusses und der Ausdehnung der Felsenbank bis Svinicza schwierig ist, eine sichere Schiffahrtsstrasse ausfindig zu machen. Die Frage, wie diesem Uebelstande abzuhelfen wäre, beantwortete sich Vásárhelyi dahin, das radicale Heilmittel bestehe in der Vertiefung des Stromes, entlang dem ungarischen Ufer. Und dies hielt er auch durchaus nicht für eine Arbeit, die schwer durchzuführen wäre.

Die Absperrung des auszusprengenden Abschnittes nämlich begegnet hier seiner Meinung nach keinen Schwierigkeiten, denn der Strom sei überaus breit, ausserdem habe man nicht mit Gebirgsbächen zu kämpfen, wie bei Kozla und Dojke; die Sprengungen wären also grösstentheils auf dem Festlande, jedenfalls aber in ruhigem Fahrwasser zu bewirken. Dabei ergab es sich aus den Untersuchungen, dass nicht der ganze Abschnitt das Ufer entlang aus massiven Felsen, sondern dass derselbe auch aus Steingerölle bestehe, daher die Vertiefung nicht allein mittelst Sprengungen erreicht werden müsse, sondern dass dieselbe auch durch das Entfernen von Steinen und Schotter zu erreichen sei, was die Kosten vermindern würde. Schliesslich hatte man nicht zu fürchten, dass die Stromgeschwindigkeit in den Kanal eine zu grosse sein werde, da hier die Gefälle ein verhältnissmässig geringerer sei, als bei den oberen Katarakten. Vorher müsse man aber auf der ganzen Felsenbank genaue Messungen zur Untersuchung dessen vornehmen, ob es nicht vielleicht einen bequemeren Weg zur Thalfahrt gebe, welcher mit Bojen bezeichnet werde oder eine künstliche Insel nicht ebenfalls zweckentsprechend wäre. Was den ersten Fall betrifft, konnten an den fixen Punkten, an welchen die Bojen hängen, Einrichtungen hergestellt werden, mit deren Hilfe die gewöhnlichen Schiffe im Nothfalle aufgezogen werden könnten. Zweckentsprechend wäre, einen 6 Fuss über den kleinsten Wasserstand emporragenden tausend Klafter langen Damm zu bauen, welcher bei Vraný beginnen und eine kleine Insel bilden würde; dies aber nur dann, wenn die Vermessungen ein günstiges Resultat bezüglich dessen aufweisen würden, dass die Stromtiefen ihre Richtungen nicht jeden Augenblick verändern werden. Bei niedrigem Wasserstande wäre dann dieser Weg der Remorquerweg der Dampfschiffe, bei höherem Wasserstande aber könnte man entlang den Ufern und in dem ausgesprengten Kanal fahren.

Bei Berücksichtigung der geringen Tiefen für die Schifffahrt verweist er auch noch auf ein anderes Mittel, welches nach seiner Auffassung darin bestehen würde, die Schiffe den vorhandenen Tiefen entsprechend zu bauen. Wenn es sich nämlich ergäbe, dass dem als Basis angenommenen geringsten Wasserstande vom Jahre 1832 nur Schiffe, welche höchstens auf drei Fuss (0.94 Meter) tauchen, die seichten Stellen sicher passiren können, so müsste man die Schiffe der vorhandenen Tiefe entsprechend bauen und einrichten und er wirft die Frage auf, ob es nicht zweckmässig wäre, bis zur endgiltigen Beseitigung der Schifffahrtshindernisse die Strecke

zwischen Semlin und dem Eisernen Thore mit Dampfschiffen von einer Tauchung von drei Fuss (0.94 Meter) zu befahren, eine Idee, deren Verwirklichung auch Széchenyi beabsichtigt hatte. Hiebei müsste man aber bei Bergfahrt der Dampfschiffe stellenweise auch fremde Kraft zu Hilfe nehmen, was die ganze Sache verwickelter und kostspieliger gestalten würde, da man Pferde nöthig hätte; dies sei aber auch bei der Dampfschiffahrt auf dem Rhein der Fall, wo inolge der starken Strömung die Dampfschiffe mitunter von Pferden gezogen werden. Auf dem Rhein wird beim sogenannten Bingerloch auch heute nicht selten Ochsen- oder Pferdekraft zum Hinaufschleppen der Dampfschiffe in Anspruch genommen.

Von Svinicza bis Jucz ist die Tiefe eine genügende, so dass die Thalfahrt bei jedem Wasserstande stattfinden kann; schwieriger ist die Bergfahrt für die tiefergehenden Schiffe bei geringem Wasserstande, da nächst dem ungarischen Ufer die Tiefe stellenweise eine geringe ist und hie und da Felsen vorhanden sind. Im Jahre 1834 sind auch hier Felsenmassen in bedeutendere Quantität ausgesprengt worden, wodurch die Bergfahrt erleichtert wurde. Da aber nächst dem linken Ufer die geringste Tiefe auch bei niedrigstem Wasserstande zwei Fuss (63 *cm.*) beträgt, werden auf diesem Abschnitte Störungen selten vorkommen; damit aber die Felsen umgangen werden können, rath Vásárhelyi die Anspruchnahme der Sviniczaer staatlichen Schiffsführer (Lootsen), da bei der Fahrt durch den Juczter Wasserfall ein Lootse ohnehin unentbehrlich ist.

Der soeben erwähnte Juczter Wasserfall ist eine besondere Erscheinung: bei geringem Wasserstande ist ein starker Katarakt da, bei hohem Wasserstande ist gar nichts davon wahrzunehmen. Diese Erscheinung lässt sich nur aus den Zuständen unter Wasser erklären.

In der Kananenge und oberhalb desselben steigt das Wasser bedeutender, als im Juczkatarkte und überdies findet hiedurch das starke Gefälle und der Enge so sehr ein Gegengewicht, dass bei mittlerem Wasserstande zwar noch eine starke Strömung wahrzunehmen, aber nichts vom Katarakte zu erblicken ist, welcher bei niedrigem Wasserstande tausend Meter lang ist, ein Gefälle von 2.25 *cm.* und eine Geschwindigkeit von 3.16 *m.* hat. Die Eigenschaft daher, dass hier die Geschwindigkeit mit dem stauenden Wasser, bei Izlas-Tachtalia-Greben aber zunimmt, ist eine Folge der Abnahme des Gefälles.

Im Eingang des Jucz-Kataraktes mündet das gleichnamige Thal, welches Steine von grossem Gewichte in die Donau birgt; auf der anderen Seite mündet der Bach Porecska, welcher Sand und Kiesel führt. Viele glaubten, dass der Katarakt durch das von beiden Seiten angespülte Material hervorgerufen werde; dies aber erwies sich als Irrthum; die Untersuchung erbrachte nämlich den Beweis, dass der Strom von massiven Felsen aus grünem Serpentin durchschnitten sei, von denen Manche auch bei kleinem Wasserstande emporragen.

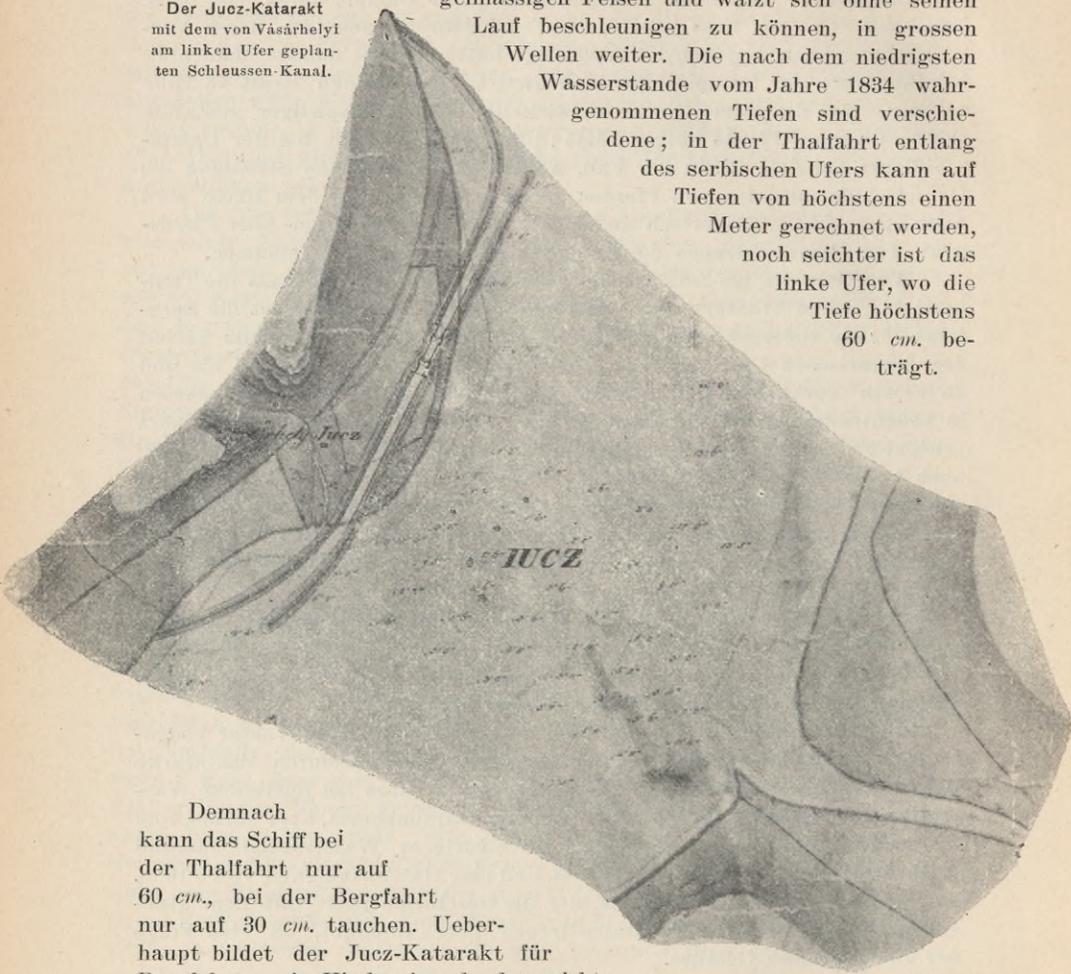
Die Unebenheit des Stromes verursacht es, dass die Geschwindigkeit nicht dem Gefälle entspricht. Der Strom bricht sich nämlich an den unre-

Der Jucz-Katarakt  
mit dem von Vásárhelyi  
am linken Ufer geplanten  
Schleussen-Kanal.

gelmässigen Felsen und wälzt sich ohne seinen Lauf beschleunigen zu können, in grossen Wellen weiter. Die nach dem niedrigsten Wasserstande vom Jahre 1834 wahrgenommenen Tiefen sind verschiedene; in der Thalfahrt entlang des serbischen Ufers kann auf Tiefen von höchstens einen Meter gerechnet werden, noch seichter ist das linke Ufer, wo die Tiefe höchstens 60 cm. beträgt.

Demnach kann das Schiff bei der Thalfahrt nur auf 60 cm., bei der Bergfahrt nur auf 30 cm. tauchen. Ueberhaupt bildet der Jucz-Katarakt für Bergfahrten ein Hinderniss, da der seichte

Theil weit in den Strom hineinreicht und überdies die Verhältnisse durch die weiter unten befindliche Sand- und Schotterbank ungünstig gestaltet werden, wegen welcher das Schiff auch bei hohem Wasserstande vom Ufer fernbleiben muss; schliesslich bringt es die Krümmung des Ufers mit sich, dass die Richtung der Zugkraft einen kleineren Winkel als 45 Grad bildet, so, dass ein grosser Theil derselben verloren geht und da hier die Geschwindigkeit auf dem linken Ufer auch bei hohem Wasserstande beinahe zwei Meter beträgt, ist die Vergrösserung der Zugkraft unumgänglich nothwendig.



Der Jucz-Katarakt hindert also bei niedrigem Wasserstande die Schifffahrt ebenso, wie der Izlas und die Tachtalia; seine seichten Stellen aber bessern sich mit dem Steigen des Wassers. Da jedoch die, durch diesen Katarakt verursachten Schifffahrtshindernisse eine geringere Zeitdauer haben als bei dem Izlas oder dem Eisernen Thore, nennt Vásárhelyi diesen Katarakt in der Reihenfolge der Regulirungsarbeiten an dritter Stelle.

Zur Umgehung der hier befindlichen Schifffahrtshinderniss schlug Vásárhelyi, gerade wie bei dem Izlas, den Bau eines Schleussenkanals nächst dem linken Ufer vor, wie dies aus dem beigelegten Plane hervorgeht.

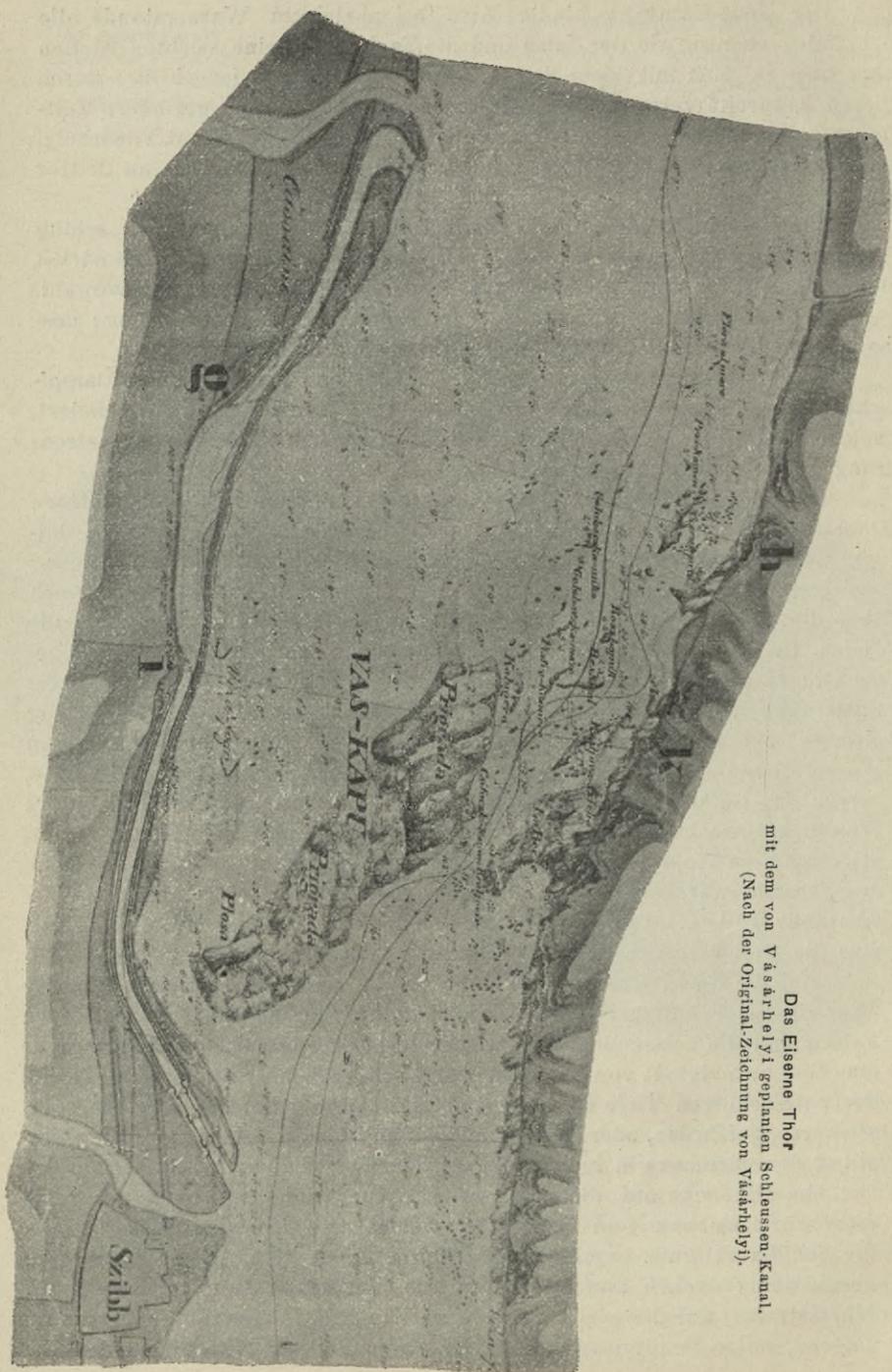
Vom Jucz bis zum Kasan ist der Strom ruhig und tief genug; deshalb kann hier die Schifffahrt ohne Hinderniss vor sich gehen.

In der Kasanenge wurde die Schifffahrt — so lange es keine Dampfschiffe gab — besonders durch den Mangel an einem Treppelweg gehindert, welchem durch die unter der Leitung Vásárhelyis mit so grosser Anstrengung gebaute Strasse abgeholfen wurde.

Das grösste und gefährlichste Hinderniss der Schifffahrt an der unteren Donau war der, durch eine, den Strom ganz überbrückende Felsenbank gebildete Katarakt, „Eisernes Thor“ genannt. Vásárhelyi liess bei dem, überaus niedrigen Wasserstande vom Jahre 1834 sehr ausführliche Aufnahmen über die hier befindlichen Felsenriffe machen und erforschte auch die Tiefen. Bei dem niedrigsten Wasserstande vom Jahre 1834, als der Pegel bei Orsova 0 zeigte, betrug das Gefäll nächst dem rechten Ufer in einer Entfernung von 2000 Meter 5·18 Meter. Nächst dem linken Ufer betrug dieselbe bei dem nämlichen Wasserstande 5·22 *m.*, bei einem früheren Wasserstande vom Jahre 1833, als der Orsovaer Pegel 3·16 *m.* zeigte, betrug das Gefälle blos 3·31 *m.*, was ein Beweis dafür ist, dass das untere Wasser bei wachsendem Wasserstande in grösseren Dimensionen steigt, als das obere Wasser. Die durchschnittliche Geschwindigkeit in der Mitte des Stromes war den ganzen Abschnitt entlang bei dem niedrigsten Wasserstande 4·19 *m.*, stellenweise 4·75 *m.*; als der Orsovaer Pegel 0 zeigte, war die Geschwindigkeit auf dem ganzen Abschnitte 2·80—3·20 *m.*

Auf die Karte bemerken wir sogleich die Gefahren, welche das Eiserne Thor für die Schifffahrt birgt. Die den Strom durchschneidenden spitzen Felsen und die reissende Fluth, welche bei dem niedrigsten Wasserstande eine Geschwindigkeit von 4·75 *m.* hat und schliesslich der gänzliche Mangel der nothwendigen Tiefe sind die Uebelstände, welche die Schifffahrt erschweren, gefährden, oder ganz unmöglich machen, je nachdem der Wasserstand des Stromes ein hoher, ein mittelmässiger, oder ein niedriger ist.

Im Hinblick auf die grosse Ausdehnung der das Eiserne Thor bildenden Felsenbank und Felsenriffe, welche bei niedrigem Wasserstande die Schifffahrt ganz unmöglich machen und an deren Beseitigung man ebensowenig denken konnte, wie an die Vertiefung einer offenen Schifffahrtsstrasse, auf diesem Wege plante Vásárhelyi den römischen Spuren folgend, unter Benützung der rechtseitigen kleinen Nebenarme den Bau



Das Eiserner Thor  
mit dem von V á s á r h e l y i geplanten Schloßkanal.  
(Nach der Original-Zeichnung von V á s á r h e l y i).

eines mit Schleussen versehenen Seitenkanales zur Umgehung des Kataraktes, und zwar wegen des bedeutenden Gefälles von 4·85 m. eines Kanals mit Doppelschleuse.

Die Kosten der Arbeiten zur Schiffbarmachung dieses ganzen Katarakt-Abschnittes der Donau stellte Vásárhelyi, wie folgt zusammen:

Izlas und Tachtalia, Kanal und Schleuse . . . . .	fl. 250.000
Kanal und Doppelschleuse beim Eisernen Thor . . . . .	„ 350.000
Kanal und Schleuse beim Jucz . . . . .	„ 200.000
Damm und Sprengungen von Greben bis Szvinicza . . . . .	„ 200.000
Damm bei Stenka . . . . .	„ 20.000
Strasse und Treppelweg zwischen Plavisevicza u. Ogradena . . . . .	„ 200.000
Strasse und Treppelweg bei Babakaj . . . . .	„ 100.000
Zusammen . . . . .	fl. 1,320.000

Ausserdem präliminirte er die Verbesserung des Weges zwischen Moldova und der rumänischen Grenze vorerst mit beinahe fl. 300.000; da aber das k. k. rumänisch-illirische Grenzer-Regiment ohnehin die Absicht hatte, diese Strasse von Jahr zu Jahr an einigen Abschnitten in besseren Zustand zu bringen, stellte er zu diesem Zwecke bloss fl. 50.000 ein, mit welchen er die Gesamtkosten der geplanten Arbeiten auf fl. 1,370.000 bezifferte.

Mit so geringen Kosten glaubte Vásárhelyi damals die Katarakte an der unteren Donau sammt dem Eisernen Thore schiffbar machen zu können. Vásárhelyi unterbreitete diesen zweifellos in grossem Style angelegten und hinsichtlich der Regulirung der Katarakte auch für spätere Zeiten grundlegenden Plan dem kön. Commissär Grafen Stefan Széchenyi, der denselben seinerseits dem Palatin, beziehungsweise dem Statthalterirathe unterbreitete.

Vásárhelyi setzte sowohl inmitten der Anfertigung der Pläne, als auch im folgenden Jahre 1835 mit grossem Kraftaufwande und unermüdlichem Eifer den Bau der Strasse fort, bei welchem er, wie schon erwähnt, mit überaus grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte. Der Hauptzweck beim Baue der Strasse war die Ermöglichung des Ziehens der Schiffe und dies war bei Feststellung sowohl der Richtung des Weges, beziehungsweise der unumgänglich nothwendigen Krümmungen, als auch der Breite maassgebend.

Da die Hauptbestimmung diesem Treppelweg und Landstrasse die Erleichterung der Schifffahrt war, so waren es dieser Umstand, wie die sich dem Strome zuneigenden Felsenwände — dieselben liessen eine andere Wahl nicht treffen — welche die Richtung feststellten. Die Strasse befindet sich also nächst dem Strome; bloss bei den Gebirgsbächen Punikova und Mrakonya, welche im Strom eine Sand- und Schotterbank und auf diese Weise zugleich einen natürlichen Treppelweg bilden, bleibt dieselbe in einiger Entfernung vom Strome. Dort, wo sich die Landstrasse und der Treppelweg trennen und dort wo sie sich vereinigen, wurden Rampen gebaut.

Da die Strasse nicht nur als Treppelweg, sondern auch zugleich als Landstrasse zu dienen hatte, wäre es jedenfalls erwünscht gewesen, dass dieselbe, damit zwei sich begegnende Wägen ohne Hinderniss an einander vorüberfahren können, in ihrer ganzen Länge 5·6 m. breit gebaut werde; doch ganz abgesehen davon, dass bei strenger Einhaltung dieser Breite, auch unter Ausserachtlassung der localen Schwierigkeiten die Arbeit unverhältnissmässig mehr gekostet hätte, musste auch darauf Rücksicht genommen werden, dass man durch all zu kühne Unterminirung der Felsen einen Einbruch derselben in solchem Maasse zur Folge gehabt hätte, welche auch die Stromverhältnisse selbst nur verschlimmert haben würde.

Deshalb wurde die Breite der Strasse ungleich, und zwar:

a) bei ganz dichten vorspringenden Felsenwänden, die genannte Brustwehr miteingerechnet, mit 15 Fuss (4·75 m.);

b) bei weniger schweren, aber doch compacte Felsen mit 18 Fuss (5·70 m.);

c) bei erdigen und etwas felsigen Böschungen mit 4 Klaftern (7·58 m.) vorgeschlagen.

Bei den in die Felsenriffe eingeschnittenen engen Krümmungen wurden, damit die Wägen und die Ziehperde einander ausweichen können, über die Parapetmauer Rollen angebracht, wodurch die Richtung des Zugseiles gebrochen wird und die Wägen frei verkehren können.

Ausserdem ist aber noch zu erwähnen, dass Ausweichstellen sogar in den schwierigsten Felsenabschnitten geschaffen wurden, an welchen selbst die beladenen Lastwägen ausweichen sollen können. Beinahe der ganzen Kasanenge entlang, aber auch an anderen Stellen musste man Stützmauern für die Zwecke des Strassenbaues errichten, deren Herstellung ebenfalls nicht geringe Schwierigkeiten verursachte. Es musste ferner für Wasserableitungskanäle, Wasserdurchlässe, Brücken u. s. w. gesorgt und die Strasse insbesondere im Kasan auch mit Brustwehren versehen werden.

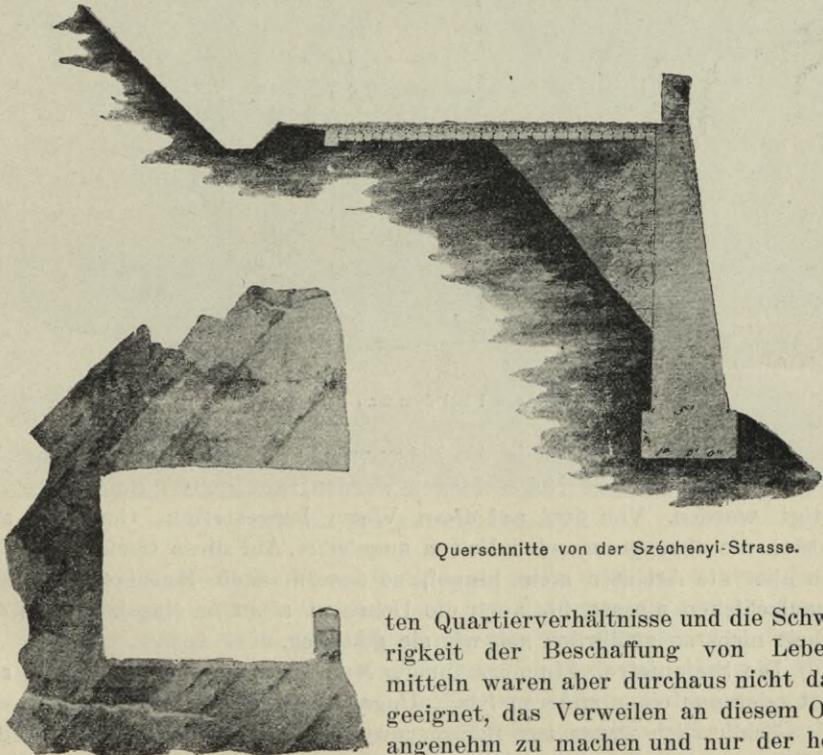
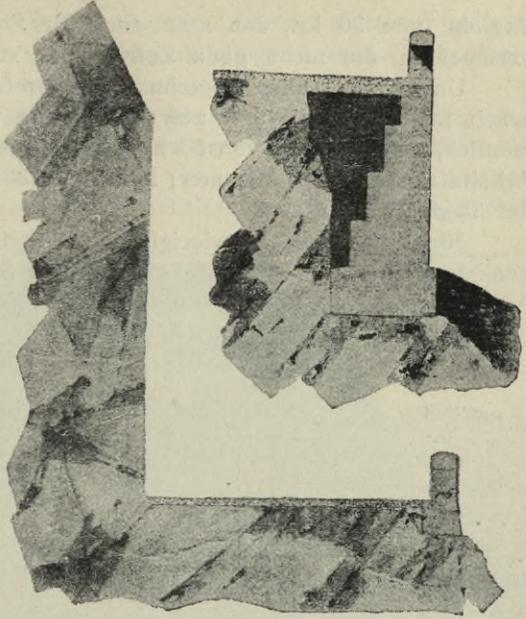
Ausser den Schwierigkeiten, welche beim Baue des Treppelwegs und Landstrasse in Folge der Bergformationen nächst der Donau auftauchten, hatte man, wie Vásárhelyi in seinem Berichte an den Grafen Széchenyi über den Bau der Strasse selbst schreibt, in dieser herrenlosen Gegend nicht geringe Sorgen wegen Mangels an brauchbaren Arbeitern.

Obzwar das k. k. rumänisch-illyrische Grenzerregiment die nothwendigen Hilfsarbeiter wöchentlich zur Arbeit beordnete, stand die Leitung des durch Hunger und im Allgemeinen durch schlechte Ernährung kraftlosen Volkes in sehr schlechtem Verhältnisse zu dem mit 20 Kreuzern festgestellten hohen Taglohn, so dass dem Unternehmen nicht viel Nutzen daraus entwuchs.

Ausgenommen einige in der Nähe befindlichen Ansiedlungen meldeten sich sehr selten Freiwillige und auch dann nur, durch die grösste Noth gezwungen.

Ein wahres Glück für das Unternehmen waren daher die Bergarbeiter der Oraviczaer und Szászka-Moldovaer Bergwerke, welche infolge Aufforderung seitens des Palatins von der k. k. Oraviczaer Bergwerkdirection zur Verfügung gestellt wurden.

Dieser bedurfte man umsomehr, da der grösste Theil der Arbeiten aus Felsensprengungen bestand und da dieselben die hiezu nothwendige Eignung in vollem Maasse besaßen. Die Furcht vor dem Strome, sowie die überaus schlech-



Querschnitte von der Széchenyi-Strasse.

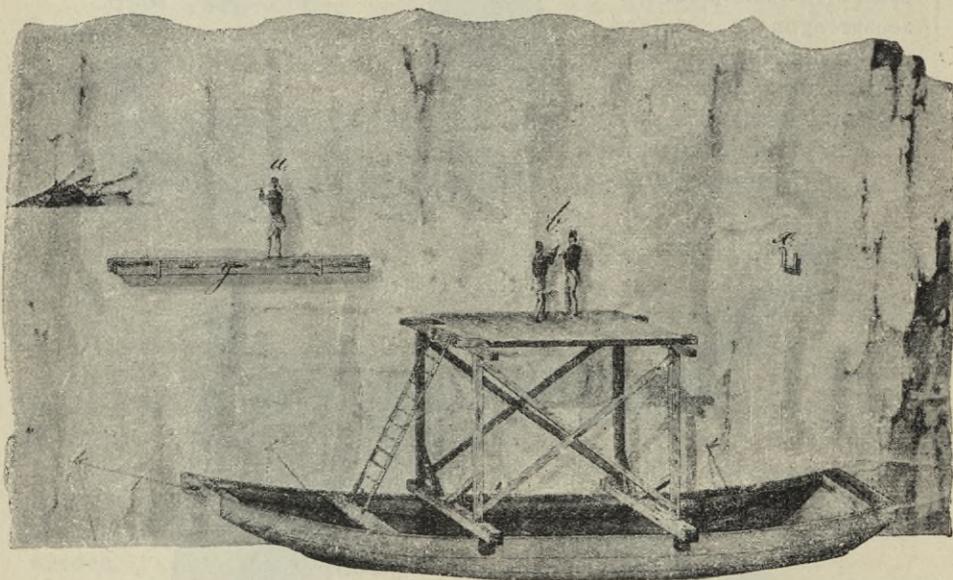
ten Quartierverhältnisse und die Schwierigkeit der Beschaffung von Lebensmitteln waren aber durchaus nicht dazu geeignet, das Verweilen an diesem Orte angenehm zu machen und nur der hohe

Taglohn von 36 kr., den man auch für Sonn- und Feiertage forderte, vermochten die nicht ganz Zufriedenen zum Bleiben zu veranlassen.

Um diesen hohen Taglohn herabzusetzen, musste man zur Stückarbeit Lust erwecken und auf diese Weise war es schon im Jahre 1834 möglich, den Taglohn von 36 kr. auf 30 kr. herabzusetzen und nur die Arbeitstage allein zu rechnen; im Jahre 1835 schliesslich verringerte sich der Taglohn auf 24 kr.

Nicht weniger Schwierigkeiten bereitete es diesem, dem Wasser ganz fremden Volke seine Furcht vor dem Strome zu benehmen und zum Angriffe gegen steil emporragende Felsen zu bewegen.

Für die Arbeiter wurden auf Schiffe gebaute Gerüste hergestellt.



Schwimmendes Gerüst bei dem Bau der Széchenyi-Strasse.

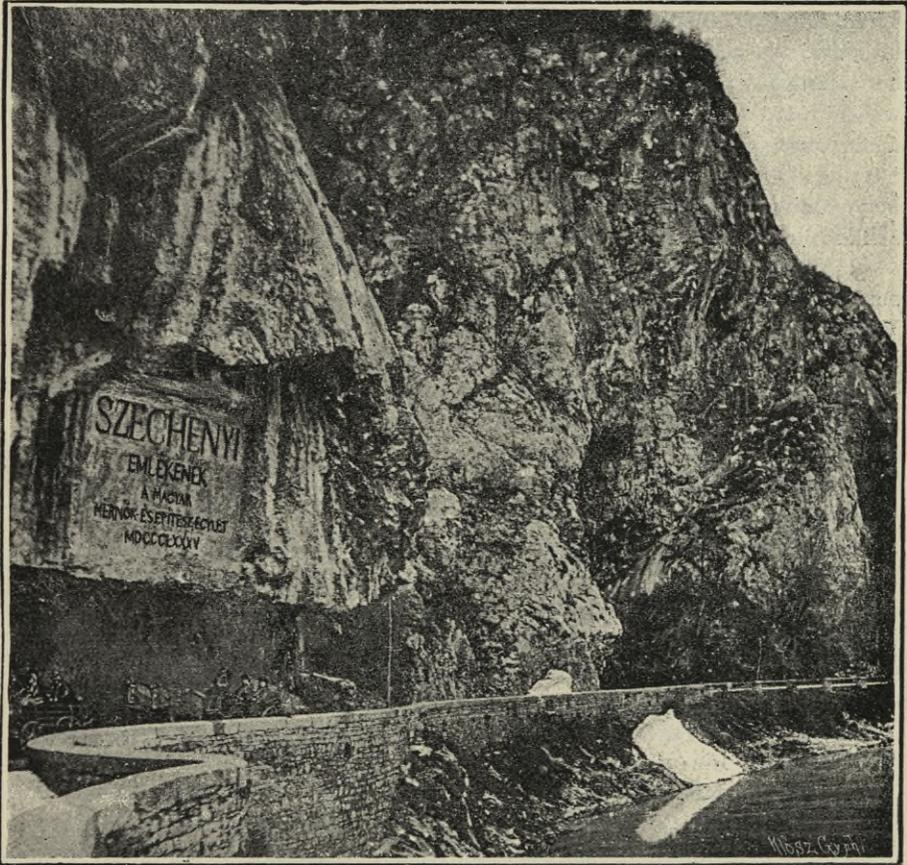
Von den Gerüsten wurden in die Felsenwände schiefe Löcher gebohrt, in welche eiserne Hacken eingeschlagen wurden, auf welche Holzbalken befestigt wurden. Von den auf diese Weise hergestellten Gerüsten aus wurden die abzusprengenden Felsen angebohrt. Auf diese Gerüste wagten sich aber die Arbeiter nicht hinauf, so dass man die Muthigeren einzeln hinaufschicken musste, bis auch die Uebrigen allmählig einsahen, dass die Arbeit nicht so gefährlich sei, wie sie glaubten.

Die Steinmetze, Zimmermänner, Maurer u. s. w. musste man aus Pest oder aus einer anderen Stadt Ungarns bringen lassen.

Schliesslich waren zur Beförderung der verschiedenen Baumaterialie zu Wasser viele Schiffsleute erforderlich und da sich von den Bewohnern

der dortigen Donauufer nur Wenige zu dieser Arbeit verstehen wollten, liess man aus dem Bácszer Comitat 60 Leute bringen, welche mit einem Tagelohn von 24 kr. angestellt wurden.

Mit Unterstützung dieser Leute befreite der Engländer Dewar das am Izlas aufgefahrene Kohlenschiff der Donaudampfschiffahrts-Gesellschaft. Viele Unannehmlichkeiten und Aufenthalt verursachten auch die ausserordentlich vielen Feiertage der dortigen Arbeiter, griechisch-orientalischer



Széchenyi-Tafel im Kasan-Pass.

Religion, da dieselben an diesen überhaupt nicht arbeiten wollten, ja als Hilfsarbeiter verhinderten sie sogar die Stückarbeiter an der Arbeit.

In den Jahren 1835 und 1836 wurde der Strassenbau unter der Leitung Vásárhelyi's mit grosser Kraftaufwand fortgesetzt. Bis zur Mitte des Jahres 1836 war die Strasse im Kasan bereits bedeutend vorge-schritten und die ganze Strassenlinie von Alt-Moldova bis zur rumänischen Grenze war vermessen, nivellirt und profilirt.

Bei Hofe, beziehungsweise in den Wiener maassgebenden Kreisen aber betrachteten die, mit dem Hinscheiden des Kaiser Franz im Jahre 1835 zu Einfluss gelangten Factoren mit scheelen Augen die Arbeiten an der unteren Donau, beziehungsweise das Wirken Széchenyis nach dieser Richtung und obwohl der Palatin auf das Drängen Széchenyis auch weiterhin die nothwendigen Kosten erwirkte, liess er im September des Jahres 1836 Széchenyi, ohne ihn zu empfangen, mittheilen, der Kaiser habe es rundwegs verboten, für die Arbeiten an der unteren Donau auch nur einen Kreuzer mehr zu verausgaben; trotzdem hoffe er noch ungefähr fl. 20.000 zu verschaffen. Széchenyi fühlte sich hiedurch ungemein verletzt und sandte Vásárhelyi aus seiner eigenen Tasche fl. 10.000. „Es fällt mir, weiss Gott, schwer — schrieb er Vásárhelyi am 21. September 1836 — doch kann ich meine Genossen nicht so feige verlassen, wie man mit uns umging. Dem Palatin gelang es dennoch zu erwirken, dass im Kasan der begonnene Strassenbau vollendet wurde und die Strasse wurde auch schliesslich im Jahre 1837 dem Verkehr übergeben.

Auf den weiteren Abschnitten der unteren Donau wurde der Strassenbau auch in den folgenden Jahren fortgesetzt; mit Statthaltereiraths-Verordnung vom 31. März 1839 wurde der Ingenieurdirector von Croatien Ludwig Berger zur Prüfung der, bis dahin vollführten Strassenbau- und Felsensprengungsarbeiten mit dem Auftrage entsendet, im Einvernehmen mit den ersten Schifffahrtsingenieur Vásárhelyi die noch dringend nothwendigen Arbeiten zu besprechen.

Auf Grund dieser Untersuchung fanden es die Genannten nothwendig die Strasse von Ogradena bis nach Orsova und vom Kasan bis hinauf nach Tiszovicza fortzusetzen. Vásárhelyi entwarf auch sogleich die Planskizze der Strassenabschnitte von Kasan bis Alibeg und von Ogradena bis zur rumänischen Grenze und Berger unterbreitete dieselben auch der Landes-Oberbaudirection. Auf dieser Grundlage wurde dann der Strassenbau fortgesetzt, bis derselbe auf dem ganzen Abschnitte an der unteren Donau beendet wurde. Dieser Bau, der wohl verdienter Weise als eine in ihrer Art hervorragende Schöpfung bezeichnet werden kann, sichert auf Jahrhunderte hin das Andenken seiner genialen Urheber.

Hiemit hatte Széchenyi einen, wenn auch kleinen Theil seiner auf die Verbesserung des Verkehrs an der unteren Donau gerichteten Bestrebungen verwirklicht. Diese auch an sich grossartige Schöpfung, welche die dankbare Pietät Széchenyi-Strasse getauft hat, wird für späte Zeiten den Namen und das Andenken des Grafen Széchenyi bewahren, während der Ungarische Ingenieur- und Architektenverein nur seine Pflicht erfüllte, als er beim Eingang des Kasan eine Gedenktafel errichtete, welche in ihrer kurzen Inschrift das Andenken Széchenyis an dieser Stelle zu verewigen berufen ist.

Die würdige Verewigung des unsterblichen Angedenkens des schöpferischen Geistes des genialen Ingenieurs ist Jenen vorbehalten geblieben, die das Glück hatten, die Schiffbarmachung der unteren Donau, den Spu-

ren des grossen Vásárhelyi folgend und dessen grundlegenden Arbeiten benützend, zu verwirklichen. Die auf die Schiffbarmachung der unteren Donau bezüglichen Pläne Vásárhelyis wurden von der Landesbaudirection längere Zeit studirt und berathen, doch finanzielle Schwierigkeiten einerseits die Aenderung der politischen Verhältnisse, andererseits hinderten die Durchführung der geplanten Arbeiten, obwohl Széchenyi seinerseits Alles daran setzte, um diese Hindernisse zu beseitigen. Im Jahre 1841 begab sich infolge längeren Zuredens, nach mehrmaligem Aufschub auch Palatin Joseph nach der unteren Donau, besichtigte eingehend die dortigen Strassenbau- und Felsensprengungsarbeiten und äusserte über die zweckmässig und vorzügliche Durchführung derselben seine volle Anerkennung. Széchenyi reiste auch nachher bis zum Jahre 1846 beinahe jedes Jahr dahin, einerseits um die Durchführung der Beseitigung der Hindernisse zu urgiren, andererseits um die hie und da noch im Zuge befindlichen Felsensprengungsarbeiten zu controlliren, welche bis zum Anfang des Jahres 1846 fortgesetzt wurden. Im Jahre 1846 musste die Arbeit zum Theil infolge Geldmangels, zum Theil, weil sich die maassgebenden Kreise für die Sache nicht interessirten, ganz eingestellt werden. Auch Vásárhelyi starb im Jahre 1846 und aus diesem Anlasse schrieb Graf Széchenyi an einen in Orsova weilenden Freund Phota Popovics, der ihm bei der Durchführung dieser Arbeiten in grossem Maasse behilflich gewesen und auch ein Verwandter des serbischen Fürsten war: „Vásárhelyi ist gestorben, nun Demir kapi\*) gute Nacht!“ Széchenyi sah es gleichsam voraus, dass nach dem Tode jenes hervorragenden Fachmannes, der mit dem Feuereifer seiner Seele, mit der vollen Kraft seines ganzen Wissens die Verwirklichung dieses grossartigen Werkes zu fördern gesucht, da andererseits auch das Interesse der maassgebenden Kreise für diese Arbeit ganz erloschen war, seine Bestrebung vergeblich sei und er es nicht werde erlangen können, dass das Eiserue Thor für den öffentlichen Verkehr derart eröffnet, die geplante Regulirung der Katarakte derart durchgeführt werde, dass die Schifffahrt an der untern Donau von ihrem Joche befreit, bis zum Schwarzen Meere zu jeder Zeit möglich und offen sei.

---

\*) Damir kapi = die türkische Benennung des Eisernen Thores.

## VI. CAPITEL.

### Die Pläne Wex' und Mac-Alpins.

Später, anlässlich des Krimkrieges, als die österreichischen Streitkräfte die Walachei besetzten, hatte die Regulirung der Katarakte an der unteren Donau die Aufmerksamkeit der damaligen Heerführer erregt. Die österreichische Regierung entsendete im Jahre 1854 den Ingenieur Meusburger und später auch den Oberingenieur Gustav Wex, damit dieselben das Eiserne Thor studieren und Pläne für die Regulirung desselben verfertigen. Diese arbeiteten mehrere Alternativpläne aus. Nach dem einen Plane hätte vom rumänischen linken Ufer durch Aussprengung der Felsen vom Strom aus mit einem entsprechenden Steindamme eine Schiffahrtsstrasse hergestellt werden sollen, in welcher das Heraufschleppen der Schiffe bei jedem Wasserstande ermöglicht werden sollte. Einem Alternativplane zufolge wäre auf dem serbischen (rechten) Ufer vom Kasajna-Thal über die Felsenbank Prigrada bis zur Gemeinde Sibb zwischen Steindämmen ein offener Kanal erbaut werde und zwar nach dem Plane Meusbergers in gerader, nach jenem Wex's in nach dem rechten Ufer einlenkender Richtung. Später im Jahre 1856 empfahl Meusberger die Verbesserung der vorhandenen Schiffahrtsstrasse durch entsprechende Felsensprengungen.

Ingenieur Meusburger liess in den Jahren 1855 und 1856 beim Eisernen Thore Sprengungen vornehmen und zwar unter Mitwirkung des Schiffscapitäns Dinelli, der ebenfalls die Frage der Regulirung des Eisernen Thores eingehend studierte und auch detaillirte Aufnahmen über die ganze Felsengruppe anfertigte, welche den Katarakt des Eisernen Thores bildet und insbesondere über jene Felsen, durch deren Beseitigung er die Schiffahrt in diesem Katarakte zu verbessern hoffte. Dinelli fertigte auch mehrere Photographien und ein Relief über das Eiserne Thor an, welches dem niedrigen Wasserstande vom Jahre 1855 entspricht und welches sich gegenwärtig in dem Besitze des ungarischen Handelsministeriums befindet.

Nach dem Krimkrieg beschäftigten sich auch die Grossmächte mit der Frage der Donaudampfschiffahrt.

Der Vertrag vom 30. März 1856 hatte die Freiheit der Donauschiffahrt ausbedungen, ohne aber in irgend einer Weise auf die Beseitigung der Hindernisse der Schifffahrt an der unteren Donau Rücksicht zu nehmen. Im Jahre 1871 nahm die Donaudampfschiffahrts-Gesellschaft die Sache in die Hand und beauftragte den amerikanischen Ingenieur Mac Alpin mit dem Studium der Katarakte, der sich mit seinen bei der Regulirung des Missisipi-Flusses vollbrachten Arbeiten einengrossen Ruf erworben hatte.

Mac-Alpin machte eingehende Studien über die untere Donau; er äusserte seine Ansichten über die Regierung sämmtlicher Katarakte, arbeitete Pläne aus, welche aber gleichfalls nicht zur Ausführung gelangten. Mac-Alpin steckte sich das Ziel, mit den einfachsten Instrumenten möglichst grösste Resultate zu erreichen und suchte die Schifffahrt auf den durch die Natur gebotenen Schifffahrtslinien zu ermöglichen. Deshalb plante er bei Stenka auf der Schifffahrtsstrasse die Aussprengung eines Kanals in Bogenform, in der Breite von 60 m. Bei Kozla und Dojke plante er ebenfalls die Aussprengung eines Kanals im freiem Strome. Auch bei Izlas-Tachtalia bemühte er sich, die Schifffahrtsstrasse zu verbessern, u. zw. nach zwei Richtungen, erstens durch die Beseitigung der auf der Schifffahrtsstrasse befindlichen emporragenden Felsen, andererseits dadurch, dass in den Strom ein gemauerter Steindamm eingebaut werde, welcher von Izlas ausgehend, das Wasser der Schifffahrtsstrasse zugeführt hätte. Bei der kleinen Tachtalia wollte er das Wasser ebenfalls mittelst einer Mauer zum Stauen bringen, um hiedurch die für die Schifffahrt nothwendige Wassertiefe hervorzurufen.

Bei dem unterhalb Greben befindlichen Hindernisse, wo sich bei hohem Wasserstande ein grosszer Wassersturz ergibt, plante er den Bau von zwei parallelen Mauern, um zwischen diesen den Wassersturz auf eine grössere Länge auszugleichen und hiedurch die hindernissfreie Schifffahrt zu ermöglichen. Bei Jucz plante er ebenfalls auf der Schifffahrtsstrasse einen Kanal mit 60 m. Sohlenbreite. Beim Eisernen Thore suchte er ähnlich vorzugehen, wie bei Izlas-Tachtalia, namentlich wollte er das Wasser durch entsprechende Mauern und Dämme in die Schifffahrtsstrasse drängen und bei geringem Wasser wollte er jenen Hindernissen ausweichen, welche der Schifffahrt im Wege stehen. Beim Prigrada-Felsen nämlich wollte er das Wasser mittelst einer Wand in die Schifffahrtsstrasse drängen, um so durch die Stauung des Wassers eine Ausgleichung der ungleichmässigen Wasserfälle und Wirbel und eine Erhöhung des Niveaus zu erreichen, welche auch die für das Schiff nothwendige Tiefe erzeugen würde. Diese Pläne aber gelangten gleichfalls nicht zur Durchführung.

## VII. CAPITEL.

### Arbeiten der internationalen Commission.

Einen neuen und grösseren Aufschwung sollte die Regulierung der unteren Donau zufolge der Londoner internationalen Conferenz vom Jahre 1871. erhalten, in welcher der seitens der Grossmächte vom 13. März datirende Vertrag abgeschlossen wurde der — gegenüber der Verfügung des Artikels XV. des Pariser Vertrages vom Jahre 1856, wonach auf der Donau nach Schiffen und nach auf demselben beförderten Waaren keinerlei Gebühren behoben werden durfte — das Recht des Einhebens von Schifffahrtsgebühren zum Zwecke der Amortisirung der Kosten der Regulierung des Eisernen Thotes sichert. Im Artikel VI. wurde nämlich ausgesprochen, dass „jene Ufermächte, auf deren Gebiete die Katarakte der Donau und das Eiserne Thor der Schiffahrt hinderlich sind, sich vorbehalten, hinsichtlich der zur Beseitigung dieser Hindernisse durchzuführenden Arbeiten Vereinbarungen zu fassen. Die hohen vertragschliessenden Parteien aber anerkennen das Recht der oben bezeichneten Mächte, von den unter welcher Flagge immer verkehrenden Handelsschiffen eine provisorische Gebühr zu fordern und diese Gebühr zu ihren eigenen Gunsten einzuheben, bis zu dem Zeitpunkte, da die zum Zwecke der Durchführung aufgenommene Anleihe amortisirt sein wird und es wird erklärt, dass Punkt XV. des Pariser Vertrages vom Jahre 1856. während des zur Rückzahlung des Anlehens erforderlichen Zeitraumes auf diese Theile des Stromes nicht angewendet werden darf.“ Entschieden als eine Folge dieses internationalen Vertrages ist es zu betrachten, dass im Jahre 1873. die Regierungen der beiden Uferstaaten, nämlich die der österreichisch-ungarische Monarchie und des türkischen Reiches eine aus Fachmännern bestehende gemischte Commission entsendeten, welche die Katarakte an Ort und Stelle studieren und die auf die Schiffbarmachung derselben bezüglichen Pläne verfertigan sollten. Die ungarische Regierung entsendete den Oberingenieur Ludwig Bodoky, die österreichische Regierung den Ingenieur Wawra, die türkische Regierung Mugal Bey.

Diese internationale Commission traf, nachdem sie unter Mitwirkung der ihr zugetheilten ungarischen Ingenieure, die zur Verfertigung der Pläne nothwendigen Aufnahmen durchgeführt hatte, vor Allem hinsicht-

lich der allgemeinen Regulierungsprincipien die Vereinbarung, dass im Strome überall womöglich ausserhalb der Schifffahrtsstrasse, Kanäle von 60 *m.* Sohlenbreite und 2 *m.* Tiefe unter dem niedrigsten Wasserstande hergestellt und behufs Regulierung der Gefällrichtung und der Geschwindigkeit, dort, wo es nothwendig erscheint, über das Hochwasser hinausragende Dämme gebaut werden, schliesslich, dass mit Rücksicht auf die auch nach der Regulierung eintretenden grösseren Geschwindigkeiten auch die Frage des künstlichen Schiffzuges studiert werde. Die Commission beantragte ferner, den gesteigerten Ansprüchen der modernen Schifffahrt Rechnung tragend, die Schleusenkanäle gänzlich zu vermeiden und überall offene Kanäle zu bauen. Die Commission arbeitete auf Grund dieser allgemeinen Principien und der Pläne und Aufnahmen Vásárhelyi's ganz neue detaillirte Pläne aus, welche sich auf den ganzen Abschnitt der unteren Donau bezogen.

Beim Sztenka-Katarakte hielt die Commission blos die Verbesserung der Schifffahrtsstrasse nothwendig, und zwar wurde zu diesem Zwecke beantragt, die in der Schifffahrtsstrasse befindlichen Felsen auf eine Tiefe von zwei *M.* unter der niedrigsten Wasseroberfläche und in einer Sohlenbreite von 60 *m.* auszusprennen. Die Commission beantragte etwas abweichend von dem Plane Mac Alpins, nicht ganz auf der Schifffahrtsstrasse, welche zu bezeichnen und aufrechtzuerhalten schwierig gewesen wäre, sondern in der Richtung der Tangente der oberen Schifffahrtslinie, einen geraden, unefähr 800 *m.* langen Kanal mit einem Kostenvoranschlage von 444.480 Francs zu bauen, wodurch dieses Schifffahrtshinderniss leicht beseitigt werden könnte.

Bei den Katarakten Kozla und Dojke plante die internationale Commission ebenfalls einen Schifffahrtskanal mit einer sehr geringen Abweichung vom Plane Mac Alpins, nämlich mit einer doppelten Krümmung, welcher vom oberen Abschnitte des Kozla bis zum unteren Abschnitte der Dojke führen sollte. Die Dimensionen wären dieselben, wie bei Sztenka: 60 *m.* Sohlenbreite mit der Tiefe von 2 *m.* bei dem geringsten Wasserstande; die Kosten wurden mit mit 1.914.968 Franc veranschlagt.

Bei den Katarakten Izlas-Tachtalia und Greben verfertigte die Commission mehrere Alternativ-Pläne, um das durch die geringe Wassertiefe verursachte Hinderniss zu beheben, welches bei den Katarakten Izlas-Tachtalia bei geringem Wasserstande sich geltend macht. Zur Beseitigung der geringen Wassertiefe, welche sich bei den Katarakten Izlas-Tachtalia bei niedrigem Wasserstande einstellt, wurde nach dem einen Plane in der Schifffahrtsstrasse die Aussprengung eines Kanals von 60 *m.* Sohlenbreite und 2 *m.* Tiefe unter Null beantragt, die Ränder dieses Kanales sollten dann mit Bojen bezeichnet werden. Da aber die hiemit verbundene Sprengung bedeutender Felsenmassen mittelst der vor der damaligen Commission bekannten technischen Behelfe sehr kostspielig gewesen wäre und durch diesen Kanal der ungleichmässige Wasserabfluss, respective die ungleiche Geschwindigkeit auch nicht beseitigt worden wäre; wurde

längst des linken Ufers über den Izlas und die grosse Tachtalia ein von dem Strome mittelst Steindammes abgesonderter offener Kanal mit einer Sohlenbreite von 60 *m.* und einer Tiefe von 2 *m.* unter Null geplant, ähnlich dem auch von Vászrhelyi vorgeschlagenen Plane, jedoch vom Ufer weiter einwärts dem Strome zu und nicht mittelst Schleuse, wie es Vászrhelyi geplant hatte.

Zur Beseitigung des beim Greben, insbesondere bei hohem Wasserstande eintretenden grossen Wassersturzes und behufs Erreichung einer grösseren Tiefe auf dem Stromabschitte Greben-Milanovac<sup>z</sup> arbeitete die Commission drei Alternativ-Pläne aus. Dem einen zufolge sollte der Strom von der Spitze des Berges Greben bis Milanovac<sup>z</sup> mittelst eines vom linken Ufer auf 500 *m.* weit und über der Oberfläche des Hochwassers 80 *cm.* hoch gelegenen Dammes eingeengt werden, wodurch einerseits bei hohem Wasser der Grebener grosse Wassersturz sich ausgeglichen hätte, andererseits aber auf dem Stromabschnitt Greben—Milanovac<sup>z</sup>, zufolge des Staues die zur hindernissfreien Schifffahrt erforderliche Wassertiefe von 2 *m.* vorhanden gewesen wäre. Die Aufführung dieses Dammes hätte aber sehr bedeutende Kosten erfordert. Deshalb wurde ein anderer Damm geplant 360 *m.* vom linken Ufer, der aber erst ungefähr 500 *m.* weit von der Grebener Spitze über das Hochwasser emporgeragt wäre und dessen Höhe dann bei entsprechendem Uebergange auf 0·36, bald 0·15 *m.* über das gestaute kleine Wasser gesunken wäre und welcher dann sich schliesslich auf 1·36 *m.* über den thatsächlichen geringen Wasserstand erhoben hätte. Doch waren auch die Kosten dieses Dammes so bedeutend gewesen, dass es die Commission für zweckmässiger, d. h. ökonomischer fand, den grossen Wassersturz von Greben mittelst eines längs des linken Ufers vom Strome mit Steinwurf abgesonderten offenen Kanales auszugleichen und die im Strome befindlichen seichten Stellen durch Aussprengung des Felsengrundes zu beseitigen. Die Kosten dieser Arbeiten wurden auf 4,245.717 Francs berechnet.

Beim Katarakte Jucz hielt die Commission blos die der Schifffahrtsstrasse entsprechende Vertiefung und Erweiterung für nothwendig und nicht zugleich auch die Verringerung des Gefälles. Zu diesem Zwecke wurde die Aufführung eines im freien Strome nächst dem serbischen (rechten) Ufer gelegenen, gegenüber dem Porecska-Bache befindlichen, in einem Bogen, dessen Radius 2230 *m.* betrug, mit einer Sohlenbreite von 60 *m.* und einer Wassertiefe von 2 *m.* unter Null über den Katarakt führenden Kanales geplant, dessen Kosten auf 4,245.717 Francs veranschlagt wurden.

Beim Eisernen Thor plante die internationale Commission längs des rechten Ufers einen mit Dämmen eingefassten offenen Kanal mit einer Sohlenbreite von 60 *m.* und mit einer Wassertiefe von 2 *m.* unter Null, in einem sanft nach dem rechten Ufer geneigten Bogen von dem Fusse des oberhalb des Eisernen Thores einmündenden Kasaina-Thales ungefähr 400 *m.* über den Prigrada-Felsen hinaus, insgesamt einer Länge von

ungefähr 2100 *m.* Die Dammkrone wurde auf 0.63 *m.* über den bei Prigada bisher beobachteten höchsten Wasserstand und von dort, aus ökonomischen Rücksichten, bloß im Niveau des höchsten Wassers geplant. Die Kosten dieser Arbeit wurden von der Commission mit 3,956.986 Francs berechnet, während bei der Führung des Kanales in gerader Richtung, die Kosten 4,548.037 Francs betragen würden.

Die Kosten der zur planmässigen Beseitigung der gesammten Schiffahrtshindernisse, respective zur Behebung derselben erforderlichen Arbeiten wurden von der Commission mit 11,804.770 Franc und mit Rücksicht auf nicht vor auszusehende Arbeiten rund 13 Millionen Francs veranschlagt.

Die internationale Commission machte ferner mit Rücksicht darauf, dass mittelst der durch sie beantragten Regulierungsmethoden bloß der bisherige Mangel an Tiefe behoben worden wäre, die für die Schifffahrt nachtheiligen grossen Stromgeschwindigkeiten aber auch fernerhin bestehen würden, auch die Frage des künstlichen Schiffzuges zum Gegenstand ihres Studiums und hierauf bezügl. arbeitete auch das ungarische Mitglied der Commission Ludwig Bodóky eine ausführliche Studie aus. Dieser zufolge wäre durch die Katarakte hindurch in einer Länge von im Ganzen 44½ *km.*, und zwar auf dem Eisernen Thor-Kanal in einer Länge von 3.5 *km.* mit einem Drahtseil, von Tiszovicza bis Berzászka auf einer Strecke von 43.25 *km.* mit zwei Seilen, im Ganzen also mit einem 90 *km.* langen Drahtseile die Touage für einen Jahresverkehr von 500.000 Tonnen mit 5 Toueuren einzurichten gewesen.

Die Investitionskosten dieser Touage berechnete Bodóky auf 513.400 Francs und die jährlichen Betriebskosten auf 155.000 Francs, zu deren Deckung die Einhebung einer Schleppegelühr von 0.0105 Franc per Tonnenkilometer beantragt wurde. Die internationale Commission nahm aber die Einrichtung dieser Touage nicht in den Rahmen der durch sie geplanten Arbeiten aus, weil sie der Ansicht war, dass diese von einem Privatunternehmen vortheilhafter bewerkstelligt und verwaltet werden können, als vom Staate selbst.

Die internationale Commission brachte im Jahre 1874 die auf die Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau bezügl. Pläne zum Abschlusse und legte dieselben den betreffenden Regierungen vor.

## VIII. CAPITEL.

### Beschluss des Berliner internationalen Congresses im Interesse der Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau.

Die von der internationalen Commission im Interesse der Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau in den Jahren 1873 und 1874 geplanten Arbeiten wurden wieder verschoben, bis dann der nach dem russisch-türkischen Kriege seitens der Grossmächte im Jahre 1878 nach Berlin einberufene internationale Congress diese sich seit so langer Zeit hinziehende, auch vom internationalen Gesichtspunkte so hochwichtige Frage ebenfalls in den Rahmen seiner Berathungen einbezog. — Nachdem die österreichisch-ungarische Monarchie am 8. Juli 1878 mit Serbien als dem einen Uferstaate der unteren Donau, eine Convention zur Durchführung dieser Regulierungsarbeiten ohne einen finanziellen Beitrags Serbiens abschloss, dem gegenüber Serbien die Verpflichtung auf sich nahm, alle Erleichterungen zu gewähren, welche im Interesse der Arbeiten gefordert werden können und insoferne dies nothwendig sein sollte, auch die freie Benützung des serbischen Ufers zu gestatten, nachdem ferner Serbien seitens der österreichisch-ungarischen Monarchie die Versicherung erhalten hatte, dass es hinsichtlich der Schifffahrt an der unteren Donau derselben Behandlung theilhaftig werde, wie die meistbegünstigten Staaten,\*) wurde im Artikel LVII des Berliner Vertrages vom 13. Juli, welcher als Gesetzartikel VIII: 1879 in die unga-

\*) „L'Autriche-Hongrie se chargeant de faire exécuter les travaux de regularisation des Portes de Fer et des cataractes d'Orsova sans demander le concours financier de la Principauté, celle-ci s'engage à accorder toutes les facilités, qui pourraient être réclamées dans l'intérêt de l'exécution des travaux en tout qu'il y aurait nécessité de se servir provisoirement de la rive serbe. *en tout*“

Le traitement de la nation la plus favorisée est assuré à la Serbie par rapport à la navigation à travers les Portes de Fer.

Les deux Gouvernements s'engagent à faire approuver, s'il le faut, la présente convention par les corps législatives de leurs pays.

Berlin le 8 juillet (26 juni) 1878.

ANDRÁSSY m. p. L. S.)

J. RISTICS m. p. (L. S.)“

rische Gesetze aufgenommen wurde, ausgesprochen: „Mit der Durchführung der zur Beseitigung der Schifffahrtshindernisse beim Eisernen Thore und bei den Katarakten nothwendigen Arbeiten wird Oesterreich-Ungarn betraut. Die betreffenden Uferstaaten werden alle Erleichterungen gewähren, welche im Interesse der Arbeiten in Anspruch genommen werden können. Die Bestimmung des Artikel VI des Londoner Vertrages vom 13. März 1871, welche von dem Rechte handeln, behufs Deckung der Kosten dieser Arbeiten provisorische Gebühren einzuheben, werden für Oesterreich-Ungarn aufrechterhalten.“

Dieser hochwichtige Beschluss des Berliner Congresses, welcher die am meisten interessirte Grossmacht mit der Durchführung der Regulierungsarbeiten an der unteren Donau betraut, brachte die Frage endlich der Lösung nahe. Noch vortheilhafter gestaltete sich für diese grossartigen Arbeiten die Lage dadurch, dass infolge der Vereinbarungen zwischen den Regierungen Oesterreichs und Ungarns die thatsächliche Durchführung der geplanten Regulierungsarbeiten von der ungarischen Regierung übernommen wurde, nachdem das behufs Deckung der Kosten der Arbeiten durch den Berliner Vertrag zugesicherte Recht der Peagegebühren-Einhebung auf Ungarn übertragen wurde. Zugleich erklärte die ungarische Regierung, dass nachdem der ungarische Staat die gesammten Kosten der Regulirung trägt, auch die endgiltige Entscheidung bezüglich der technischen Pläne und deren Durchführung, wie auch hinsichtlich der Feststellung der einzuhebenden Schifffahrtsgebühren ausschliesslich Sache der ungarischen Regierung sein werde.

---

## IX. CAPITEL.

### Gutachten und Vorschläge der durch die ungar. Regierung berufenen ausländischen Experten.

Von diesem Zeitpunkte an beschäftigten sich die ungarische Regierung und die Fachkreise sehr lebhaft mit der hochwichtigen Frage der Durchführung der fraglichen Arbeiten und damit die zu bewerkstellenden Regulierungsarbeiten den Anforderungen der Schifffahrt und den Strom- und Wasserverhältnissen des Stromes entsprechend durchgeführt werden, ersuchte die ungarische Regierung, die behufs Erstattung eines Gutachtens über die infolge der im ganzen Lande, besonders aber im Theisthale damals herrschenden ausserordentlichen Hochwässer im Jahre 1879 berufene auswärtige hervorragende Fachmänner,\*) auch die seitens der internationalen Commission bezüglich der Schiffbarmachung der Katarakte und des Eisernen Thores ausgearbeiteten Pläne an Ort und Stelle zu prüfen und bezüglich der Regulirung ihr Gutachten abzugeben. Infolge dessen machten die ausländischen Experten diese hochwichtige Frage zum Gegenstand der Prüfung und des Studiums und erstreckten sie sich in ihren Gutachten auf alle Theile der geplanten Arbeiten.

Die bei Stenka seitens der internationalen Commission geplante Schifffahrtsstrasse wurde auch von den Experten für entsprechend gefunden.

Doch billigten sie die Schaffung eines beim Katarakte Kozla-Dojke in der gegenwärtigen Schifffahrtsstrasse geplanten zweifach gekrümmten Stromkanales nicht, einerseits deshalb nicht, weil dessen Herstellung während der Dauer der Arbeit die Schifffahrt hindern würde, hauptsächlich aber deshalb, weil sie die doppelte Krümmung vom Gesichtspunkte der Schifffahrt für überaus nachtheilig hielten. Sie empfahlen daher, dass der Kanal, respective die Schifffahrtsstrasse auch eventuell mit Mehrkosten

---

\*) Aus Frankreich: Oberinspector Louis Gros, Oberingenieur Louis Jaquet; aus Holland: Oberingenieur J. A. A. Waldorp; aus Italien: P. Barilari, Vicepräsident des Baurathes in Rom; aus Deutschland: Elbe-Reg.-Director Theodor Kozlowski.

mit der von der internationalen Commission geplanten 60 *m.* Sohlenbreite und mit einer Tiefe von 2 *m.* unter Null längs des linken Ufers in gerader Linie geschaffen werde.

Bei den Katarakten Izlas, Tachtalia und Greben schlugen die Experten oberhalb des Grebens die Schaffung eines offenen Stromkanales längs des rechten Ufers in der Schifffahrt vor, während sie unterhalb Grebens nach Abtragung der Bergspitze in einer Höhe von 2—3 *m.* über Null von der Grebenspitze ausgehend, sonst aber in der von der internationalen Commission vorgeschlagenen Profilirung die Errichtung eines Einengdammes mit einer von 2 *m.* über den gestauten kleinen Wasser stufenweise bis zu 3 *m.* steigenden Höhe vorschlugen.

Bezüglich der durch den Jucz-Katarakt herzustellenden Schifffahrtsstrasse hielten die auswärtigen Experten den von der internationalen Commission längs des rechten Ufers geplanten offenen Stromkanal nicht für genügend, sondern sie erachteten es für nothwendig, dass die dortige Stromschnelle durch eine entsprechende Einengung des Stromes, also durch eine Stauung des kleineren Wasserspiegels entsprechend gemässigt werde. Zu diesem Behufe schlugen sie vor, dass längs des rechten Ufers von der Mündung des Porecska-Baches ausgehend, ein Staudamm gebaut werde in der Entfernung von 350 *m.* vom linken Ufer bis zur serbischen Gemeinde Golubinje, in einer von 2 *m.* stufenweise auf 3 *m.* steigenden Höhe, daneben aber längs des linken Ufers in gerader Linie die Aussprengung eines offenen Kanalstromes mit den von der internationalen Commission festgestellten Dimensionen.

Den von der internationalen Commission geplanten offenen Kanal durch das Eiserne Thor hielten sie zur nothwendigen Sicherung der dortigen Schifffahrt nicht für entsprechend und sie schlugen den Bau eines Schleusenkanals in derselben Linie vor. Die auswärtigen Experten berechneten die Kosten der von ihnen vorgeschlagenen sämtlichen Arbeiten auf 22 Millionen Francs\*), abgesehen von der Einrichtung der Ketten- und Seilschifffahrt, welches sie ebenfalls als einen nothwendigen Theil der Kataraktregulirung betrachten.

---

\*) Die in den einzelnen Katarakten vorzunehmenden Arbeiten wurden nachstehend präliminirt: Stenka 444,480.000 Francs, Kozla-Dojke 2,500.000 Francs, Izlas-Tachtalia-Greben 4,000.000 Francs, Jucz 1,200.000 Francs, Eisernes Thor 12,000.000 Francs, unvorhergesehene Ausgaben 1,855.000 Francs.

## X. CAPITEL.

### Projektsverhandlungen.

Es standen demnach behufs Schiffbarmachung des Eisernen Thores und der übrigen Katarakte folgende Pläne zur Verfügung:

1. Die Originalaufnahmen Vásárhelyis aus den 30er Jahren, welche auch den späteren Projecten zur Grundlage dienten, sowie die von ihm verfertigten Regulirungspläne.

2. Die Pläne des österreichischen Ingenieurs Gustav Wex und Meusbürger aus den 50er Jahren mit späteren Ergänzungen.

3. Die Pläne des amerikanischen Ingenieurs Mac Alpin vom Jahre 1871.

4. Die von der zu diesem Behufe entsendeten internationalen Commission verfertigten Pläne aus den Jahren 1873—1874.

5. Die Pläne, respective Vorschläge der zur Prüfung der Theissregulirung von der ungarischen Regierung im Jahre 1879 berufenen auswärtigen Experten.

Diese verschiedenen Pläne lieferten reiches Material zur eingehenden Verhandlung dieser hochwichtigen europäischen Regulirungsfrage nach allen Richtungen hin und vollkommen begreiflich war das ausserordentlich grosse Interesse, mit welchem die Fachkreise sich dieser Frage bemächtigten. Die grösste Anerkennung gebührt nach dieser Richtung hin dem Wiener Donauverein, welcher über Initiative seines damaligen trefflichen, eifrigen Secretärs Ludwig Zels in einem besonderen Bande die auf die Regulirung des Eisernen Thores bezüglichen gesammten Pläne und Beschreibungen \*) mit dem Bildnisse Paul Vásárhelyis geschmückt herausgab und dadurch ermöglichte, dass das Interesse für diese so hochwichtige Schifffahrtsstrasse auch in weiteren Kreisen erweckt werde.

Von nun an verhandelten besonders der Donauverein und der österreichische Ingenieur- und Architektenverein, der letztere im April 1881 mehrere Sitzungen hindurch, unter ausserordentlich grosser Interessenahme

---

\*) Actenstücke zur Regulirung der Stromschnellen der Donau zwischen Moldova und Turn-Severin. Herausgegeben vom Donauvereine 1880.

dieser Pläne und veröffentlichte in besonderen Bänden das Verhandlungsmaterial. \*)

Noch im selben Jahre beschäftigte sich sehr eingehend der Donauverein mit einer der wichtigsten und heiklichsten Fragen der geplanten Arbeiten, nämlich mit der Art und Weise, wie die Felsensprengungen unter Wasser durchgeführt werden sollten. Diesbezüglich legte der kais. und kön. Geniemajor Johann Lauer noch im Jahre 1888 ein besonderes Verfahren eigener Erfindung vor. Dieses bestand darin, die unter Wasser befindlichen Felsen durch Dynamitpatronen, die auf deren Oberfläche gelegt wurden, zu sprengen. Er construirte zu diesem Behufe ein besonderes Holzschiff, an dessen Ende ein hervorspringendes Gerüst derartig befestigt war, dass die Dynamitpatrone an das Ende einer schief liegenden Eisenstange befestigt, auf den zu sprengenden Felsen gebracht wurde, so dass diese Eisenstange zugleich zur Ermittlung der Tiefe, respective Höhe der Felsensohle, sowohl vor, als nach der Sprengung diente.

Der Donauverein liess mit dieser Methode im Sommer 1881 in Krems bei der Donau einige Versuche anstellen, auf Grund deren mit Rücksicht auf die Verhältnisse der unteren Donau festgestellt wurde, dass die Sprengung eines Kubikmeters Felsen unter Wasser nach Lauers Methode zwölf Gulden kosten würde. Der ausführliche Bericht über diese Felsprengungen unter Wasser, der sich auch auf die Art der Durchführung der diesfälligen Arbeiten an der unteren Donau eingehend ausbreitete, wurde im Jahre 1883 vom Donauverein ebenfalls herausgegeben. \*\*)

Daher gebührt dem Donauverein in der Geschichte der auf die Schiffbarmachung des Eisernen Thores und der übrigen dortigen Katarakte gerichteten Arbeiten, die vollste Anerkennung für dessen fachkundige und opferwillige Mitwirkung.

---

\*) Stenographischer Bericht über die im April 1881 im österreichischen Ingenieur- und Architektenvereine stattgehabte Discussion betreffend die Beseitigung der Schifffahrtshindernisse auf der unteren Donau. Wien 1881.

\*\*) Beitrag zu den Actenstücken zur Regulirung der Stromschnellen der Donau zwischen Moldova und Turn-Severin. Mit 15 Tafeln und 11 Figuren im Texte. Wien 1883.

## XI. CAPITEL.

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

Die Durchführung der geplanten Regulirung der Katarakte an der unteren Donau wurde durch ungünstige finanzielle Verhältnisse wieder um ein paar Jahre hinausgeschoben und erst im Jahre 1883 nahm sich der damalige Leiter der öffentlichen Arbeiten und des Communicationswesens in Ungarn, Baron Gabriel Kemény, insbesondere aber der damalige Staatssecretär für Communicationswesen, der in mitten der Vollführung seiner, gross angelegten Pläne am 8. Mai 1892, so plötzlich verstorbene Gabriel Baross der Angelegenheit an, welch' Letzterer sofort die grosse Tragweite der Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau sowohl für die heimische Schifffahrt, wie für den internationalen Verkehr erfasst hatte. Da aber einerseits zwischen den Plänen der internationalen Commission und den Entwürfen der ausländischen Experten in vielen Beziehungen scharfe Gegensätze zu Tage traten, andererseits weder die internationale Commission während der kurzen Zeit ihres Wirkens, noch aber die ausländischen Experten Gelegenheit hatten, an Ort und Stelle ausgedehnte und detaillirte Aufnahmen über die Bett- und Wasserverhältnisse der Katarakte zu machen, wie sie für die gründliche Vergleichung und Beurtheilung der von einander in vielen Punkten abweichenden Vorschläge und Pläne erwünscht gewesen wäre: betraute im Jahre 1883. der Minister für öffentliche Arbeiten und Communicationswesen, den damaligen Landes-Inspector für öffentliche Bauten Ernst Wallandt mit der Durchführung alljener nachträglichen Aufnahmen, und mit der Fertigstellung der auf Grund derselben abzuändernden Pläne, welche als Basis zur Vergleichung der Vorschläge der ausländischen Fachmänner mit den Plänen der internationalen Commission und allenfalls zur Erwägung der Vortheile der Entwürfe dienen konnten; insbesondere wurde betont, das während der Studien und beim Abfassen der Entwürfe die im Berichte der ausländischen Experten entwickelten Ansichten und Vorschläge zu berücksichtigen seien. Die Verordnung enthielt ferner die Weisungen:

1. dass bei den Katarakten Kozla-Dojke anstatt der, durch das internationale Comité geplanten Schiffahrtsstrasse mit doppelter Krümmung, die Möglichkeit der Herstellung einer geraden Schiffahrtsstrasse längst des linken Ufers, zu studieren sei;

2. bei den Katarakten Islas-Tachtalia-Greben sei der Plan des bei Greben und Milanovacza durch die internationale Commission zum Gegenstand ihres Studiums gemachte Staudamm, 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 habe oben in einer Länge von 4 Kilometer zwei Meter hoch zu sein, weiter unten aber möge derselbe gleichmässig ansteigen um dann bei dem Anschlusse an das rechte Ufer die Höhe von 3 m. über dem Nullpunkte der gestauten Wasseroberfläche zu erreichen. Von dem oberen Ende des Izlas bis Greben ist, so weit möglich, nächst dem rechten, eventuell nächst dem linken Ufer, die Herstellung eines offenen Kanales zu studieren, mit Rücksichtnahme auf dem Stau, welcher durch den, unter dem Greben geplanten Damm hervorgerufen werden würde;

3. beim Jucz-Katarakte sei ebenfalls die Errichtung eines niedrigen Stauwerkes zu studieren, welches auf 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 Lokalverhältnisse als undurchführbar erweisen, so wäre ein Schleusenkanal zu entwerfen.

4. bei dem Katarakte des Eisernen Thores sei längst des rechten Ufers, in der durch die internationale Commission vorgeschlagenen Linie ein von der Donau abgesonderter Schleusenkanal zu bauen, dessen rechten Ufer von einem den höchsten Wasserstand überragenden und mit einer ebenso hohen Mauer gebildet wurde;

5. die Pläne der in den Jahren 1873/4. thätig gewesenen internationalen Commission sind, durch das Studium der Schiffahrtsstrasse zwischen Alt-Moldova—St.-Helena und durch den Plan der eventuell zur Verbesserung dieser Schiffahrtstrasse nothwendigen Arbeiten zu ergänzen.

Damit ferner hinsichtlich des Einheitspreises, welchen das internationale Comité bei Berechnung der Kosten, als Grundlage der Felsen-sprengung unter Wasser angenommen hatte, verlässliche Daten gewonnen werden, traf der Minister die Anordnung, dass durch entsprechende Felsen-sprengungsversuche, auch diese besonders wichtige Frage einem eingehenden Studium unterzogen werde.

Wallandt entsprach diesem ausserordentlich wichtigen Auftrage mit Hilfe der ihm zugetheilten Ingenieure, noch im selben Jahre. Die nachträglichen Aufnahmen wurden im Sinne der erhaltenen Weisungen durchgeführt, die Pläne fertiggestellt, gegenüber dem zur Umgehung des Kataraktes des Eisernen Thores nach dem Entwurfe der ausländischen Experten geplanten Schleusenkanal, aber nahm er entschieden für den offenen Kanal Stellung, welcher der Bedingung der freien Schiffahrt selbst

dann besser entspricht, als der Schleussenkanal, wenn die Stromgeschwindigkeit eine zu grosse sein sollte, den diesem Übelstande könne man durch der, schon im Jahre 1874. von Bodoky vorgeschlagene Touage leicht abhelfen; was aber jenes Bedenken der ausländischen Experten betrifft, das bei niedrigem Wasserstande nicht Wasser genug in den Kanal kommen werde, kann dieses ebenfalls zerstreut werden, da durch die entsprechende trichterartige Erweiterung des linkseitigen Dammes des Kanales in einer Höhe von einem Meter über Null die entsprechende Quantität Wasser ebenfalls ohne Schwierigkeit, in den Kanal geleitet werden kann.

Der Donauabschnitt zwischen Alt-Moldova und St.-Helena, sowie der Theil unter dem Eisernen Thore wurde von Wallandt wegen der Kürze der zur Verfügung gestellten Zeit, blos an jenen Stellen geprüft, wo die mit den dortigen Verhältnissen vertrauten Lootsen die Wassertiefe als ungenügend bezeichneten und an diesen Orten wurde, wenn auch nur stellenweise, aber thatsächlich constatirt, dass unter dem Nullpunkt der Wasseroberfläche die als Basis angenommene Tiefe von zwei Metern nicht vorhanden ist, weshalb hier einzelne Felsenspitzen zu entfernen sein werden; hierauf bezüglich nahm er auch die Entfernung von 10.000 Kubikmeter Felsen in den Kostenvoranschlag auf.

Zur Durchführung der versuchsweisen Felsensprengungen ersuchte Wallandt den k. u. k. Genie-Oberst Johann Lauer, der mit einer Sprengungsmethode eigener Erfindung, schon vorher bei Krems in der Donau ähnliche Versuche angestellt hatte. Lauer vollführte auch diesen Auftrag und die Versuche, bei welchen beinahe  $\frac{2}{3}$  des gesprengten Materials vom Wasser fortgerollt wurden und  $\frac{1}{3}$  desselben Ausbaggerung erforderte, erschienen so günstig, dass Wallandt, der das ebenso billige, als einfache Verfahren Lauers sehr vortheilhaft fand, zur Durchführung der Felsensprengungen unter Wasser, die Anwendung dieses Verfahrens empfahl.

Im Jahre 1884 legte Wallandt die gesammten Pläne dem Minister vor; und die auf diese Weise einerseits auf Grund der Pläne der internationalen Commission, andererseits auf Grund der Vorschläge der ausländischen Experten und der neuestens gemachten Aufnahmen fertiggestellten Pläne, wurden im Ministerium für öffentliche Arbeiten und Communicationswesen von dem damaligen technischen Rath, unter Vorsitz des Ministers und es Staatssecretärs in mehreren Sitzungen einer sehr eingehenden Berathung unterzogen.

Der technische Rath acceptirte den beim Stenka-Katarakt seitens der internationalen Commission geplanten und bei dem Katarakte Kozla-Dojke, seitens der ausländischen Fachmännern vorgeschlagenen offenen Kanal, sowie die Errichtung des durch den Katarakt Izlas-Tachtalia längs des linken Ufers in der Schifffartsstrasse vorgeschlagenen Kanals, sowie die ebenfalls durch die ausländischen Experten vorgeschlagene Abtragung der Spitze Greben in einer Breite von 150 *m.* und in einer Höhe von 2 *m.* über dem Nullpunkt und die Herstellung des Staudammes von Greben bis Milanovac; zur Ergänzung des letzteren wurde blos der

Einbau einzelner Traversen empfohlen. Hinsichtlich der durch den Jucz-Katarakt herzustellenden Schiffahrtsstrasse wurde vom technischen Rath ebenfalls, der nach den Vorschlägen des ausländischen Experten angefertigte Entwurf angenommen. Die Herstellung eines Schleusenkanals durch den Katarakt des Eisernen Thores, wie die ausländischen Fachmänner denselben vorgeschlagen, fand der Rath mit Hinsicht auf die Sicherung der hindernissfreien Schiffahrt für unannehmbar und schlug statt desselben in der durch die internationale Commission vorgezeichnete Linie, welche als Basis angenommen wurde, den Bau eines 2 *m.* tiefen Kanals mit einer Sohlenbreite von 80 *m.* vor, welcher mit Dämme einzufassen wäre, die über dem Niveau des bisher wahrgenommenen grössten Hochwassers emporragen müssten. Ausserdem wurde mit Rücksicht darauf, dass es auch in den Abschnitten zwischen den Katarakten seichte Stellen giebt, wo bei niedrigem Wasserstande die für die hindernissfreie Schiffahrt nothwendige Tiefe von 2 *m.* unter Null nicht vorhanden ist, die Beseitigung dieser Schiffahrtshindernisse, wenn auch einstweilen Mangels ausführlicher Daten bloss im Allgemeinen, ebenfalls in den Rahmen des Regulierungsplanes aufgenommen.

Nachdem die seitens des technischen Rathes auf diese Weise festgestellten Pläne vom Minister für öffentliche Arbeiten und Communicationswesen genehmigt wurden, wurden dieselben sowohl der österreichischen, als auch der serbischen und rumänischen Regierung mitgetheilt, damit diese interessirten Regierungen hinsichtlich der Natur, des Masses und des Umfanges der durchzuführenden Arbeiten und im Hinblick auf die bezüglichen Bestimmungen des Berliner Vertrages schon im voraus genügende Orientirung gewinnen.

Die auf diese Weise festgestellten Pläne der zur Beseitigung der Schiffahrtshindernisse beim Eisernen Thor an der unteren Donau, sowie bei den übrigen dortigen Katarakten in Angriff zu nehmenden Regulierungsarbeiten, legen wir im Folgenden dar:

Der alleinige und Endzweck der Regulierungsarbeiten ist die Sicherung der hindernissfreien Stromschiffahrt durch die Katarakte, an der unteren Donau. Zur Erreichung dieses Zweckes ist eine doppelte Aufgabe zu lösen: einerseits die Erreichung einer grösseren Tiefe des Wassers bei niedrigen Wasserständen, andererseits die Mässigung der übergrossen Strommgeschwindigkeiten. Zur Beseitigung des Übelstandes der geringen Wassertiefe, wurde die Vertiefung der Schiffahrtsstrasse mit einer Sohlenbreite von 60 *m.* auf eine Tiefe von 2 *m.* unter den bisher beobachteten kleinsten Wasserstand vom 23. Oktober 1834 geplant. Die Sohlenbreite von 60 *m.* nämlich ist der übereinstimmenden Ansicht der competenten Fachkreise zufolge auch für die gesteigerteren Ansprüche den an der unteren Donau zu erwartenden grösseren Schiffahrt vollkommen entsprechend, insbesondere wenn wir hinzufügen, dass diese im freien Strom herzustellende Schiffahrtsstrasse womöglich gradlinig, und wo dies unmöglich war, mit sehr sanfter Krümmung, derart geplant wurde, dass die

Einfahrt der Schiffzüge mit Rücksicht auf die natürliche Strömung des Wassers auf kein Hinderniss stosse. Die geplante Tiefe der Schifffahrtsstrasse, 2 *m.* unter dem geringsten Wasserstande, ist für die Ansprüche der Schiffahrt an der unteren Donau vollkommen befriedigend, insbesondere wenn wir in Betracht ziehen, dass die für diese Tiefe als Basis angenommene kleine Wasserstand seit 1834 nicht ein einziges Mal mehr eingetreten ist, und der normale kleine Wasserstand wenigstens um einen halben Meter, ja auch um mehr, höher ist, so dass die geringste Tiefe der herzustellenden Schifffahrtsstrasse mit 2.5 *m.* angenommen werden kann; dies ist aber auch für Schlepper mit tausend Tonnen vollkommen genügend. Vom Standpunkte der Schiffbarmachung der Katarakte also entsprechen die geplanten Dimensionen vollkommen den Ansprüchen der Stromschiffahrt. Wir betonen ausdrücklich der Stromschiffahrt, da mitunter auch aus Fachkreisen noch die irrthümliche Ansicht zu vernehmen ist, als ob die Regulirung der Katarakte an der unteren Donau den Zweck hätte, dass die Seeschiffe auf der Donau eventuell auch bis Budapest heraufkommen können. Dies ist aber ein grosser Irrthum und eitler Wahn, da selbst im Falle, wenn die Katarakte an der unteren Donau dem entsprechend regulirt wären (Was übrigens an und für sich keinen Zweck hätte), die Seeschiffe auf der Donau dennoch nicht heraufkommen könnten, denn auf den unteren und mittleren Abschnitten und auf der ganzen mittleren Donau beträgt bei geringem Wasserstande die durchschnittliche Schiffahrtstiefe nicht mehr als 2 *m.* unter dem kleinen Wasser und die künstliche Herstellung grösserer Tiefen würde einen solch immensen Kostenaufwand erfordern, welcher durchaus nicht im Verhältniss zu den hiedurch zu erreichenden Vortheilen stehen würde.

Der alleinige Hauptzweck der Regulirung der Katarakte, also ist in erster Linie die Herstellung einer den Ansprüchen der Stromschiffahrt entsprechenden Schifffahrtsstrasse. In zweiter Linie ist der Zweck derselben die möglichste Mässigung der in den Katarakten eintretenden grossen Stromgeschwindigkeiten. Zu diesem Zwecke wurde auf den betreffenden Abschnitten die entsprechende Einengung des Stromes mittelst Steindämmen geplant, damit der hiedurch hervorgerufene Stau den plötzlichen Sturz des Wassers auf einen längeren Abschnitt vertheile und hiedurch auch die grosse Stromgeschwindigkeit, welche der Schiffahrt bisher ebenfalls Hindernisse bereitete, gemässigt werde. Wir müssen aber bemerken, dass diese Mässigung der Stromgeschwindigkeit naturgemäss, ihre durch die locale Verhältnisse gebotene und nicht überschreitbare Grenze findet, demzufolge es auch nicht ausgeschlossen, ja sehr wahrscheinlich ist, dass insbesondere im Kanal des Eisernen Thores für ein künstliches Schleppen der Schiffe gesorgt werden muss, wofür die geeigneten Studien bereits gemacht worden sind.

Auf dem Abschnitte Bazias-Turn-Severin der unteren Donau wird das erste Hinderniss, wie dies schon bei der ausführlichen Behandlung dieses Stromes erwähnt war, von dem sogenannten Stenka-Katarakt,

beziehungsweise von der durch den ganzen Strom sich hinziehenden Felsenbank gebildet. Da auf diesem Abschnitte das Gefälle kein bedeutendes ist (der Fall des kleinen Wassers beträgt auf einem Meter 0·000357), brauchte nur für die Herstellung einer entsprechenden Wassertiefe für die Schifffahrt gesorgt zu werden.

Zu diesem Behufe wurde längs des linken Ufers in einer mittleren Entfernung von ungefähr 300 *m.* von demselben ein vom Thalwege ausgehender ungefähr 825 *m.* langer, 2 *m.* unter der dem Nullpunkt des Orsovaer Pegels entsprechenden kleinen Wasser tiefer und eine Sohlenbreite von 60 *m.* besitzender geradliniger Schifffarthskanal geplant, welcher durch entsprechende 7408 Kubikmeter betragende Felsensprengungen hergestellt werden sollte.

Ungefähr 4·8 Kilometer von hier befindet sich die Doppelfelsenbank Kozla und Dojke, welche schon ein bedeutendes Schifffahrtshinderniss bildet, und zwar schliesst die Kozla in dem oberhalb des Sirinyabaches befindlichen weiteren Bette, die Dojke aber unterhalb des genannten Baches, zu Beginn der Einengung das Bett ab, so dass die Strömung von Kozla vom linken Ufer plötzlich in der Richtung der am Ende der Felsenbank Dojke befindlichen Vertiefung zum rechten Ufer hinüber schlagen muss. Zur Beseitigung des durch die Felsenbank Kozla und Dojke gebildeten Schifffahrtshindernisses wurde, da die Gefällsverhältnisse der Wasseroberfläche nicht so ungünstig sind, dass sie als für die Schifffahrt nachtheilige bezeichnet werden könnten (das relative Gefäll der kleinen Wasseroberfläche beträgt 0·00093), blos eine längs des ungarischen Ufers führende geradlinige, und den oben bereits erwähnten Dimensionen entsprechende 2100 *m.* lange offene Schifffahrtsstrasse im Strombett geplant, welche durch entsprechende Sprengung des Felsengrundes herzustellen wäre. Die Quantität der zu diesem Zwecke zu beseitigenden Felsen wurde mit 65.775 Kubikmetern beziffert.

Ungefähr 9 Kilometer vom Kozla-Dojke Katarakte beginnt eine ganze Reihe jener langen und mit einander in Verbindung stehenden bedeutenden Schifffahrtshindernisse, welche von den Felsengruppen Izlas und Tachtalia, ferner von der Einengung bei Greben und schliesslich von der von Greben bis unterhalb Svinitza sich hinziehenden Felsenbank gebildet werden. Hier ist nicht nur die ungenügende Wassertiefe, sondern auch der grosse Fall des Wassers ein wesentliches Hinderniss der Schifffahrt. Während nämlich in dem oberhalb der Felsenbank Izlas und Tachtalia, sowie unterhalb der Bergspitze Greben sich auf einmal übermässig erweiternden Stromes, besonders auf der bei Svinitza sich über die Sohle hinziehenden Felsenbank bei geringem Wasserstande die für die Schifffahrt nöthige Wassertiefe nicht vorhanden ist, entsteht andererseits dadurch, dass aus den, durch die Bergspitze Greben, ja, zum Theile auch durch die gegenüber derselben auf dem linken Ufer befindlichen Felsenbank V r á n y eingengten Strom das Wasser plötzlich in einen beinahe viermal so breiten Strom geräth, unter der Bergspitze Greben, besonders bei hohem Wasser-

stande, ein bedeutender Wassersturz, der ebenfalls ein sehr wesentliches Hinderniss der Schifffahrt ist. Der in Angriff zu nehmenden Regulirung fiel also auf diesem Abschnitte eine doppelte Aufgabe zu: einerseits musste die zur Schifffahrt nöthige Wassertiefe hergestellt werden, andererseits der, der Schifffahrt hinderliche Wassersturz behoben werden. Dementsprechend wurde einerseits durch die Katarakte Izlas-Tachtalia hindurch, im Strome längst des linken Ufers auf einer Länge von 3500 *m.* die Herstellung einer Schifffahrtsstrasse mit 60 *m.* Sohlenbreite bei einer Tiefe von 2 *m.* unter dem, dem Nullpunkt des Orsovaer Pegels entsprechenden kleinen Wasser durch Aussprengung von 46.736 Kubikmeter Felsen geplant, andererseits, damit der bei der Einengung bei Greben befindliche und im Verhältniss zum Wasserstande wachsende Wassersturz gemässigt und auf der, bis unterhalb Svinitza sich hinziehenden Felsenbank die zur hindernissfreien Schifffahrt nothwendige Wassertiefe gesichert werde, der Bau eines Steindammes mit einem Aufwande von 479.964 Kubikmetern Gestein beschlossen; dieser hatte von dem vorspringenden Berge Greben auszugehen, welcher in einer Breite von 150 *m.* und in einer Höhe von 28 *m.* unter dem Nullpunkt und 2 *m.* unter der Oberfläche des aufgestauten Wasserts abgetragen werden sollte, und hatte in einer Durchschnitts-Entfernung von 350 *m.* vom ungarischen Ufer bis Milanovatz das seichte Wasser einzuengen, und hiedurch den Wasserspiegel anzustauen.

Die ganze Länge des Dammes wurde ungefähr mit 6200 *m.*, seine Höhe über der kleinen Wasseroberfläche vor der Regulirung bei der Grebenspitze auf 280 *m.* und von hier allmählig abnehmend, beim 2675. Strommeter auf 2 *m.* geplant, und sollte diese Höhe bis an das Ende beibehalten werden.

Die Kronenbreite des Dammes wurde mit 3 *m.* und an beiden Seiten mit einer Böschung von 1:1.5 festgestellt; der Damm hatte aus Stein aufgeführt und der Steinwurf auf seiner Oberfläche bis zur Höhe des kleinen Wassers mit Steinsatz ausgeglichen zu werden, damit Wasser und Eis dem Damme keinen Schaden zufügen können. Damit in der grossen Länge des Dammes die in einem abgesperrten Theile des Stromes zur Geltung kommende grosse Höhendifferenz des Wasserspiegels getheilt werde, sollte der Staudamm mittelst zweier Traversen mit dem rechten Ufer verbunden werden; diese Traversen sollten in der Höhe des Staudammes mit zwei Meter Kronenbreite und mit Böschungen, aufwärts 1:1.5, thalwärts 1:3, ebenfalls ganz aus Stein aufgeführt werden. Das Material zum Bau all' dieser Dämme hatte in erster Reihe die Felsenspitze Greben, die ja in einer Breite von 150 *m.* abzutragen war, zu liefern.

Ein Hinderniss beinahe ähnlicher Natur, wenn auch von kleinerer Ausdehnung, hatte die Schifffahrt bei dem 11 Kilometer vom Berge Greben gelegenen Jucz-Katarakte zu bewältigen. Hier wird der ganze Strom von der aus Serpentinegestein bestehenden Felsenbank Grundschwellenartig abgeschlossen; diese bildet bei geringem Wasserstande der seichten Tiefe

halber einen wahrhaftigen Katarakt und macht die Schifffahrt ganz unmöglich.

Bei hohem, oder auch nur bei mittlerem Wasserstande kann diese Felsenbank nicht zur Geltung kommen, da der durch den 14 *km.* unterhalb des Jucz beginnenden Kasanenge hervorgerufene Stau bis hierher zurückwirkt und den Gefälle des Wasserspiegels auch oberhalb des Jucz ausgleicht. Zur Beseitigung des bei dem Juczkatarkate eintretende Schifffahrtshindernisses musste also die Regulierung eine doppelte Aufgabe lösen. Einerseits musste die für die Zwecke der Schifffahrt erforderliche Wassertiefe hergestellt werden, andererseits war das bei geringem Wasserstande eintretende grosse Gefälle entsprechend zu mässigen. Zur Erreichung dieses doppelten Zieles wurde einerseits die geradlinige, freie Schifffahrtsstrasse im Strome selbst, nahe am linken Ufer, in einer Länge von ungefähr tausend Meter, welche mit ihrem oberen Ende sich der Richtung der Strömung zuneigen sollte, durch Aussprengung des Felsengrundes auf eine Tiefe von zwei Metern unter dem, dem Nullpunkt des Orsovaer Pegels entsprechenden kleinen Wasserstande mit einer Sohlenbreite von 60 *m.* geplant, andererseits ein vom rechten Ufer, von der Mündung des Porecskabaches ausgehender Staudamm in einer Minimal-Entfernung von 300 *m.* vom linken Ufer bis zu der, oberhalb der serbischen Gemeinde Golubinje befindlichen Insel und über dieselbe in das rechte Ufer eingreifend.

Dieser Damm wurde zunächst in einer Länge von 1600 *m.* 0.5 *m.* hoch über der von ihm angestauten Wasser und von hier sich gleichmässig erhöhend bis zu einer Höhe von 1.25 *m.* geplant, und zwar mit einer Kronenbreite von drei Metern, mit Seitenböschungen 2:3, ganz aus Stein und mit einer steinsatzartigen Ausgleich der Oberfläche, um vom Wasser nicht beschädigt werden zu können. Der durch den Damm hervorgerufene maximale Stau des Wassers wurde bei kleinem Wasserstande auf 1.80 *m.* berechnet, wodurch das durch den Jucz-Katarakt bei kleinem Wasserstande ungleichmässig vertheilte Gefälle von 0.00163, 0.0024, 0.005596 und 0.00253 sich auf 0.00014 mässigt, also in Verbindung mit der entsprechenden Vertiefung der Schifffahrtsstrasse die hindernissfreie Schifffahrt auch auf diesem Abschnitte gehörig gesichert erscheint. Diese Regulierungsarbeiten machen im Ganzen die Aussprengung von ungefähr 31.773 *km.* Felsen unter Wasser und den Einbau eines Steinmaterials von 129.521 Kubikmetern in den Staudamm nothwendig.

Das letzte und grösste Schifffahrtshinderniss auf der ganzen unteren Donau bildet das, in einer Entfernung von drei Kilometern unterhalb der ungarischen Grenze beginnend, sogenannte „Eiserne Thor“. Hier wird der Wasserabfluss von der, in einem sonst genug breiten Strome sich schräg hinüberziehenden Felsenbank, Prigrada genannt, in Verbindung mit den beim Fuss des am linken Ufer befindlichen Berges in den Strom reichenden Felsenzungen und stellenweise emporragenden Felsenspitzen so sehr abgespert, dass bei geringem Wasserstande die Schifffahrt gänzlich eingestellt werden muss, und wo auch bei mittleren Wasserständen die Schifffahrt

grosse Schwierigkeiten zu überwinden hat, von der Communication ganzer Schiffszüge aber gar nicht die Rede sein kann. Beim Eisernen Thor also sind die Schwierigkeiten der Schifffahrt insoferne bedeutendere, als bei den übrigen Katarakten, als die Schifffahrt bei jedem Wasserstande Hindernisse zu überwinden hat und die Freiheit derselben stets beschränkt ist, während bei den übrigen Katarakten Schifffahrtshindernisse nur bei geringem Wasserstande bestehen. Zur Beseitigung der Schifffahrtshindernisse beim Eisernen Thor musste also zu radikalen Mitteln gegriffen werden, durch welche es ermöglicht werden sollte, sowohl die geringe Wassertiefe, als den grossen Wassersturz und dies damit im Zusammenhang stehenden regelwidrigen Wasserabflussverhältnisse, wenn auch nicht aufzuheben, doch möglichst zu beschränken, und wenn die ganz unmöglich wäre, so doch wenigstens durch Umgehung derselben die hindernissfreie Schifffahrt bei jedem Wasserstande zu ermöglichen. Zu diesem Behufe wurde anstatt des von Vásárhelyi in den dreissiger Jahren geplanten, und dann durch ausländische Fachmänner im Jahre 1874. vorgeschlagenen Schleusenkanals der Bau eines, den Anforderungen der Schifffahrt und der Technik nach der entschiedenen Meinung der competenten Factoren besser entsprechenden offenen Kanals beschlossen, und zwar längs des rechten Ufers, der sanft geneigten Richtung desselben sich anschmiegend, in der auch von der im Jahre 1873. thätig gewesenen internationalen Commission vorgeschlagen, vom Strome durch Dämme, die über dem höchsten Wasserstande emporragen, gänzlich abgesondert. Der maasgebende Gesichtspunkt beim Entwurfe des Kanals war der, dass in demselben der oberhalb und unterhalb des Eisernen Thores entstehende Wasserspiegel bei jedem Wasserstande möglichst gleichmässig und bei den möglichst günstigsten Gefällsverhältnissen sich ausgleiche, und in demselben auch die grössten Schiffszüge bequem Platz finden, ja auch einander ausweichen können. Zu diesem Zwecke wurde der Eisernen Thor-Kanal in einer Tiefe von 2 Metern unter dem niedrigsten Wasserstande, die in demselben zu erwarten war, mit einer Sohlenbreite von 80 Metern durch entsprechende Aussprengung geplant. Der Kanal sollte vom oberen Ende der Felsenbank Prigrada beginnen, in einem Bogen, dessen Radius 1770 *m.* betragen sollte, in einer Bogenlänge von 1180 Metern und dann in gerader Linie über die Felsenbank Ploesa hinaus bis zur Gemeinde Sibb in einer Länge von insgesamt 2200 *m.* ausgeführt werden.

Das obere Ende des rechtsseitigen Dammes des Kanals sollte in einem Bogen, dessen Radius 535 Meter beträgt, den Schutt-Kegel des Baches Kasaina umgehen und beim oberen Ende der rechtsseitigen Reste der römischen Schanze in das Ufer eingreifen; am unteren Ende aber, unterhalb des Felsens Ploesia, sollte derselbe von einer Brücke mit einer Oeffnung von 10 Metern durchbrochen sein, damit die Gebirgswässer freien Abfluss finden; schliesslich wurde in der ganzen Länge des Dammes mit Rücksicht darauf, dass derselbe als Treppelweg dienen werde, ein Holzgeländer geplant. Der linksseitige Damm des Kanales sollte nach obenhin

trichterartig verlängert und zu dem Behufe und in der Ausdehnung und in der Weise gebaut werden, dass in den Kanal bei jedem Wasserstande eine genügende Menge Wassers geleitet werde.

Beide Dämme des Eisernen Thorkanals wurden 0·5 Meter hoch über dem, bis dahin wahrgenommenen höchsten Wasserstand geplant. Der rechtseitige Damm, der auch als Treppelweg dienen sollte, wurde mit einer Kronenbreite von 6 Metern, der linksseitige aber mit einer solchen von 0·4 Metern geplant. Die Seitenböschung sollte bei beiden Dämmen vom Kanale her 1:1·5, von der Donau, beziehungsweise vom Ufer her 1:2 betragen. Der rechtsseitige Damm, der sich auf den, vom Kanal her errichteten Steinwurf, wie auf einer Berme stützen sollte, wurde aus gemischtem Material (Schotter, Kiesel, Erde) geplant und sollte auf der, dem Kanal zugekehrten Seite mit einer Steinverkleidung versehen sein. Auch beim linksseitigen Dämme sollte den Kern gemischtes Material bilden, jedoch auf beiden Seiten und auch oben von einem, entsprechend starken Steinschichte umgeben, dessen Oberfläche ebenfalls mit einer starken Steinverkleidung versehen sein sollte, um gegen Auskolken durch Wasser und Eis gesichert zu sein. Zur planmässigen Vertiefung des Grundes des Eisernen Thorkanals wurde bereits bei Verfertigung des Entwurfes festgestellt, dass die obere Mündung des Kanals mit einem entsprechenden Steindamme zu dem Behufe abzuschliessen sein werde, damit die zur Vertiefung des Kanals nöthigen Felsensprengungen womöglich im Trockenen, oder zumindest in seichtem, stehendem Wasser ausgeführt werden, was die Kosten der Arbeit bedeutend herabmindern werde, demzufolge auch der für den Kubikmeter berechnete Einheitspreis dieser Sprengung viel niedriger veranschlagt war, als die Einheitspreise der bei den übrigen im freien Flusse unter Wasser durchzuführenden Felsensprengungen.

Zur Beurtheilung des Ausmaasses und der Ausdehnung der bei dem Eisernen Thorkanal erforderlichen Arbeiten müssen wir erwähnen, dass insgesamt die Sprengungen 247·316 Kubikmeter Felsen und abgesehen von jenem Theile des Dammes, der sich bei der oberen Mündung befindet und dessen endgiltige Feststellung dem Fortschritte der Arbeit und den eventuell sich ändernden Wasserabflussverhältnissen entsprechend dem weiteren Verlauf der Arbeit überlassen wurde, das in die Dämme einzubauende Material mit 577·967 Kubikmeter Stein und gemischtem Material berechnet wurde.

Im Eisernen Thorkanal wurde das relative Gefälle des kleinsten Wassers mit 0·00249 berechnet. Diesem grossen Gefälle aber war es unmöglich auszuweichen, da durch den Unterschied des Wasserspiegels oberhalb und unterhalb des Eisernen Thores, welcher ungefähr 4 *m.* beträgt, die Gestaltung des Niveaus im Kanals zwischen so natürliche Schranken verwiesen ist, welche mittelst eines offenen Kanals unmöglich günstiger gestaltet werden können. Der aus dem grossen Gefälle der Wasseroberfläche entstehende Nachtheil ist aber dennoch nicht so bedeutend, wie wenn ein Schleusenkanal hergestellt worden wäre, welcher die

Abwicklung des auf der unteren Donau nach der Regulirung desselben zu erwartenden Verkehrs — ganz abgesehen von den bei den Schleusen möglicherweise eintretenden und die Schifffahrt für kürzere oder längere Zeit ganz unmöglich machenden Schädigungen — in viel grösserem Maasse gehindert, respective erschwert hätte. Zur Beseitigung des durch das Eiserner Thor verursachten, auf der ganzen unteren Donau thatsächlich bedeutendsten Schifffahrtshindernisses also war der geplante offene Kanal, nach Bedarf auch mit einer Einrichtung zum künstlichen Schleppen der Schiffe versehen, als die richtigste Lösung bezeichnet worden, welche vollkommen jenen Anforderungen entspricht, welche von der modernen Schifffahrt unter den obwaltenden Umständen gestellt werden können. Mittelst dieser, durch die Katarakte der unteren Donau durchzuführenden Regulierungsarbeiten wurde die Möglichkeit einer den Ansprüchen der Stromschifffahrt entsprechenden Schifffahrt in Aussicht genommen. Zwischen diesen Katarakten, dann oberhalb derselben bei Moldova und unterhalb des Eisernen Thores gibt es, wenn auch nur stellenweise einzelne seichte Stellen, einzelne emporragende Felsenspitzen, welche auf zwei Meter unter dem niedrigsten Wasser zu vertiefen sind, demzufolge in runder Zahl die Aussprengung von ungefähr 10.000 Kubikmeter Felsen unter Wasser unter die durchzuführenden Arbeiten aufgenommen wurde.

Die beim Eisernen Thor und bei den übrigen Katarakten geplanten Arbeiten zusammengefasst, wurde die Quantität derselben auf Grund der für die Durchführung acceptirten allgemeinen Entwürfe, indem bei jeder Art von Arbeit 10% an unvorhergesehener Mehrarbeit hinzugerechnet wurde, im Folgenden festgestellt:

1. Im freien Strome unter Wasser zu beseitigende Felsen . . . . .	176.861 m <sup>2</sup>
2. Im Eisernen Thorkanal im trockenem oder aber im stillen Wasser zu beseitigenden Felsen . . . . .	247.316 „
3. Steinwürfe zu den Dämmen von Jucz, Greben und dem Eisernen Thor . . . . .	829.451 „
4. Schottermaterial für die Dämme des Eisernen Thores . . . . .	330.651 „
5. Steinverkleidung für die gesammten Dämme . . . . .	209.736 „

Die Kosten der geplanten Regulierungsarbeiten wurden insgesamt mit 9 Millionen Gulden festgestellt, und zwar mit folgender Detaillirung:

1. Sohlenkanal durch den Katarakt Stenka . . . . .	fl. 106.734.46 kr.
2. Sohlenkanal durch den Katarakt Kozla-Dojke „ . . . . .	„ 886.254.06 „
3. Sohlenkanal durch die Katarakte Izlas-Tachtalia, der Staudamm Greben-Milanovácz und zwei Traversen . . . . .	„ 1,986.991.34 „
4. Sohlenkanal durch den Jucz-Katarakt und der dortige Staudamm Jucz-Golubenje . . . . .	„ 898.559.50 „
	<u>fl. 3,878.539.36 kr.</u>

	fl. 3,878.539·36 kr.
5. Offener Kanal durch den Eisernen Thor- katarakt . . . . .	„ 3,115.893·09 „
6. Eventuell vorkommende Beseitigung von Felsen in den mittleren Abschnitten . . . . .	„ 112.490·— „
	<hr/>
Kosten der Arbeiten . . . . .	fl. 7,116.922·45 kr.
7. Anfertigung detaillirter Pläne und Bau- Aufsicht (5 ) . . . . .	„ 355.346·12 „
8. Intercalarien (Bei Zugrundlegung einer Bau- zeit von 6 Jahren und einem Zinsfuss von 5% . . . . .	„ 1,120.840·27 „
9. Unvorhergesehene Kosten . . . . .	„ 406.891·16 „
	<hr/>
Gesamtkosten . . . . .	fl. 9,000.000·— kr.

## XII. CAPITEL.

### Verfügung zur Inangriffnahme der Regulierungsarbeiten. — Uebertragung der Arbeiten an eine Unternehmung und feierlicher Beginn derselben.

Nachdem die zur Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau durchzuführenden Regulierungsarbeiten endgiltig festgestellt worden waren, legte die ungarische Regierung, beziehungsweise der damalige Minister für öffentliche Arbeiten und Communicationswesen Gabriel v. Baross im Jahre 1888 die allgemeinen Pläne und den Kostenvoranschlag, der zur Beseitigung beim Eisernen Thor und an der unteren Donau und bei den dortigen Katarakten vorhandenen Schifffahrtshindernissen notwendigen Regulierungsarbeiten der Gesetzgebung vor, worauf mit Ges.-Art. XXVI. vom Jahre 1888 beschlossen wurde, dass die Durchführung dieser Arbeiten auf Grund des Artikels LVII. des Berliner Vertrages vom 13. Juli 1878 und bei Inanspruchnahme des im Artikel VI. des Londoner Vertrages vom 13. März 1871 zugesicherten provisorischen Peagerechtes, zufolge Vereinbarungen beider Staaten der Monarchie vom ungarischen Staate übernommen wird.

Demgemäss wurde angeordnet, dass die oben bezeichneten Arbeiten auf Grund der, der Gesetzgebung unterbreiteten allgemeinen Pläne vom Minister für öffentliche Arbeiten und Communicationswesen durchgeführt werden, doch wurde ihm zur Pflicht gemacht, alle jene Verfügungen zu treffen, welche zur möglichst erfolgreichen Durchführung der Arbeiten und im Interesse der Erhaltung und Instandhaltung der geschaffenen Werke sich als notwendig erweisen werden.

Die Kosten dieses spätestens bis Ende des Jahres 1895 durchzuführenden Arbeiten wurden sammt den Intercalarien mit fl. 9,000.000 ö. W. festgestellt. Im Sinne des genannten Gesetzartikels wurde ferner der kön. ung. Minister für öffentliche Arbeiten und Communicationswesen angewiesen, die Höhe jener provisorischen Gebühren, welche im Sinne des Ges.-Art. LVII. des in dem Gesetzartikel VIII. vom Jahre 1879 inarticulirten Berliner Vertrages zur Deckung der Kosten der durch dieses Gesetz

angeordneten Arbeiten dienen sollten und von den Handelsschiffen, beziehungsweise dem Schiffsverkehr eingehoben werden könnten, ferner den Zeitpunkt des Beginnes der Einhebung und die Modalitäten derselben seinerzeit im Einvernehmen mit dem Finanzminister festzustellen. Schliesslich stellte der genannte Gesetzartikel fest, dass nach Durchführung der Arbeiten eine pünktliche Abrechnung anzufertigen sei, damit mittelst derselben die thatsächlichen Ausführungskosten, ergänzt mit dem Intercalare und den etwaigen Geldanschaffungskosten, pünktlich festgestellt werden und dass über diese auf diese Weise festgestellte Summe, über die jährlichen Zinsen und Amortisationsquoten derselben, über die jährlichen Erhaltungs- und Instandhaltungskosten der Arbeiten, sowie über das zur Deckung all dieser Kosten dienende Péageerträgniss eine eigene Verrechnung und Evidenz geführt werde.

Da nun die Durchführung der zur Beseitigung der Schifffahrtshindernisse an der unteren Donau nothwendigen Arbeiten auf diese Weise angeordnet war, wurden, nachdem in dem Ges.-Art. XII. vom Jahre 1889 ausgesprochen worden war, dass die Kosten dieser Arbeiten einstweilen mittelst Vorschüssen aus den Staatscassavorräthen gedeckt und zur Inangriffnahme der Arbeiten, zu Arbeitsgeräthen, zur Beaufsichtigung und technischen Leitung für das Jahr 1889 dem Minister für öffentliche Arbeiten und Communication fl. 500.000 zur Verfügung gestellt werden, sogleich mit der grössten Energie alle jene Vorarbeiten und Verfügungen ins Werk gesetzt, welche zur Inangriffnahme dieser so lange sich hinziehenden und in so grossem Style angelegten Arbeiten sich als nothwendig erwiesen.

Der Minister legte von vorhinein besonderes Gewicht darauf, dass diese Arbeiten, welche sowohl bei ihrer internationalen Bedeutung und Natur, als auch der ausserordentlich grossen, ja man darf mit Recht sagen, in ihrer Art einzigen technischen Schwierigkeiten, mit welchen diese Durchführung verbunden war und welche gründliche Umsicht und Vorsorge und auf jedes Detail sich erstreckende und reifliche Erwägung erheischende Vorbereitungen erfordern: nach jeder Richtung hin auf so sicheren Grundlagen in Angriff genommen werden, dass der unbehinderte regelmässige Gang der Durchführung und die erfolgreiche Vollendung des Werkes, soweit menschliche Voraussicht reicht, gesichert werde.

Da der grösste Theil der Regulierungsarbeit auf das Gebiet des serbischen Königreiches entfällt, war es die erste Aufgabe der beiden Regierungen im gegenseitigen Einvernehmen jene Modalitäten festzustellen, welche die zum ausführlichen Entwürfe und zur Durchführung der Arbeiten nothwendige, nach jeder Richtung hin freie Bewegung sichern sollten.

Nachdem dies geschehen war, organisirte der Minister — nunmehr als Handelsminister, zuzufolge der mit Ges.-Art. VIII vom Jahre 1889 erfolgten Aenderung des Wirkungskreises und der Benennung der bisherigen Ministerien einerseits für Communicationswesen und öffentliche Bauten, ande-

rerseits für Ackerbau, Gewerbe und Handel,\*) zur Centralleitung der Regulirung des Eisernen Thores, sowie den Hafengebäude bei Fiume betreffenden Angelegenheiten im Ministerium eine eigene Section, in welcher zum Fachreferenten aller dieser Angelegenheiten der technische Rath Béla von Gonda ernannt wurde. Zugleich organisirte er die zur Beaufsichtigung und der Controlle der Durchführungsarbeiten berufene kön. ung. technische Leitung für die Regulirung des Eisernen Thores an der unteren Donau mit dem Amtssitze Orsova. Zum Chef der technischen Leitung wurde Sectionsrath Ernst Wallandt, zum stellvertretenden Chef Ministerial-Oberingenieur Alois Hoszpotzky und zu Mitgliedern derselben Ministerial-Ingenieur Ernst Izsóky, die kön. Ingenieure Eugen Gruber und Georg Kherndl und Rechnungsrath Rudolf Fuhrmann ernannt. Die auf diese Weise organisirte technische Leitung ging sogleich daran, die detaillirten Pläne auszuarbeiten und die zum Studium der hydrographischen Verhältnisse des zu regulirenden Stromabschnittes nothwendige Vorarbeiten und Aufnahmen zu vollführen.

Zu dieser Zeit war es noch nicht entschieden, ob die Regulirungsarbeiten in eigener Regie, oder im Wege einer Unternehmung durchgeführt werden sollen. Um aber besonders die voraussichtlich mit grossen Schwierigkeiten verbundenen Felsenbeseitigungs-Arbeiten allen Eventualitäten gegenüber zu sichern, eröffnete der Handelsminister einen Conkurs für Methoden und Sprengmittel, die zur Durchführung der Felsenbeseitigungsarbeiten dienen sollten. Und damit bei den auf dieser Grundlage zu machenden Versuchen und allenfalls bei der Durchführung dieser Arbeiten in eigener Regie den Arbeiten selbst, die eine specielle Fachkenntniss erforderliche Leitung gesichert werde, stellte auf Ansuchen des Handelsministers der k. und k. gemeinsame Kriegsminister den k. und k. Genieoberst Johann Lauer, den Erfinder der nach ihm benannten Sprengungsmethode und Pionnierhauptmann Franz Herbert zur Verfügung, die provisorisch der technischen Leitung zugetheilt wurden.

Ausserdem ernannte der Minister eine Fachcommission zur Prüfung der Resultate des Concurses und zur Controlle der vorzunehmenden Felsensprengungsversuche. Ernannt wurden zu Mitgliedern dieser Commission seitens des Handelsministeriums Sectionsrath Gustav Landau und technischer Rath Béla von Gonda, seitens der technischen Leitung der Eisernen Thorregulirung, Sectionsrath Ernst Wallandt und Ministerial-Oberingenieur Alois Hoszpotzky, seitens des Politechnikums Professor der Mechanik Desider Nagy, seitens des ungarischen Ingenieur- und Architektenvereines Oberingenieur Aurel Wein.

---

\*) Durch dieses Gesetz wurden mit der Regelung des Eisernen Thores die gesammten Wasserregulierungs-Angelegenheiten dem nunmehr blos Ackerbauministerium genannten Ministerium zugewiesen und die Gewerbe- und Handelsangelegenheiten von dort in den Wirkungskreis des gewesenen Ministeriums für öffentliche Arbeiten und Communicationswesen übertragen und das Letztere „Handelsministerium“ benannt

Der Conkurs betreffend die Felsenbeseitigungsmethoden und Vorrichtungen, sowie betreffend der Sprengmittel lief am 22. August 1889 ab, bis zu welchem Termin mit Methoden und Vorrichtungen neun, mit der Lieferung von Sprengmittel und Zündmittel vier Concurrenten ihre Offerte einreichten, und zwar:

**A) Mit Methoden und Vorrichtungen concurrirten:**

1. K. und k. Genieoberst Lauer, mittelst des von ihm erfundenen Verfahren von Sprengungen mit aufgelegten Ladungen; derselbe erklärte sich bereit, mittelst derselben auf eigene Kosten Probesprengungen durchzuführen;

2. Le Gros, Mayne, Leaver und Comp. aus London, mit „Ingersoll“-Bohrern.

3. Albin Titze und Heinrich Schoenichen aus Budapest, mit einem Taucherschacht, welcher auf den Grund gesenkt werden kann und von einem aus dem Wasser auf eisernen Füßen stehenden Schiffe umgeben ist.

4. E. Gaertner (Ungarisches Brücken- und Wasserbau-Unternehmen) mit einem pneumatischen Caisson, welches zwischen Schiffen auf den Grund gesenkt werden kann.

5. Die Budapester Maschinenfabrik Ganz und Comp., mit einer elektrischen Bohrvorrichtung, welche an einem auf eisernen Füßen sich am Flussgrund stützende Schiffe angebracht wird.

6. Der Budapester Privatingenieur Josef Thunhardt, mit einer an einem Schiff angebrachten dampfhammerartigen Meissel-Vorrichtung, welche in ein, in der Mitte des Schiffes bis zum Grunde versenkbares offenes Caisson montirt ist.

7. Der kön. ungarische Ober-Ingenieur Michael Dolecsko, mit einer auf zwei Holzschiffe montirten, durch ein Wasserrad betriebene Bohr-Vorrichtung und einer Priestman'schen Baggermaschine.

8. Die Koblenzer Maschinenfabrikanten Schaubach und Graemer, mit einem auf dem Rhein benützten Felsen-Bohrschiffe.

9. Der Pariser Ingenieur Buette, mit Bohrern auf einer Gerüstconstruction, welche auf Schienen an den beiden Ufern des Stromkanals zu errichtenden Dämmen, bewegt werden kann.

**B) Mit Sprengmittel und Zündmittel concurrirten:**

Baron I. N. Mikos aus Wien, Wilhelm Schückher aus Wien, E. F. Csánk aus Wien und die Dynamitfabrik Nobel aus Pressburg

Die entsendete Commission nahm unter Mitwirkung des Oberst Lauer vor Allem eine gründliche Untersuchung der Sprengmaterialien und der Zündmittel vor und vollführte mit denselben die durch die militärischen Reglements vorgeschriebenen Proben, aus welchen sich ergab, dass einzelne, eigens zum Zwecke der Felsensprengung an der unteren

Donau verfertigte, als „felsengebend“ und „felsenerstend“ bezeichnete Sprengmaterialien eine Sprengcapazität aufweisen, welche selbst die des bisherig besten Dynamits überbietet.

Die Methoden der Felsenbeseitigung wurden von der Commission ebenfalls einem sehr eingehenden Studium unterzogen und wurden zugleich bei dem Katarakte Jucz unter Führung des Obersten Lauer unter der Controll der Commission mittelst des Lauer'schen Verfahrens die Versuche der Felsensprengung unter Wasser in Werk gesetzt. Die Commission erklärte mit Rücksicht auf die Verhältnisse an der unteren Donau von sämtlichen concurrirenden Felsenbeseitigungs-Methoden den Thunhart'schen Plan für den entsprechendsten und schlug vor, dass zur praktischen Erprobung dieses den meisten Erfolg versprechendsten Systems ein zu Versuchen bestimmtes, entsprechendes Schiff construirt und angefertigt werde; die hierauf bezüglichen Verfügungen erfolgten noch im Herbst des Jahres 1889 und im Frühjare des Jahres 1890 war die Vorrichtung auch schon fertiggestellt.

Da der Handelsminister hinsichtlich der Art und Weise der Durchführung der Beseitigung der Felsen unter Wasser sich eingehendere Orientirung zu verschaffen wünschte, betraute er noch im Herbst des Jahres 1889 den technischen Rath Béla v. Gonda und den Ober-Ingenieur Alois Hoszpötky damit, die auf dem Rhein bei Bingerloch in Zug befindlichen Arbeiten zur Beseitigung von Felsen unter Wasser an Ort und Stelle eingehend zu studiren. Diese Studienreise trug in grossem Masse dazu bei, eine erfolgreiche praktische Lösung der zahlreichen ausserordentlich schwierigen Fragen zu sichern. Die genannten hatten nämlich Gelegenheit, bei liebenswürdiger Unterstützung seitens der competenten Fachorgane, einige Tage hindurch die zur Beseitigung der Felsen benützten Werkzeuge und Vorrichtungen in Augenschein zu nehmen, die Functionirung derselben in allen Phasen der Arbeiten zu beobachten und die bisherigen Arbeitsergebnisse, sowie die auf diesem Gebiete in einer langen Reihe von Jahren gesammelten Erfahrungen kennen zu lernen.

Auf dem Rhein erfolgt die Beseitigung der Felsen unter Wasser mittelst eines auf einem Schiff montirten pneumatischen Taucherschacht. Damit aber die planmässige Vertiefung des Felsengrundes genau bewerkstelligt werden könne, wird vorerst in der Längen- und Querrichtung von Meter zu Meter der Felsengrund mittels eines zu diesem Zwecke dienenden auf Pontonen montirten Sondirschiffes vermessen, auf dessen Boden in der Entfernung von je einem Meter ein Einschnitt angebracht ist, in dessen Länge alle Meterentfernungen bezeichnet sind. Die Feststellung der Tiefe in diesen Einschnitten erfolgt bei jeder Meterbezeichnung einfach mittelst einer Stange. Auf diese Weise wird ein pünktliches Höhennetz von der Sohle angefertigt, wobei an den vier Ecken eines jeden Quadratmeters die Höhe des Stromgrundniveaus festgestellt wird, wodurch ein wahres Schichtennetz des Stromgrundes entsteht, welches sehr pünktlich die Gestaltung desselben, sowie die mannigfaltige Grösse und Quantität der

zu beseitigenden Felsenspitzen aufweist. Da auf diese Weise auf jeden Quadratmeter die Höhe des Felsengrundes pünktlich festgestellt und auch das herzustellende Niveau der Sohle bekannt ist, ergibt sich hieraus auch von Meter zu Meter die Dicke der zu entfernenden Felsenschichte. Nachdem diese Aufnahmen beendet sind, kann ohne jede Schwierigkeit der zur Felsenbeseitigung dienende Taucherschacht mittelst entsprechender Verankerung eingestellt werden; ist dies geschehen, so wird der Caisson auf den Stromgrund gesenkt und nachdem das Wasser mittelst comprimierter Luft ausgepresst wurde, wird der Felsengrund nach Massgabe der zureichenden Tiefe angebohrt, die gebohrten Löcher werden mit Dynamitpatronen versehen, hierauf wird der Caisson gehoben, das Schiff zur Seite gestellt und das in die angebohrten Löcher placirte Dynamit zur Explosion gebracht. Hierauf wird das Schiff wieder auf den nämlichen Platz zurückgestellt, der Caisson wird hinunter gelassen, das Wasser mittelst comprimierter Luft ausgepresst und die durch die Sprengung gelockerten Felsenstücke durch den Caisson beseitigt.

Aus diesem Gange der Arbeit wahr wohl nicht schwer zu konstatiren, dass ein derartiges Verfahren zur Beseitigung so grosser Felsenmassen, wie sie bei den Katarakten an der unteren Donau nothwendig ist, durchaus nicht geeignet ist, und zwar auch deshalb nicht, weil bei den dortigen ausserordentlichen Geschwindigkeiten und Wirbeln schon die Einstellung und das im Betrieb erhalten des Taucherschachtes selbst mit kaum zu bewältigenden Schwierigkeiten und unermesslichen Gefahren verbunden wäre.

Die Studienreise zum Rhein war aber trotzdem keine resultatslose, ja diese war es, welche zu jenen Methoden und Mitteln der Beseitigung der Felsen unter Wasser führte, welche bei den Katarakten an der unteren Donau, — obwohl bedeutend vervollkommenet — thatsächlich mit Erfolg angewendet wurden.

Der damalige Chef des Rhein-Flussbauamtes zu Coblenz, Herr Oberbaurath Berring war nämlich so liebenswürdig uns den amtlichen Bericht des zur deutschen Gesandtschaft in Washington beorderten technischen Attachés, der Baurath Bassel, über die in Amerika im St. Lorenz-Strom nächst Montreal durchgeführten Arbeiten zur Beseitigung von Felsen unter Wasser zu Verfügung zu stellen. Diesem Berichte zufolge musste in dem rasch dahin fliessenden St. Lorenz-Strom ein 6 Meter unter Null tiefes Bett im Felsengrund ausgesprengt werden. Zu diesem Zwecke wurden dort auf vier Pfeiler stellbare, auf ein Holzschiff montirte Bohrer benützt, mittelst denen der Felsengrund bis zur gehörigen Tiefe angebohrt, in die gebohrten Löcher Dynamitpatronen gelegt und auf diese Weise der Felsengrund auf die gehörige Tiefe ausgesprengt wurde. Die auf diese Weise gelockerte Felsenmasse wurde sodann mittelst Löffelbaggern beseitigt. Dieses Verfahren, welches auch im schnellsten Wasser das ungehinderte Arbeiten des auf Pfeilern gehobenen Bohrschiffes sichert, und die Beseitigung grösserer Felsenmassen ermöglicht, erwies sich schon

auf den ersten Blick als ein solches, welches den Verhältnissen an der unteren Donau am meisten entspricht, wie dies die Thatsachen auch später rechtfertigten.

Inzwischen wurden die Versuche mit der Lauer'schen Felsensprengungsmethode beendet. Da aber aus diesen Versuchen hervorging, dass diese Methode keine gehörige Garantie dafür biete, dass mittelst derselben die bei den Katarakten an der unteren Donau zu beseitigenden sehr bedeutenden Felsenmassen während der in Aussicht genommenen 6 Jahre ausgesprengt werden können, erachtete es der Handelsminister für nothwendig, einen neuen Concurs für eine Methode der Beseitigung von Felsen unter Wasser auszuschreiben. Es concurrirten insgesamt 15 Pläne, welche in ihren Hauptzügen die folgenden sind:

1. Die Methode des in Linz wohnhaften k. k. Ingenieurs Rudolf Urbanitzky, beruhte auf Patronen, die frei aufgelegt waren, wobei mit Cement gefüllte und mit Dynamitpatronen versehene Säcke auf einer, zwischen zwei miteinander verbundenen Schiffen befestigten Leiter auf den Stromgrund zu senken und zur Explosion zu bringen waren.

2. Die Methode des kön. Ingenieurs Josef Kuppis, bestand aus einer Bohrvorrichtung, welche vom Arbeitsschiffe mittelst eines dreifüssigen Rahmens in den Stromgrund gesenkt werden kann.

3. Die Methode des Vodiczaer (Krassó-Szörényer Comitát) Einwohners Dionys Keller, ist folgende: Von einem gehörig verankerten und durch Herablassen von Stützen aus dem Wasser hebbaren Schiffe wird mittelst Dampfkraft an den Stromgrund ein eisernes Rohr gepresst, in welchen ein beweglicher Bohrer in Function zu bringen ist.

4. Der Budapester Ingenieur Albin Titze, reichte wieder denselben Plan ein, mit welchem er bereits am 22. August 1889 concurrirte. Seine Methode ist aus dem auf dem Rhein angewendeten Verfahren abgeleitet. Der eine Bodenfläche von 19 Quadratmetern besitzende Taucherschacht nämlich, ist von einem im festen Gefüge mit, demselben befindlichen Schiffe umgeben, damit die ganze Construction mit Hilfe des, in die leeren Räume des Schiffes einzulassenden Wassers versenkt und mittelst der an dem Schiffe anzubringenden eisernen Füßen auf feste Stützen gestellt werden könne.

5. Die Pariser Ingenieure Fontan und Tedesco boten in ihren Plänen die Zeichnungen der Vorrichtungen, 1. welche beim Panama-Kanal benützt wurden, 2. solcher, die den durch die Fluth und Ebbe beim Meer hervorgerufenen Verhältnissen entsprechen; 3. solcher, die den besonderen Verhältnissen an der unteren Donau entsprechend mit vier Bohrern arbeiten; 4. solcher, die denselben Verhältnissen entsprechend construiert sind, jedoch mit 15 Bohrern arbeiten; 5. solcher, die zum Sprengen im Trockenem dienen.

6. Die ungarische Brücken- und Wasserbau-Unternehmung E. Gaertner bot wieder jene Vorrichtung an, mit welcher sie bereits an der früheren Concurrenz theilgenommen hatte. Die Vorrichtung ist nichts anderes, als eine grosse Taucherglocke, welche aber zufolge ihrer grossen

Oberfläche in dem rapid fließendem Wasser einen so grossen Widerstand entfaltet, dass sie kaum, oder nur sehr schwer zu handhaben wäre.

7. Die Schlick'sche Eisengiesserei- und Maschinenfabrik-Aktiengesellschaft in Budapest brachte die Anwendung der privilegierten, mit einem sogenannten fernwirkenden Meissel versehenen Steinbrechmaschine in Vorschlag.

8. Ingenieur J. Krulis in Prag schlug Arbeitsgestelle vor, von welchen die Felsen angebohrt und gefüllt werden können. Nach der Sprengung sollten zur Beseitigung des abgesprengten Materials verschieden construirte Excavatoren in Anwendung gebracht werden.

9. Die Budapester Ingenieure Josef Thunhardt und Michael Könyves-Tóth construirte eine, der bei der vorigen Concurrenz eingereichten Construction ähnliche und aus der Combinirung des auf dem Rhein angewendeten Caissonschiffes sowie des auf dem St. Lorenz Strom angewendeten und auf Füsse gestellten Bohrschiffes abgeleitete Vorrichtung, mittelst welcher das Zermahlen des gesprengten Materials zu kleinem Steinshotter — nach der Meinung der Constructeure — ebenso sicher als rasch durchzuführen ist.

10. Nach der Ansicht des Budapester Ingenieurs Constantin Zieliński wären die Felsen unter Wasser auf mechanischem Wege, u. zw. mit einer, mit 11 Meisseln versehenen, auf einem am Vordertheil irgend eines Schiffes angebrachten Eisengestelle placirten Meisselvorrichtung zu beseitigen.

11. Der Wiener Ingenieur Josef Prasch brachte die Anwendung eines, zur Aufnahme der gesammten Maschinen und des Arbeitraumes dienenden Caissons auf einem versenkbarem Schiffe in Vorschlag, mit der wesentlichen Abweichung von den übrigen Einrichtungen ähnlicher Natur, dass sein Caisson nicht oben, sondern unten auf den Grund mit einer Blechplatte abgeschlossen ist. Die Höhe der ganzen Construction war derart berechnet, dass der Caisson aus dem Wasser herausrage, der den Caisson in sich schliessende Schiffskörper aber mittelst Hereinlassens von Wasser in gewisse, zu diesem Zwecke bestimmte Räume auch unter Wasser gelangen kann.

12. Die sogenannte pneumatische Bohrvorrichtung des Wiener Ingenieurs Franz Ržepka besteht ihrem Wesen nach aus einem bis zum Stromgrunde versenkbaren Caisson mit zwei Schiffen, an welchen der Caisson befestigt ist, und welche zur Stabilisirung der ganzen Construction mittelst Ankern dienen.

13. Der kön. Ingenieur Josef Kuppis construirte einen Rechen, mit welchem, wie schon sein Name sagt, die bereits gelockerte, oder schon von Natur für locker genug gedachte Felsenmasse durch einen am Hintertheile des Schiffes angebrachten, also auf einer gegen die Wasserfluth gekrümmten Leiter befestigten und mit Rechenzähnen montirten Baggerkette herausgebracht würde.

14. Der Idee des kön. ung. Ministerial-Oberingenieurs im Ackerbauministerium Anton Schmidthauer zufolge wäre jener Theil des Bettes,

wo die Felsen zu beseitigen sind, mittelst eines Sperrdammes zu umringen, so dass die Arbeit nach dem Auspumpen des im abgeschlossenen Raume befindlichen Wassers im Trockenem vollführt wurde.

15. Der Vorschlag des Semliner Ingenieurs Friedrich Webern betreffend die Anwendung des durch ihn construirten Caissonbaggers bestand nur aus der Anregung einer Idee, ohne dass der Plan zur Durchführung derselben auch nur im Allgemeinen ausgearbeitet worden wäre und bezog sich derselbe nur auf die Beseitigung der bereits gesprengten Felsen, und zwar mit Hilfe eines, in einem auf den Stromgrund hinabgesenkten Caisson placirten Hebemaschine, in deren Eimer die Steinstücke mit der Hand hineinzuzwerfen wären.

Das gründliche Studium der erwähnten Offerte führte dazu, dass nur die im Plane Thunhart-Tóth entworfene Vorrichtung und das betreffende Verfahren den obwaltenden Verhältnissen entsprechend ersonnen sind und dass bloß dieses Verfahren bei den Felsenbeseitigungsarbeiten an der unteren Donau zweckmässig anzuwenden wäre. Sehr richtig und den auftauchenden Schwierigkeiten Rechnung tragend, wurde die Arbeit auf nacheinander folgende Kasten sehr zweckmässig vertheilt; sehr zweckmässig wurde Form und Grösse der einzelnen Kasten gewählt; besonders sinnreich ist es, dass der im Caisson aufgehängte Bohrer sich nach jeder Richtung hin frei bewegen kann, und zwar auf dem sogenannten „Stande“, ganz unabhängig von den Schwankungen des Caissons; schliesslich konnte man einen guten Dienst erwarten von der Einrichtung, nach, welcher mittelst der an die Kasten befestigten Kolben in jedem Augenblick die Wassertiefen festgestellt werden konnten. Auch diese Vorrichtung aber hätte eine Abänderung nach mehreren Richtungen hin erheischt.

Nach eingehender und ernstlicher Erwägung der Natur und der Durchführungsmodalitäten der Regulierungsarbeiten gelangte der Handelsminister zu der Ueberzeugung, dass es am zweckmässigsten sein werde, die Durchführung dieser im grossen Stiele angelegten Arbeiten im Wege einer Unternehmung zu sichern: zu diesem Behufe schrieb er am 5. Dezember 1889 eine öffentliche Offertverhandlung auf sämtliche Arbeiten aus und liess die bezügliche Kundmachung mit Rücksicht auf den grossen Umfang der Arbeiten auf die spezifische Natur derselben, zufolge welcher dieses Unternehmen als einzig in seiner Art darstand, sowie im Hinblick auf die internationale Bedeutung desselben, auch im Auslande publiziren, ja er sorgte dafür, dass die ausländischen Unternehmer im Wege unserer Botschafter in die Pläne und Bedingungen Einsicht nehmen können. Als Termin zur Einreichung der Offerte wurde der 31. März 1890, also ein Zeitraum von vier ganzen Monaten festgesetzt, damit die Interessenten Zeit genug haben, die Pläne und die Verhältnisse an Ort und Stelle gründlich zu studiren.

Während dieser Zeit brachte die technische Leitung die neuen Aufnahmen und die Ausarbeitung der einen integrirenden Theil des Ver-

trages mit der Unternehmung bildenden Pläne und Bedingnishefte zu Stande.

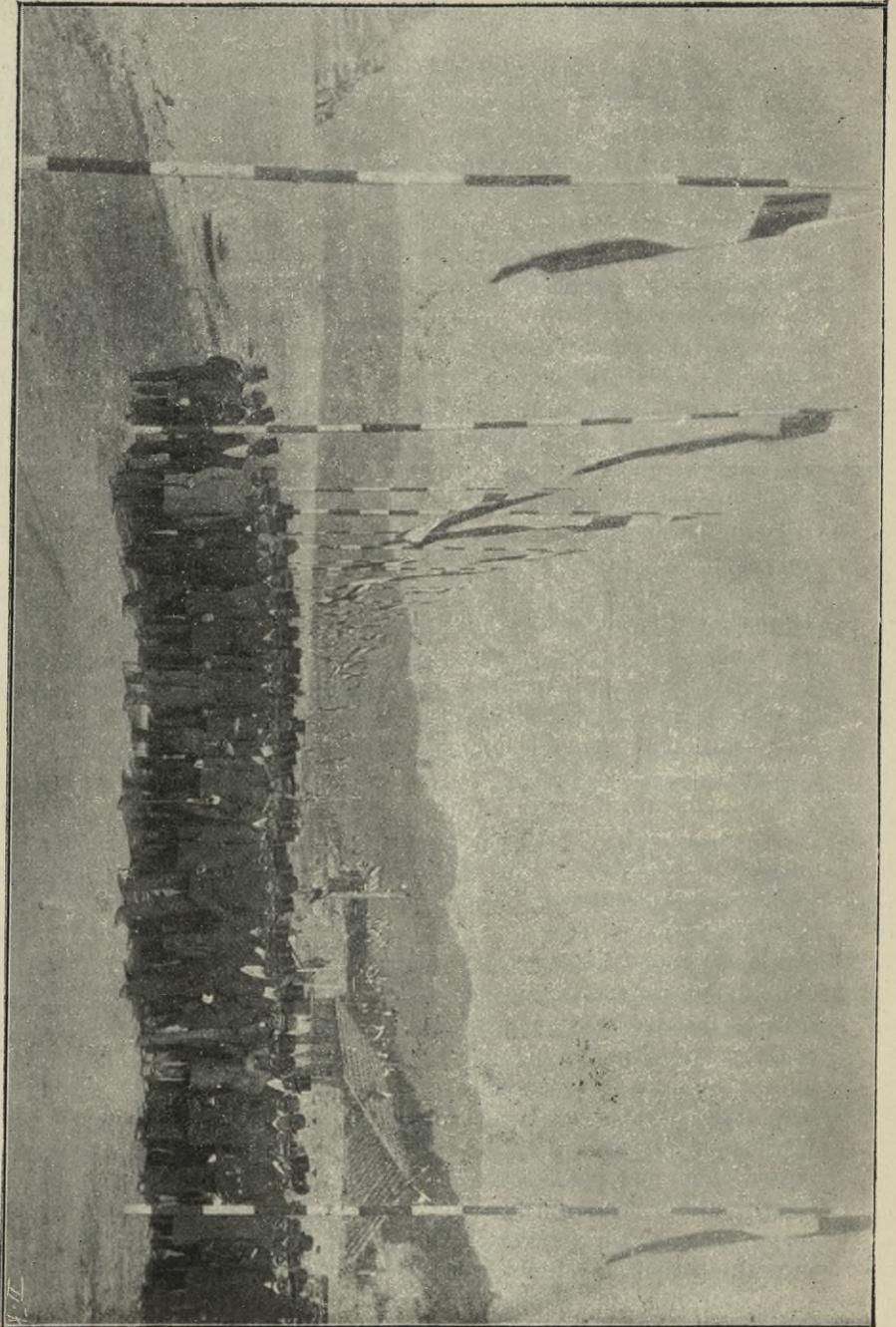
Ausserdem harrte der technischen Bauleitung vor dem thatsächlichen Beginne der Arbeiten noch eine grosse und schwierige Aufgabe. Sie musste nämlich auf dem ganzen Regulierungsabschnitte die vom Ingenieur Paul V ás á r h e l y i, dem ersten, der einen Plan der Regulirung der Katarakte ausgearbeitet, in den Jahren 1832 und 1834 placirten Fixpunkte und Wasserstands-Höhebezeichnungen erforschen, man musste mit Hilfe dieser bereits lückenhaft gewordenen alten Daten den als Grundlage der Regulirung dienenden geringsten Wasserstand vom Jahre 1834 feststellen und alle diese Daten in ein so pünktliches und mit bleibenden Zeichen gesichertes Nivellirungsnetz fassen, welches nicht nur die Grundlage der nun durchzuführenden Regulierungsarbeiten bilden sollte, sondern auch in ferner Zukunft eine sichere Stütze für das Studium der Wasserlaufsverhältnisse dieses ganzen Stromabschnittes und zur Durchführung der später eventuell nothwendigen Arbeiten zu bieten haben würde. Diese gründliche Arbeit der technischen Leitung von wahrhaft bleibenden Werthe wurde vervielfältigt und an mehrere wissenschaftliche Anstalten und Behörden versendet.

Da es bei der ganz eigenthümlichen Natur und dem ungewohnt schwierigen Charakter der durchzuführenden Arbeit nicht als ausgeschlossen betrachtet werden konnte, dass es vortheilhafter sein werde, die eine oder die andere Arbeit in unmittelbarer staatlicher Regie durchzuführen, wurden hierauf bezüglich die Verfügungen ebenfalls im Voraus getroffen, damit die Vollendung der Arbeiten gegenüber jeder Eventualität gesichert sei.

Diesem Zweck sollte auch der für die Methoden und Vorrichtungen zur Beseitigung der Felsen unter Wasser neuerlich ausgeschriebene und im Obigen des Ausführlicheren behandelte Concours dienen, dessen Resultate aber die praktische Lösung der Frage nicht besonders zu lösen vermochten. Mit dem T h u n h a r t'schen Meisselschiffe wurden in der zweiten Hälfte des Monats Mai 1890 ebenfalls Versuche vorgenommen, doch stand, obwohl die Construction hinsichtlich der Functionirung des felsenbrechenden Meissels kaum etwas zu wünschen übrig liessen, die Vorrichtung im Ganzen nicht auf jener Stufe der Vollkommenheit, dass man mit derselben auf ein sicheres Arbeitsergebnis hätte rechnen können.

Auch sonst wurde die Durchführung der gesammten Arbeiten schon vor diesen Versuchen dem Unternehmungswege zugelenkt und aus diesem Grunde auch der der technischen Leitung provisorisch zugetheilte Oberst Lauer auf eigenes Ansuchen seiner Funktion enthoben, während Hauptmann Herbert als Ingenieur für die ganze Zeit der Arbeiten der technischen Leitung zugetheilt wurde.

Am 31. März 1890 langten nämlich die Offerte für die Durchführung der Arbeiten ein. Da aber von den eingereichten vier Offerten sich zwei bloß auf einen Theil der Arbeiten bezogen, die andern zwei aber allzu



Die Anwesenden beim feierlichen Beginne der Regulierungsarbeiten am ung. Ufer in Gräben.

Bequelen,  
Sogrdy.

Sapery, Gritis,  
Baross.

hohe Einheitspreise forderten, waren die Offerte mit ihren ursprünglichen Preisen nicht annehmbar; wohl gelang es aber nach längerer Verhandlung mit dem einen der offerirenden Consortien eine Vereinbarung zu treffen, auf Grund welcher man sich die geplanten Arbeiten mit einer geringfügigen Aenderung mittelst der präliminirten 9 Millionen Gulden durchzuführen versprach. Dem zufolge wurde der Unternehmungsvertrag mit dem ungarischen Wasserbau-Ingenieur und gewesenen Landesbau-Inspector, Julius Hajdu, mit dem Braunschweiger Maschinenfabrikanten Hugo Luther und der Direction der Berliner Disconto-Gesellschaft, als mit solidarisch verpflichteten Unternehmen hinsichtlich der Durchführung der Arbeiten am 22. Mai 1890 endgiltig abgeschlossen.

Im Vertrage wurde die Quantität der durchzuführenden Arbeiten im Folgenden festgestellt:

1. Beseitigung von Felsen im freien Strome . . . . .	161.693 m <sup>3</sup>
2. Beseitigung von Felsen im Eisernen Thorkanal . . . . .	226.949 „
3. Steinwürfe . . . . .	772.829 „
4. Ausgleichung von Steinwürfen . . . . .	123.448 „
5. Ausheben von Steinwürfen . . . . .	26.000 „
6. Steinpflaster, 30 cm. dick . . . . .	8.284 m <sup>2</sup>
7. Steinpflaster, 45 cm. „ . . . . .	48.205 „
8. Auffüllung aus gemischtem Material . . . . .	251.400 m <sup>3</sup>
9. Eine Brücke mit einer 10 m. Lichtweite	
10. Hartholzeländer . . . . .	2.700 m.

Im Vertrage verpflichteten sich die Unternehmer, die gesammten Arbeiten bis zum 31. Dezember 1895 fertig zu bringen. Zur thatsächlichen Inangriffnahme der Arbeiten wurde dem Unternehmer eine Frist von zwei Monaten, von der Uebergabe an gerechnet, eingeräumt. Nachdem die Uebergabe am 16. und 17. Juni an Ort und Stelle geschehen, wurde für den Beginn der Arbeiten der 15. September 1890 bestimmt.

Vorher wurden seitens der Exmittirten der ungarischen und der serbischen Regierung im gegenseitigen Einvernehmen jene Erleichterungen der Zollcontrolle festgesetzt und ins Leben gerufen, welche bei dem Landen der zum Arbeiten benützten Wasserfahrzeuge am ungarischen und am serbischen Ufer, im Interesse der unbehinderten Fortsetzung der Arbeiten, sich als nothwendig erwiesen. Ausserdem wurden ebenfalls im Einvernehmen mit den Vertretern der kön. serbischen Regierung, jene in der Gegend des Eisernen Thores befindlichen Steinbrüche bezeichnet, welche das Unternehmen in Anspruch zu nehmen beabsichtigte, ferner jener Theil der auf dem serbischen Ufer befindlichen Bergspitze Greben, welcher zum Zwecke der Regulirung abzutragen war, sowie die Grenzen der Arbeitsplätze, welche das Unternehmen in Anspruch zu nehmen beabsichtigte; es wurden sodann auf dem serbischen Ufer die Schiffslandungsplätze, sowie jene Zollverfügungen festgestellt, welche auf den Gebieten ins Leben treten sollten, welche das Unternehmen in Serbien zu benützen gedachte und schliesslich wurde die Flagge festgestellt, welche seitens der technischen

Leitung und der Schiffe des Unternehmens, zum Behufe unbehinderten Landens am serbischen Ufer zu benützen sei. Ebenfalls im Interesse eines besseren Fortganges der Arbeiten, wurde die Verwaltung der Schiffssignal-Station Greben der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft abgenommen und für die Dauer der Arbeit an die technische Leitung abgegeben.

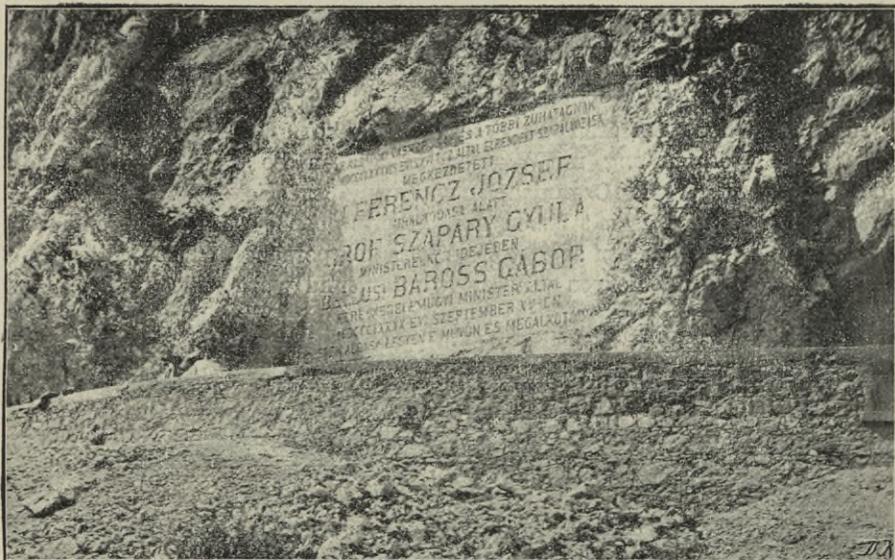
Während dieser Zeit war die Unternehmung mit grosser Energie bestrebt, einerseits die für die Arbeitsplätzen nothwendigen Territorien und die Steinbrüche zu erwerben, was in Hinsicht darauf, dass der grösste Theil derselben auf das serbische Gebiet fiel, nicht geringe Schwierigkeiten verursachte; andererseits wurde der Bau der Wohnungen, Bureaus, Werkstätten, Magazine, Arbeiterbaracken u. s. w. in Angriff genommen. Auch wurden vor Allem die Steinbrüche in Betrieb genommen und die hiezu nothwendige Ausrüstung angeschafft; es wurden die zu den Arbeiten nothwendigen Schiffe und Pontons beschafft, ferner die zu der im Vertrage vorgeschriebenen pünktlichen (von Meter zu Meter erfolgenden) Aufnahme der Felsen unter Wasser nothwendigen Sondirschiffe, die zur Beseitigung der Felsen erforderlichen Bohr- und Brechmaschinen, Schiffe und Baggermaschinen u. s. w., mit einem Worte es geschahen alle Verfügungen zu dem Zweck, damit diese nicht nur eine grosse Menge repräsentirende, sondern auch mit vielen grossen technischen Schwierigkeiten verbundene Arbeit in Hinsicht auf die, zu ihrer Vollstreckung vorhandene verhältnissmässig Zeit, in entsprechendem Masse und Umfange, mit den gehörigen Mitteln in Werke gesetzt werden könne.

Nachdem die hochwichtige Frage der Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau, zu mehreren Malen den Gegenstand internationalen Berathungen gebildet hatte und da ohnehin auch unmittelbar mehrere Staaten an dieser Arbeit interessirt waren, war es im Hinblick auf die offenbar internationale Bedeutung und die grosse Tragweite dieser Arbeiten gerechtfertigt, dass der thatsächliche Beginn dieser grossartigen Arbeit unter Theilnahme der interessirten Staaten und der competenten Factoren, mit dem gebührenden Glanze und Feierlichkeit vor sich gehe, was am 15. September 1890. durch die Abspregung der Spitze des Berges Greben, auch thatsächlich erfolgte.

Es nahmen an diesem feierlichen Akt Theil: der ungarische Ministerpräsident Graf Julius v. Szapáry, der geistige Leiter des grossen Werkes, Handelsminister Gabriel v. Baross, ferner der österreichische Handelsminister Marquis Bacquehem, der damalige erste Sectionschef des Ministeriums des Aeusseren Baron Glanz, der damalige Ministerpräsident Serbiens Szava Gruics, der serbische Minister für öffentliche Arbeiten Josimovich und zahlreiche Mitglieder der competenten und interessirten Aemter und Behörden.

Dem damaligen ungarischen Handelsminister Gabriel v. Baross wurde die Aufgabe zu Theil, die Durchführung dieser grossartigen Arbeiten, welche er mit unermüdlicher Energie, edler Ambition und Ueberlegung vorbereitet hatte, mit eigener Hand zu beginnen. An der unteren Spitze

des Berges Greben, waren zu diesem Zwecke zwei Minen angebracht, aus welchen die Zündschnur zu dem electricischen Zündapparate führte, welcher sich an Bord, des am Fusse des Berges weiter oben stehenden Schiffes, befand. Zur Verewigung des Angedenkens dieses Tages, liess die Unternehmung an dem ungarischen Ufer oberhalb des Felsenriffes Alibeg, eine grosse Gedenktafel mit folgenden (in ungarischer Sprache gefassten) Inschrift in die Felsenbank einmeisseln:



Die „Beginnungs- (sogenannte Baross-) Tafel.

„Die durch den Gesetzartikel <sup>XXVI</sup> v. J. 1888. angeordnete Regulirung des Eisernen Thores an der unteren Donau und der übrigen Katarakte wurde unter der Regierung Franz Joseph I., zur Zeit der Ministerpräsidentschaft des Grafen Julius Szapáry, durch den kön. ung. Handelsminister Gabriel Baross von Bellus am 15. September 1890. begonnen. Gottes Segen schwebe über diesem Werke und über dessen Begründern!

### XIII. CAPITEL.

#### Allgemeine Uebersicht der Regulierungsarbeiten.

Nachdem so die Verfügungen zur Durchführung der Arbeiten getroffen waren, machten sich sowohl die kön. technische Leitung als auch die Unternehmung mit grosser Energie an die zur Inangriffnahme der Arbeit nothwendige Organisation und an die bezüglichen Vorarbeiten. Die technische Leitung erhielt neben den bereits oben erwähnten Ingenieuren ein vorläufig mit Diurnen angestelltes Ingenieurpersonal, dessen Mitglieder später zu kön. Ingenieuren ernannt wurden, und wurde für dasselbe ein grosses Dienstschiff, unter der Leitung des Capitäns Netter, angeschafft. Der Chef der technischen Leitung beauftragte je nach einzelnen Abschnitten die folgenden Herren mit den Ingenieurs-Agenden der Arbeitsleitung: beim Eisernen Thor den kön. Ingenieur Eugen Gruber, bei dem Katarakte Jucz den Pionnier-Hauptmann Franz Herbert, beim Greben den Ministerial-Ingenieur Ernst Izsáky, während die übrigen, die Ingenieure Georg Kherndl, Julius Rácskay, Michael Koch, Julius Brunsvick, Friedrich Raab und später Anton Tompa, sowie der Oberlieutenant ausser Dienst Julius Neudeck beordert wurden, um auf den einzelnen Abschnitten, dem, die Arbeit leitenden Ingenieur zu assistiren, oder auch die allgemeinen Aufnahmen zu bewerkstelligen.

Die Unternehmung organisirte sich ebenfalls in entsprechender Weise. Zum leitenden Director wurde Julius Hajdu, zum Ober-Ingenieur Georg Rupcsics bestellt und wurde ihnen die nöthige Anzahl von Wasserbau- und Maschinenbau-Ingenieure zur Seite gegeben. Im Laufe der Arbeiten im Jahre 1893 wurde, nachdem Julius Hajdu in Staatsdiensten übertrat, Georg Rupcsics als technischer Dirigent bestellt, während mit der commerciellen Leitung des Unternehmens Director Moritz Ottermann betraut wurde; die Leitung der Maschinen-Angelegenheiten hatte sich das eine der Mitglieder der Unternehmung, Maschinenfabrikant Hugo Luther selbe vorbehalten.

Die Inangriffnahme der Arbeiten machte grosse und ausgedehnte Vorbereitungen nothwendig. Der Bau und die Einrichtung der auf dem serbischen Ufer zu eröffnenden Steinbrüche, sowie die auf dem ungarischen und serbischen Ufer herzustellenden Arbeitsplätze, Ingenieurbureaus, Beamten- und Arbeiterwohnungen, Werkstätten u. s. w. erfolgten mit der grössten Raschheit.



Personal der k. unj. Bauleitung der Regulierungsarbeiten am Eisernen Thore.

Janisch  
Gangel  
Popovits  
Faler  
Rieskay  
Wabitsch  
Tompa

Meter  
Koch  
Nendek  
Fuhrmann  
Gruber  
Kherndl  
Wallaardt  
Bruzvic  
Hoezpitzky  
Raab  
Isaky  
Bakstaji  
Herbert

Thore



Julius Hajdú.

Solche Arbeitsplätze wurden geschaffen beim Eisernen Thore unterhalb der oberen römischen Schanze und unten bei der Gemeinde Sibb am serbischen Ufer, bei dem Katarakt Jucz am ungarischen Ufer, bei dem Berge Greben am ungarischen und serbischen Ufer, bei Kozla am ungarischen Ufer, ausserdem liess die Unternehmung in Orsova eine grosse Schiffwerfte errichten. Die Bureaus, Ingenieurs- und Aufseherswohnungen, sowie die Gasthäuser wurden sämmtlich aus Stein, die Arbeiterwohnungen und Werkstätten aus Holz hergestellt.

Die grösste Sorgfalt und Umsicht erforderte die richtige Auswahl der zur Beseitigung der Felsen und Wasser noth-

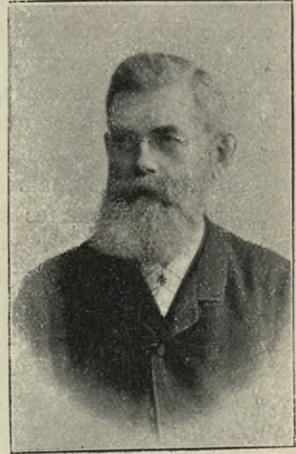
wendigen Arbeitsmaschinen. Aehnliches wurde unter so schwierigen Verhältnissen und in so grossem Maasse noch nirgends durchgeführt. Von der einfachen Uebernahme, beziehungsweise Anwendung bereits vorhandener Maschinen und Vorrichtungen konnte also keine Rede sein.

Die Unternehmung, respective ein Mitglied derselben, der Maschinenfabrikant Hugo Luther studirte daher diese zweifellos wichtigste Frage sehr eingehend und entsendete sogleich einen Ingenieur nach Amerika, damit derselbe die bei den Felsenbeseitigungsarbeiten im St. Lorenzstrome angewandten und aus dem oben erwähnten Berichte Béla Gondas und Alois Hoszpotzkys bekannten Felsenbohr- und Baggermaschinen an Ort und Stelle studire und sich über die Functionirung derselben orientire; ferner entsendete er einen anderen Ingenieur nach dem Suezkanal, damit derselbe dort eingehend die Lobnitz'sche Felsenbrecher und Baggermaschinen studire, die bei der Vertiefung der felsigen Sohle des Suezkanal angewendet wurden und welche in einem, von Gonda redigirten Fachblatt „Gazdasági Mérnök“ („Der landwirthschaftliche Ingenieur“) seinerzeit ausführlich beschrieben und schon damals als zur Verrichtung der Felsenbeseitigungsarbeiten an der unteren Donau geeignet bezeichnet worden waren. Luther selbst aber machte die bei den Felsenbeseitigungsarbeiten am Rhein angewandten Mittel und Maschinen an Ort und Stelle zum Gegenstand eines



Hugo Luther.

gründlichen Studiums; schliesslich machte die Pariser Firma Fontan und Tedesco der Unternehmung ein Anerbieten zur Durchführung der Beseitigung der Felsen unter Wasser mittelst der von ihr construirten Bohrschiffe. All diese Studien bewogen die Unternehmung zu dem Entschlusse, zur Lockerung der Felsen unter Wasser, auf Schiffe montirte Bohrer und Brechmaschinen, zur Ausbaggerung der gelockerten Felsen aber zum Theile mit Eimern versehene Bagger von starker Construction, andererseits die in Amerika mit Erfolg angewendeten Löffelbagger, zum Theile auch Priestmann'sche Korbbagger zu benutzen, demzufolge das Unternehmen die Anschaffung von drei Felsenbrecher, zwei amerikanischen und einer französischen (Fontan-Tedesco'schen Kronenrotations)-Bohrmaschine, einer grossen Baggermaschine mit Eimern, zwei amerikanischen Löffelbaggern und einem Priestmann'schen Krallenbagger beschloss.

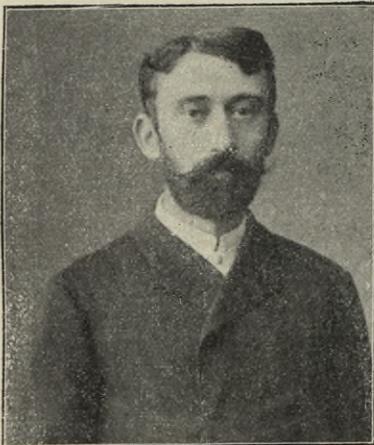


Moritz Ottermann.

Hinsichtlich der Construction der Felsenbrecher und Baggermaschinen traf die Unternehmung mit der schottischen Fabrik Lobnitz ein Uebereinkommen.

Die Construction der Bohrmaschinen, ja selbst die Wahl des Systems verursachte viele Schwierigkeiten. Neben den Bohrmaschinen amerikanischen Systems, welche mit Stossbohrern arbeiten, liess die Unternehmung eine nach dem Plane der französischen Ingenieure Fontan und Tedesco mit stahl- und diamantspitzigen Rotationsbohrern bauen,

welche derart auf das Schiff montirt waren, dass aus einer Schiffsstellung ein Gebiet von ca. 20 Quadratmetern zur Placirung der Dynamitpatronen angebohrt werden konnte.



Georg Rupesics.

Eine besondere Vorrichtung erforderte ferner die pünktliche Vermessung des unter Wasser zu beseitigenden Felsengrundes. Zu diesem Zwecke wurde zuerst ein Sonderschiff von der Art gebaut, wie es am Rhein verwendet wird, mit welchem mittelst Stangen, mit Handkraft bei jedem Meter die Tiefe des Wassers, also die Lage des Felsengrundes zu ermessen ist. In der reissenden Fluth an der unteren Donau aber war die Messung der Tiefen mittelst Handkraft unmög-

lich; deshalb musste eine Vorrichtung construirt werden, welche die, zur Messung der Tiefe dienenden Stangen hinunterlässt und die senkrechte Lage derselben sichert. Dies geschah auch.

Währenddem diese, viele Arbeit, Mühe und Kosten beanspruchende Studien über die Art und Weise der Durchführung der Felsenbeseitigung unter Wasser im Zuge waren, wurden die Arbeiten sowohl zur Abtragung der Spitze Greben, als auch der Bau des Grebener Dammes, sowie des beiderseitigen Dammes des Eisernen Thorkanals mit grosser Kraftanstrengung in Angriff genommen. Das Unternehmen schaffte ein ganze Schiffsflotille und einen Eisenbahnpark zum Transport der Steine und sonstigen Dammmaterials an und gar bald wiederhallten die Felsenberge der unteren Donau vom Lärm Tausender von Arbeitern und der Menge der Transportschiffe und Eisenbahnzüge. Jener Theil des Jahres 1890 jedoch, welcher von der Vergebung der Arbeiten — vom 18. Juni — verflossen war, wurde gänzlich durch die Einrichtung des Unternehmens in Anspruch genommen, was bei der Grossartigkeit der durchzuführenden Arbeit und bei der eigenartigen Natur derselben auch vollkommen gerechtfertigt war. In diesem Jahre brachte das Unternehmen blos 8978 Kubikmeter Steinwurf beim Eisernen Thore und bei Greben und 2581 Kubikmeter Auftragung mit gemischtem Material bei den Dämmen des Eisernen Thorkanals zu Stande.

Nachdem diese riesige Anstrengungen entfaltet worden waren, wurde die Arbeit mit vereinten Kräften von Fachkenntniss und Geldmitteln bald in das regelrechte Fahrwasser gelenkt. Als im Jahre 1891 die verschiedenen Arbeitsmaschinen nach einander ankamen, wurden dieselben unverzüglich montirt, in Function gebracht und den örtlichen Verhältnissen entsprechend erprobt. Zur Erprobung der zur Beseitigung der Felsen unter Wasser angeschafften Maschinen wurde der Jucz-Katarakt gleichsam als Versuchsstation ausgewählt und hier begann auch, aber erst im Jahre 1892 in grösseren Dimensionen die Beseitigung der Felsen unter Wasser, weil im Jahre 1891 die gesammten Maschinen den Verhältnissen an der unteren Donau entsprechend mehr oder minder umgestaltet worden, einzelne Bestandtheile mit andern ersetzt, manche um ein Bedeutendes verstärkt werden mussten, demzufolge im Jahre 1891 blos 2900 Kubikmeter an Felsenlockerung fertig zu bringen war. Die Verbesserungen und Umgestaltungen der Maschinen aber hatten zur Folge, dass sowohl die angeschafften drei Felsenbrecher, als auch die beiden Bohrmaschinen amerikanischen Systems schon im Frühjahre 1892 systematische Arbeit zu verrichten vermochten und man auf die Leistungsfähigkeit derselben sicher rechnen konnte. Das französische Bohrschiff System Fontan und Tedesco aber fand man nicht recht brauchbar; die ohnehin schwachen Rotationsbohrer brachen gar bald im harten Felsengestein und für die starke Wasserströmung erwies sich das ganze System als ungeeignet.

Während diese Versuche mit den zur Felsenbeseitigung dienenden Maschinen im Zuge waren, wurde bei Greben und dem Eisernen Thore

schon im Jahre 1891 die Arbeit mit grossem Kraftaufwand in Angriff genommen. Am Grebener Damm wurde, von der Spitze thalwärts, an der Verbauung der dortigen grossen Tiefe fleissig fortgebaut. Bei dem Eisernen Thore wurde als Fortsetzung des schon im Jahre 1890 begonnenen oberen Sperrdammes der linksseitige Damm gebaut, auch der Bau des rechtsseitigen Dammes begonnen und nachdem es mit dem Sperrdamm gelungen war, den Kanal beinahe ganz trocken zu legen und mit dem, längs des linksufrigen Dammes angelegten Fanggrabens auch das Sickerwasser abzuleiten und auszupumpen, ging man mit grosser Energie an die Vertiefung des Felsengrundes des Kanals, was bei dem, zum grössten Theil weichen Schiefergestein auch mittelst Handkraft schnell genug von Statten ging, so dass im Jahre 1891, obwohl in diesem Jahre die Arbeit erst spät begann, 12.500 Kubikmeter entfernt wurden, während in demselben Jahre in den Grebener Damme und in die Dämme des Eisernen Thores insgesamt 177.000 Kubikmeter Gestein und in die letzteren 67.000 Kubikmeter gemischten Materials eingebaut worden waren.

Insbesondere bei dem Eisernen Thor ging die Arbeit zu jener Frist gut von Statten. Die auf dem Damm und auf der Sohle des Kanals verkehrenden Transportzüge, sowie die Masse ganzer Schwärme felsenbrechender Arbeiter bot ein malerisches Bild, welches immer mehr und mehr Besucher anzog. Handelsminister Baross verfolgte fortwährend mit lebhafter Aufmerksamkeit den Fortschritt des Werkes und besichtigte auch am 20. Juli 1891 eingehend die gesammten Arbeiten, liess sich genau über die während der Durchführung aufgetauchten Schwierigkeiten informieren und beobachtete mit grosser Freude die hervorragende Energie und den unermüdlichen Eifer, welchen die technische Leitung und die Unternehmung bei der Durchführung der Arbeiten entfalteteten. Am 25. October 1891 besichtigte der rumänische Ingenieurverein corporativ die Arbeiten, bald kamen englische, amerikanische, belgische, französische, deutsche, italienische und russische Fachmänner immer häufiger zur Besichtigung der für die ganze Welt so bedeutungsvollen Arbeiten.

Die Bauleitung setzte unterdessen die Ergänzung der detaillirten Aufnahmen, sowie das Studium der dortigen Strom- und Wasserlaufs-Verhältnisse fleissig fort, welche nach mehreren Richtungen eine entsprechende Abänderung der blos auf Grund allgemeiner Aufnahmen hergestellten Originalpläne nothwendig machten.

Diese Studien waren es, welche die Bau-Leitung zur Unterbreitung eines hochwichtigen Entwurfes veranlasste, in welchem dieselbe die Vertiefung des Eisernen Thorkanals um einen Meter empfahl, damit auf demselben  $2\frac{1}{2}$  Meter tauchende Schiffe der unteren Donau von 2000 bis 2200 Tonnen wenigstens bis Orsova auch bei geringem Wasserstande sollen gelangen können. Zur gründlicheren Besprechung der Durchführungsmodalitäten dieses Planes begab sich Handelsminister Gabriel Baross am 26. März 1892 — damals schon vom Fieber gequält — persönlich nach Orsova und zum Eisernen Thor. Er sollte diese Arbeiten nie wieder

sehen, deren Durchführung er mit ganzer Begeisterung seines hochfliegenden Geistes zu fördern getrachtet hatte. Das Andenken seines letzten Besuches war das Bild, welches der seither ebenfalls dahingegangene Redacteur Julius Futtaky von dem auf der Sohle des Eisernen Thorkanals stehenden Baross und dessen Begleitung aufgenommen hat.

Nach der fortwährenden Vermehrung der Ausrüstungen, der entsprechenden Verbesserung und Umänderung der Arbeitsmaschinen und



Gabriel Baross und seine Begleiter am Grunde des Eisernen Thor-Kanals.

Hoszpötky, Gaál, Schober, Gonda, Neményi, Sipöky, Ludvigh, Baross, Cseörgö, Wallandt, Luther, Schlotterbeck.

der zweckmässigsten Auswahl der Art und Weise, wie die sehr verschiedenen beschaffenen Arbeiten durchzuführen seien, setzte die Unternehmung im Frühjahr 1892 bereits die gesammten Arbeiten mit grosser Kraftanstrengung fort. Gleich zu Beginn der Arbeitssaison wurden drei Felsenbrecher und zwei mit Ingersoll'schen Bohrern montirte Bohrschiffe in Arbeit gestellt. Im Laufe des Jahres kamen noch weitere drei ebenfalls mit Ingersoll'schen Bohrern versehene Bohrschiffe dazu, von welchen das

erste am 18. August, das zweite am 1. September, das dritte am 7. October die Arbeit begann.

Ausserdem standen schon während der Arbeitssaison des Jahres 1892 der Unternehmung folgende Arbeitsmaschinen und Ausrüstungsgegenstände zur Verfügung: zwei Sondirschiffe, eine Baggermaschine mit Eimern, zwei Löffelbagger amerikanischen Systems, und ein kleinerer Bagger System Priestmann, vier Dampfschiffe, acht Locomotiven, zwei Locomobile, ungefähr zwölf Km. Eisenbahnschienen, 48 Steinschiffe, 32 Seilmützen, Pumpen, Anker, Ketten, Seile u. s. w. in einem Werthe von ungefähr 1½ Millionen Gulden. Ueberdies liess das Unternehmen mehrere Maschinen-Werkstätten, Werften u. s. w. errichten.



Handelsminister Béla Lukács und seine Begleiter auf dem Damme des Eisernen Thor-Kanals.

Hajdú Lukács

Hoszpotzky

Gonda

Luther

Noch am 20. und 21. Juni desselben Jahres besichtigte das k. u. k. österreichisch-ungarische Generalstabs-Corps die Arbeiten an Ort und Stelle, dann besichtigte am 23. September Handelsminister Béla Lukács die im Zuge befindlichen Arbeiten und ging auch in eine eingehende Berathung der Angelegenheit der geplanten Vertiefung des Eisernen Thor-Canals ein, zu deren Durchführung bei dieser Gelegenheit die grundlegenden Verfügungen erfolgten.

Einige Tage darauf, am 8. und 9. September begab sich der ungarische Ingenieur- und Architekten-Verein corporativ zur Besichtigung der Arbeiten nach der unteren Donau, und die Vereinsmitglieder entfernten sich, nachdem sie während des zweitägigen Besuches sich eine möglichst

gründliche Orientirung über die gesammten Details der Arbeiten verschafft, mit dem erhebenden Bewusstsein, dass ungarischen Ingenieuren die Aufgabe zu Theil geworden, diese weltbedeutenden Regulirungsarbeiten durchzuführen und dass alle Details der Arbeit ein beredtes Zeugniß davon abgeben, dass sowohl die technische Leitung, als auch das Ingenieurcorps der Unternehmung vollständig auf der Höhe der ihrer harrenden grossen Aufgaben stehen.

Die Angelegenheit der Vertiefung des Eisernen Thor-Canals wurde in diesem Jahre ihrer Lösung entgegengeführt, in dem zu diesem Zwecke auf Grund eines der Gesetzgebung am 11. October 1893 unterbreiteten Gesetzentwurfes im G. A. VI. vom Jahre 1892 die Summe von  $1\frac{1}{2}$  Millionen Gulden gewährt wurde. Zur Durchführung dieser Arbeiten wurde mit der Unternehmung am 30. Januar 1893, bzw. am 23. März desselben Jahres ein Ergänzungsvertrag abgeschlossen, in welchem das Unternehmen sich der Verpflichtung unterzog, diese Ergänzungsarbeiten zu dem in Originalvertrag festgestellten Termin, nämlich bis Ende des Jahres 1895. ebenfalls zu beendigen.

Zufolge dieser Vertiefung des Eisernen Thor-Canals trat umso mehr wieder die Frage in den Vordergrund, welche künstliche Tractionsvorrichtung im Canal zur Unterstützung der bergwärts fahrenden Schiffe zur Anwendung gelangen solle, denn laut den theoretischen Berechnungen ergab sich bei den verschiedenen Wasserständen eine Stromgeschwindigkeit per Secunde von 3·5—5 m., demzufolge keine Aussicht vorhanden war, dass selbst die stärksten Donau-Remorqueurs Schleppe von einer, geschweige denn von mehreren vollen 400—800 Tonnen Ladungen hinauf zu ziehen im Stande sein würden. Uebrigens hatte schon die internationale Commission vom Jahre 1873—74, wie dies im Capitel VII. erwähnt war, die Anwendung des künstlichen Remorqueurs in Aussicht genommen, u. zw. nicht nur durch den Eisernen Thor-Canal, sondern auch durch einen Theil der übrigen, oberen Katarakte.

Der Handelsminister, der angesichts der hervorragenden Wichtigkeit dieser Frage, sich vor Allem über die verschiedenen Remorqueurssysteme gründlich orientiren lassen wollte, ertheilte im Sommer des Jahres 1892. dem technischen Rath Béla v. G o n d a, dem Schiffahrts-Oberinspector K o l o m a n K e n e s s e y, und dem Ministerial-Ober-Ingenieur A l o i s H o s z p o t z k y den Auftrag, die verschiedenen künstlichen Tractionssysteme in Frankreich und Deutschland, sowie in Oesterreich an Ort und Stelle eingehend zu studiren. Die Genannten entsprachen auch diesem Auftrage im Monat September des Jahres 1892. Auf dieser Studienreise hatten sie Gelegenheit über die auf der Donau, oberhalb Wiens, auf der Elbe, dem Neckar, dem Main und auf der Seine schon seit langer Zeit in Betrieb befindliche Kettenschiffart, auf der Elbe über die Construction des dort, — damals erst bloß versuchsweise — angewendeten Bellingrath'schen kettenfassenden Rades, auf der Seine über die Construction und die Functionirung des vom Schiffarthsdirector De-Bauvais construirten und versuchsweise

in Betrieb gesetzten electro-magnetischen Kettenschiffes, auf dem Rhein über die dort im Betrieb befindliche Drahtseilschiffahrt sich eine gründliche und auf die gesammten technischen und Betriebsdetails erstreckende Orientirung zu verschaffen. Einen Gegenstand ihres besonderen Studiums bildete ferner das nächst Paris auf den Kanälen Saint-Maure und Saint-Maurice nach dem Plane des damaligen Ober-Ingenieurs Maurice Lévy versuchsweise eingerichtete künstlicher Seilzug, bei welchem ein, von einer Central-Maschinenanlage betriebenes und über Rollen, die an dem Ufer des Kanals auf entsprechende Gestelle montirt sind, dahinlaufendes endloses Seil zum Schleppen der Schiffe dient, in welches die nach beiden Richtungen hinfahrenden Schiffe mittelst ihres eigenen entsprechenden Seiles sich einhängen und auf diese Weise vorwärts kommen. Auch hatten sie Gelegenheit sich über die gesammten Details des in Lyon auf der Rhone versuchsweise in Anwendung gewesenen, vom dortigen Privat-Ingenieur Lombard Gérin construirten Seilschiffes eingehend zu informiren. Dieses Seilschiff beruht auf dem Prinzip, dass sich das im Fluss befestigte Drahtseil durch die auf dem Schiffe befindliche Maschine auf die, in das Schiff montirte grosse Trommel aufwickelt und auf diese Weise das Schiff in Bewegung bringt, welches die an dasselbe gehängte Schleppe auf eine, der Länge des Seiles entsprechende Entfernung hinaufzieht, und diese dann einem anderen Remorqueur zu Weiterbefördern übergiebt; das Schiff selbst aber lässt sich am eigenen Seile wieder abwärtsgleiten, um andere Schleppschiffe zu holen.\*)

Ausserdem machten die Exmittirten zum Gegenstande ihres besonderen Studiums die künstlichen Tractions-Systeme verschiedenster Construction, damit, wenn in dem Eisernen Thorkanal nach dem Einlassen des Wassers auch thatsächlich eine so bedeutende Stromgeschwindigkeit entstehen sollte, wie sie sich auch aus den technischen Berechnungen ergab, und die künstliche Tonafie sich thatsächlich als nothwendig erweisen würde, die Verfügungen zur Durchführung derselben unverzüglich getroffen werden könnten.

Die Regulierungsarbeiten schritten da bereit in immer raschen Tempo vorwärts, die Beseitigung der Felsen unter Wasser vermochte zwar nicht mit dem Voranschlage Schritt zu halten, doch erzielt wenigstens die Lockerung der Felsen verheissungsvolle Erfolge. Zugleich mit der Vervollkommnung der Maschinen fanden sich auch die Arbeiter immer mehr in diese specifische Arbeit, was bald am Tagesresultate ersichtlich wurde. Während nämlich in der Arbeitssaison vom 1. April 1892 bis Ende Juni die Durch-

---

\*) Nach diesem Principe, jedoch mit einer den damaligen Verhältnissen angemessenen primitiven Einrichtung wünschte in Ungarn schon im Jahre 1812 der gewesene Handelsbevollmächtigte der Triester Börse Anton Guilani ein Schiffartsunternehmen zu organisiren, blos mit dem Unterschied, dass er statt des Drahtseiles ein Hanfseil und statt der mit Dampf betriebenen Trommel ein mit zwei Pferden betriebenes Wickelrad anwenden wollte. Auch hier sahen wir also schon ganz entschieden den Beginn der Touage.

schnittsleistung der Felsenbohr- und Brech-Maschinen (zwei Bohrer und drei Brecher) für den Kalendertag bloss 108·4 Kubikmeter betrug, erhob sich diese Leistung vom 1. August bis Ende September (vom 20. August bereits mit 3, vom 1. September mit 4 Bohrschiffen) auf täglich 147·2 Kubikmeter, und trotzdem das eine Bohrschiff vom 12. October an infolge einer Explosion nicht functioniren konnte, erhob sich (nachdem am 7. October ein fünftes Bohrschiff in Arbeit gestellt worden war), die Tagesleistung vom Jahre 1892 dennoch auf 157·33 Kubikmeter. Die Arbeit der submarinen Felsenentfernung des ganzen Jahres machte in den Katarakten Jucz und Kozla-Dojke im freien Strome 37·759 Kubikmeter aus, wovon jedoch bloss 7800 Kubikmeter ausgebaggert wurden. Ein viel bedeutenderes Resultat hatte die Arbeit bei der Vertiefung des Eisernen Thores aufzuweisen, wo in dem trocken gelegten Strome 100.283 Kubikmeter beseitigt wurden während in die Dämme des Eisernen Thorkanals sowie in dem Staudamm bei Greben 252.458 Kubikmeter Gestein und in die Dämme des Eisernen Thorkanals 115.333 Kubikmeter gemischtes Material eingebaut wurden. Ausserdem wurden 7018 Quadratmeter Ausgleich der Steinwürfe und 1560 Quadratmeter Steinpflaster fertig gebracht.

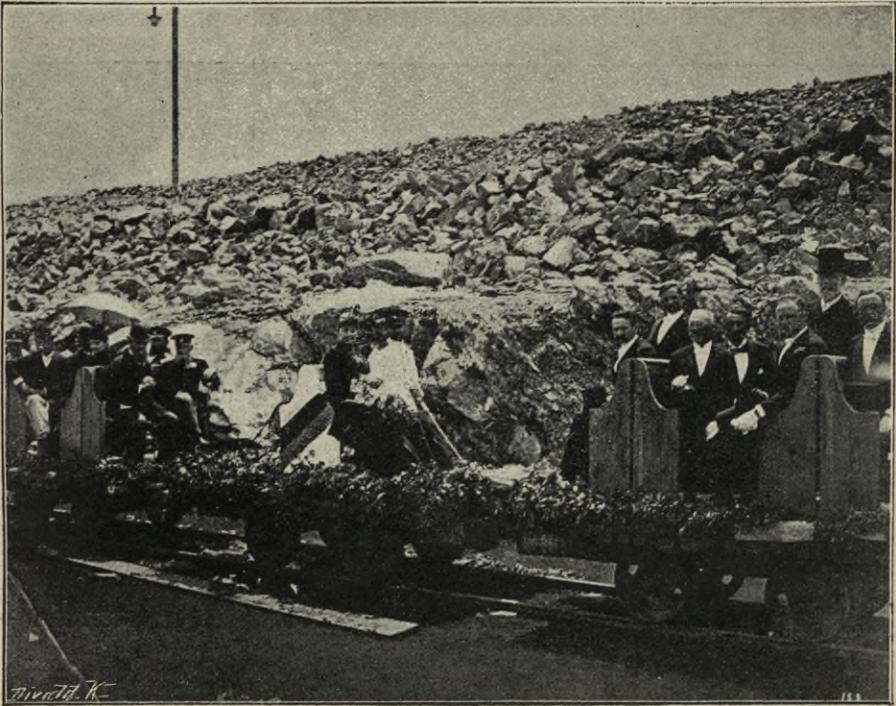
Die Wintersaison des Jahres 1892—93 beeilte sich die Unternehmung zur Verbesserung ihrer Arbeitsmaschine und Schiffe und insbesondere zur entsprechenden Umgestaltung der Felsenbagger-Maschinen, zur Anschaffung neuer Bagger-Maschinen, zum Baue von Steintransport-Schiffen und überhaupt dazu zu benützen, um alle Ausrüstungsgegenstände und Werkzeuge in guten Stand zu bringen, und entsprechend zu ersetzen und zu vermehren, damit mit dem Eintritt der Frühjahrssaison 1893 die durch die Nothwendigkeit der Vertiefung des Eisernen Thorkanals und der Herstellung des grossen Stromkanals auf dem Abschnitte Orsova—Eisernes Thor bedeutend angewachsene Arbeit auf das nachdrücklichste fortgesetzt werden könne.

Der lang anhaltende strenge Winter verursachte zwar eine kleine Verspätigung im Beginne der Arbeit, doch trachtete die Unternehmung das, was es auf diese Weise an Zeit verloren durch gesteigerte Arbeit zu ersetzen.

Die Schwierigkeiten, welche sich dem wünschenswerthen Fortschritt der im freien Strome durchzuführenden Felsenbeseitigungsarbeiten entgegenstellten, gelang es allmählig immer mehr zu überwinden und in diesem Jahre ging die Arbeit bereits bei sämtlichen Katarakten fleissig vorwärts, indem an den meisten Stellen mit stets abgelösten Arbeitsschichten Tag und Nacht gearbeitet wurde. Von Lärm der Maschinen und der Arbeiter widerhallte der Donauabschnitt von Stenka bis Sibb; die grosse Anzahl von Remorqueuren, Bohrschiffen, Felsen-Brecher und Baggerschiffen, Steinplatten und Kähnen bevölkerte beinahe den ganzen Kataraktabschnitt des Stromes und brachte ein lebhaftes Treiben ein lärmendes Leben in diese sonst so stille Gegend; des Nachts aber verliehen einzelne Gruppen der Arbeitsschiffe mit ihrer electrischen

Beleuchtung der ohnehin hinreissend schönen, malerischen Gegend einen feenhaften Glanz.

Selbstverständlich erregte all dies in den weitesten Kreisen das Interesse für die Arbeiten. Ausser den in- und ausländischen Fachmännern begannen sich auch das grosse Publicum, ja auch die allerhöchsten Kreise für diese einzig dastehenden, grossangelegten Arbeiten zu interessiren. Am 22. Mai 1893 beehrten Se. Majestät Alexander, König von Serbien und dessen Mutter die Arbeitsstätten mit ihrem Besuche und orientirten sich sehr eingehend über die ausserordentlich interessanten und ein impo-



Ihre Majestäten Alexander v. Serbien und seine Mutter Königin Nathalie am Grunde des Eisernen Thor-Kanals.

Nathalia Alexander

santes Bild darbietenden Arbeiten am Eisernen Thor-Kanal. Einige Tage später, am 27. Mai, besichtigte Handelsminister Lukács die Arbeiten. Am 8. Juni wurde abermals ein hoher Gast seitens der Bau Leitung beim Eisernen Thor begrüsst: Se. kais. und kön. Hoheit Erzherzog Josef würdigte die Arbeiten seines Besuches. Am 21. September desselben Jahres besichtigte der Handelsminister vom Neuen das Werk, indem er über die zu jener Zeit bereits mit voller Kraft und vollem Erfolge im Zuge befindlichen Arbeiten sich ausführlicher zu orientiren wünschte.

Seit Beginn der Arbeiten hatte die Unternehmung in jenem Jahre die grösste Thätigkeit entfaltet, was zumeist dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die bei der Durchführung der Arbeiten angewendeten Maschinen vervollkommenet und die Zahl derselben vermehrt wurde, ferner dass das Personal, welches über mehr praktischer Erfahrungen zu verfügen hatte, ein immer grösseres Arbeitsresultat aufzuweisen im Stande war. Insbesondere gelangte dies in den Felsenlockerungs- und Baggerungsarbeiten unter Wasser, im freien Strome zum Ausdruck, bei welchen in diesem Jahre drei Felsenbrecher und fünf Bohrschiffe, eine grosse, mit Eimer versehene Baggermaschine und ein Priestmann'scher Excavator, und gegen Ende des Jahres noch eine zweite, mit Eimern versehene Bag-



Se k. u. k. Hoheit Erzherzog Josef und seine Begleiter beim Eisernen Thor.

Erzherzog Josef

germaschine in Function waren. Die Leistungsfähigkeit der Felsenbrecher und Bohrmaschinen steigerte sich in diesem Jahre sehr bedeutend, so, dass während die gesammte Durchschnittsleistung der drei Felsenbrecher und fünf Bohrmaschinen im Jahre 1892 per Arbeitstag 280 Kubikmeter betrug, diese Leistung im Jahre 1893 sich bereits auf 456 Kubikmeter erhöhte. Diesem Umstande ist der, in der Felsenlockerung in diesem Jahre erreichte günstige Erfolg zuzuschreiben, vonach die in diesem Jahre gelockerte dichte Felsenmasse sich auf 85.000 Kubikmeter belief, wovon eine Quantität, welche 59.757 Kubikmetern lockeren Materials, beziehungsweise 23.900 Kbm. compacten Materials entsprach, auch ausgebagert wurde. Ausserdem wurden in diesem Jahre durch das Unternehmen,

infolge der Vertiefung des Eisernen Thor-Kanals ungefähr 20.500 Kubikmeter Felsen entfernt, 93.500 Kubikmeter Steinwürfe und 9173 Kubikmeter gemischten Materials eingebaut, 27.000 Steinwurf-Ausgleich und 28.000 Quadratmeter Steinpflaster hergestellt.

Auch im folgendem Jahre 1894 gingen die Arbeiten mit grossem Kraftaufwand, wenn auch mit verhältnissmässig geringerer Resultate vor sich. Die ausserordentlich angewachsenen Arbeiten von Felsenbeseitigung unter Wasser, und neuestens insbesondere die Felsenbaggerung nahmen trotz aller Anstrengungen der Unternehmung nicht jenen Fortschritt, der erwünscht gewesen wäre. Es stellten sich der Arbeit immer neuere und neuere Schwierigkeiten und nicht vorherzusehende Hindernisse in den Weg. Das Unternehmen hätte nämlich mittelst der, ihm zur Verfügung stehenden Maschinen — diese waren damals 6 Felsenbohrschiffe, 3 Felsenbrecher, 3 mit Eimern versehene Baggermaschinen, (2 grosse und eine kleine), 2 amerikanische Löffelbagger, 1 Priestmann'scher Excavator und 4 Bagger mit Eimern — ein viel grösseres Resultat aufweisen können, als thatsächlich aufgewiesen wurde, wenn nicht auf den Bohrschiffen, zufolge vorzeitiger Explosion der Dynamitpatronen zu mehreren Malen Unglücksfälle ereignet hätten, welche nicht nur Arbeitsmaschinen schädigten, was eine länger dauernde Reparatur der Bohrschiffe und damit theilweise eine Einstellung der Arbeit nothwendig machte, sondern überhaupt das gänzliche Einstellen der Nacharbeit zur Folge hatte, weil bei eventuellen Unglücksfällen die Rettungsarbeiten zur Nachtzeit beinahe ganz unmöglich waren. Die Unternehmung führte nach längerem Studium zur Verhütung solcher Unfälle sehr zweckmässige Neuerungen ein, die Eventualität einer zufälligen Explosion bedeutend verringerte und damit den ungestörten Fortgang der Felsensprengungsarbeiten nach Möglichkeit sicherten.

In den Stromcanälen der oberen Katarakte ging die Felsenlockerung unter Wasser infolge des Auftauchens verschiedener Schwierigkeiten im Verhältniss zur Leistung des Vorjahres zwar mit geringerer Resultate vor sich, doch kann trotzdem die 69.630 Kubikmeter betragende Jahresleistung als eine so bedeutende bezeichnet werden, welche nur mit der zielbewussten, keine Opfer schonenden Arbeit der Unternehmung zu erreichen war. Dabei nahm in diesem Jahre die Ausbaggerung der gelockerten Felsen einen grossen Aufschwung, welche Arbeit nach der entsprechenden Verbesserung und Umgestaltung der Baggermaschinen ein viel günstigeres Resultat aufzuweisen hatte, als im Vorjahre; die Leistung des Jahres 1894 betrug, nach dem planmässigen Stromprofil im compacten gerechnet, 52.928 Kubikmeter, was nach den gemachten Erfahrungen einer ungefähr  $2\frac{1}{2}$ -mal grösseren Quantität gelockerten Materials entspricht. Der Bau des Grebener Dammes und die Abtragung der Grebener Spitze machten ebenfalls gute Fortschritte. Die Vertiefung des Eisernen Thor-Kanals wurde in ganzem Jahre mit der Beseitigung von ungefähr 30.000 Kubikmeter Felsen beinahe ganz vollendet und bloss auf dem unteren

Abschnitte, auf dem Theile unterhalb der Dämme und längs des, zum Hafenplatz bestimmten Ufers, sowie unterhalb des oberen Sperrdammes und der Mündung war noch die Vertiefung des Stromgrundes zu bewirken. Der Bau des, als Fortsetzung des linksseitigen Kanaldammes nach oben geplanten Leitwerkes wurde ebenfalls begonnen, und die Ergänzung und Pflasterung der Dämme fortgesetzt. In die Dämme bei Greben und dem Eisernen Thor wurden in diesem Jahre 81.665 Kubikmeter Steinmaterial und 9173 Kubikmeter gemischtes Material eingebaut; bei Greben wurden 27.147 Steinwurf ausgeglichen und beim Eisernen Thor 28.081 Quadratmeter Steinpflasterung hergestellt.

Die Arbeiten wurden auch in ganzem Jahre mit zahlreichen Besuchen beehrt, unter Anderem auch seitens zweier angesehenen Corporationen, nämlich zu Pflingsten vom Wiener Donauverein, welcher seinerzeit thätigen Antheil an der fachmässigen Berathung über die ersten Entwürfe genommen hatte, dann am 27. Mai der serbische Ingenieur-Verein, dessen Mitglieder ebenfalls mit grossem Interesse diese, zum grössten Theile auf dem Gebiete Serbiens im Zuge befindlichen grossartigen Arbeiten verfolgten.

Indessen entfaltete die technische Leitung eine grosse Thätigkeit im Studium dieses, kataraktenreichen Abschnittes der Donau und in der Erforschung der Strom-, Wasser- und Schifffahrtsverhältnisse. Diese ausführlicheren Aufnahmen und Studien boten einerseits ein klareres Bild der Strom- und Wasserabflussverhältnisse dieses kataraktenreichen Stromabschnittes, anderseits führten sie auch zu mehrfacher Modification der ursprünglichen Regulierungspläne, zufolge deren die Anfangs geplanten Werke sowohl an Ausmass, als auch an Ausdehnung mehr oder weniger wesentliche Abänderungen erheischen, ja, es ergab sich auch die Nothwendigkeit, im Interesse der Schiffbarmachung des Stromes auch an solchen Stellen entsprechende Arbeiten vornehmen zu lassen, wo ursprünglich gar keine solche geplant waren.

Dieser Umstand beeinträchtigte aber nicht im Mindesten den wahren Werth der ursprünglichen Conception der Regulierungsarbeiten. Diese Conception blieb auch nach genauer Kenntniss der Details unberührt, denn sie erwies sich im Ganzen und ihrem Wesen nach als richtig und entsprechend. Alle jene Abänderungen, welche an den Details während der Arbeit nothwendig wurden, beschränkten sich blos auf die Ergänzung der ursprünglichen Conception, auf Modificirungen, welche durch die genaue Kenntniss der örtlichen Verhältnisse nothwendig gemacht wurden; doch erhöhten diese Ergänzungen und Abänderungen das Intercalare und die Inspectionskosten dazugerechnet, die ursprünglich votirten 9 Millionen Gulden auf mehr, als das Doppelte, nämlich auf 18,600.000 Gulden.

Vor Allem erwies es sich als nothwendig, die durch die Katarakte geplanten Schifffahrtsstrassen, beziehungsweise offenen Canäle ihrer Lage nach derart abzuändern, dass dieselben sich besser an die natürliche Schifffahrtsstrasse anschmiegen und hiedurch die Anforderungen der unbe-

hinderten Schifffahrt möglichst gut erfüllen sollten. Dem entsprechend erschien es beim Stenka-Katarakte zweckmässig, anstatt des, durch diesen Katarakt nahe an das ungarische Ufer in gerader Richtung geplanten Sohlenkanals ungefähr in der Mitte des Stromes einen, der hier beobachteten Stromrichtung entsprechenden, gekrümmten Kanal herzustellen, was aber gegenüber den ursprünglich präliminirten 7408 Kubikmetern die Beseitigung von 18.029 Kubikmetern Felsen nothwendig machte. Den, durch den Kozla-Dojke-Katarakt geplanten Kanal musste man aus der nämlichen Ursache ebenfalls abändern, und zwar durch eine, mittelst entsprechender Krümmung erfolgende Verlängerung nach oben, was die ursprünglich auf 65.776 Kubikmeter veranschlagte Masse der zu beseitigenden Felsen auf 85.746 Kubikmeter erhöhte. Bei den Katarakten Izlas und Tachtalia bedurfte es keiner wesentlichen Abänderung, doch ergab es sich aus den detaillirten Aufnahmen, dass die Herstellung des dortigen Sohlenkanals anstatt der ursprünglich präliminirten 46.736 Kubikmeter, die Beseitigung von bloss 32.267 Kubikmeter Felsen nothwendig machte.

Bei dem Grebener Damme wurden desgleichen mehrfache Aenderungen nothwendig, namentlich die bedeutende Befestigung der Dämme, sowie die Verringerung ihrer Höhe nach Maassgabe der thatsächlich sich ergebenden Stauung der Wasseroberfläche. Der durch den Jucz-Katarakt geplante geradlinige Kanal musste in einer nach oben sich krümmenden Richtung verlängert, die Sohle, der berichtigten kleinen Wasseroberfläche entsprechend, etwas abgeändert werden, was die Masse der zu beseitigenden Felsen von den präliminirten 31.733 Kubikmetern auf 29.964 Kubikmeter verringerte. An eben derselben Stelle musste auch der Staudamm eine Aenderung erfahren, indem der unterhalb der Mündung des Porecskabaches geplante obere Abschluss desselben oberhalb der Bachmündung verlegt wurde.

Die wesentlichste Abänderung aber erfolgte beim Eisernen Thorkanal infolge der oben bereits erwähnten gesetzlichen Verfügung, welche die Sohle des Kanals anstatt mit den ursprünglich geplanten zwei Metern unter dem Nullpunkt des Orsovaer Pegels mit drei Meter unter demselben feststellte. Diese Verfügung hatte zugleich nothwendiger Weise zur Folge, dass auf dem Abschnitte zwischen dem Eisernen Thor und Orsova zum Zwecke der Herstellung eines dieser Wassertiefe entsprechenden Schiffweges auf dem Grunde des Felsenbettes ein 60 Meter breiter und drei Meter unter Null tiefer Kanal ausgesprengt werde, damit auf diese Weise die durch den Eisernen Thorkanal bergwärts fahrenden, tiefergehenden Schiffe bis Orsova heraufkommen und dort je nach Maassgabe der Nothwendigkeit umladen sollen können.

Die erwähnte weitere Vertiefung des Eisernen Thores machte noch ungefähr die Beseitigung von 143.000 Kubikmeter Felsen nothwendig, während der Bau der zwischen dem Eisernen Thore und Orsova herzustellenden Schifffahrtsstrasse die Beseitigung von weiteren 93.119 Kubikmetern Felsen bedeutete. Die Durchführung all dieser Arbeiten wurde

durch den, im Jahre 1890 abgeschlossenen Originalvertrag, sowie durch den im Jahre 1893 abgeschlossenen Ergänzungsvertrag gesichert.

Ausserdem liess die Ausdehnung der detaillirten Aufnahmen, sowie das eingehende Studium der Stromverhältnisse auch mehrerer solche Arbeiten nothwendig erscheinen, welche bis dahin gar nicht vorherzusehen waren. So erschien es namentlich nothwendig, durch den, vor der Gemeinde Szvincza sich über den Strom hinüberziehenden, hohen Grundfelsen in der, als Basis der allgemeinen Regulirung angenommenen Tiefe von zwei Metern unter Null einen Kanal mit 60 Meter Sohlenbreite durch Absprengung und Beseitigung von ungefähr 13.236 Kubikmetern compacten Felsens herzustellen. Ferner wurde zur Ausbesserung der ungünstigen Richtung des, durch den Jucz-Katarakt hergestellten Sohlenkanals die entsprechende Erweiterung des oberen Theiles mittelst Beseitigung von ungefähr 10.000 Kubikmeter Felsen in Aussicht genommen. Da es aber bloss nach gänzlicher Vollendung der dort geplanten Schiffahrtsstrasse, beziehungsweise der betreffenden Regulierungsarbeiten zu beurtheilen war, ob dies wirklich nothwendig sei, wurde die Durchführung dieser Arbeit bis dahin in Schwebe gelassen. Auch erschien es nothwendig, in dem, unterhalb des Eisernen Thorkanals sich ausbreitenden felsigen Strombett bei dem sogenannten „Kleinen Eisernen Thor“ eine Schiffahrtsstrasse von entsprechender Breite und Tiefe (welch letztere hier schon drei Meter unter Null zu betragen hatte) herzustellen, was die Beseitigung von 16.294 Kubikmeter Felsens nothwendig machte.

Infolge der Vertiefung des Eisernen Thorkanals und des Donauabschnittes zwischen dem Eisernen Thor und Orsova auf drei Meter unter Null war es in Anbetracht dessen, dass auf den oberen Abschnitten die geringste Schiffahrtstiefe nur zwei Meter unter Null beträgt, nothwendig auch dafür zu sorgen, dass die bis Orsova heraufkommenden, schwer belasteten, also tiefer tauchenden Schiffe hier in kleinere Schiffe, oder eventuell bei Eintritt winterlichen Eisganges in Eisenbahnwagen umladen. Zu diesem Zwecke wurde beschlossen in Orsova, in der Nähe der Station der Staatsbahnen, abwärts vom Wege zur Kronencapelle in einer Länge von ungefähr 700 Metern einen Umschlagplatz herzustellen, hiezu eine entsprechende Quaimauer zu bauen und dass ungefähr 134.000 Quadratmeter betragende Terrain auf eine Höhe von einem halben Meter über das Niveau des höchsten Hochwassers (7 m. über Null) aufzuschütten. Auf diesem Gebiete wird ein entsprechender Frachtenbahnhof mit den für die Lagerung und dem Umschlag erforderlichen allerlei Gebäuden und Maschinen hergestellt werden. Der Ausbau der Quaimauer selbst, sammt Aufschüttung des Terrains, dem Ufergeleise und den maschinellen Einrichtungen wurde rund mit einer Million Gulden ö. W. veranschlagt.

Diese Ergänzungsarbeiten machten die weitere entsprechendere Erhöhung der für die Regulierungsarbeiten bis dahin bewilligten 10.5 Millionen Gulden nothwendig und da bereits im Ges.-Art. XXVI. vom Jahre 1888 bestimmt war, dass die Deckung dieser Kosten im Wege einer besonderen

Creditoperation erfolgen werde und auch die im Berliner Verträge vorgeschriebene Art und Weise der Rückerstattung der Kosten (im Wege der Einhebung von Schiffsgebühren) darauf hinwies, dass die Regulierungskosten mittelst eines entsprechenden Amortisationsdarlehens zu decken seien, ertheilte, nachdem die ungarischen Minister für Handel und Finanzen die gesammten Kosten sammt dem Zinsenintercalare mit Einrechnung der bereits von der Gesetzgebung votirten 10.5 Millionen Gulden in der Summe von 18,625.000 Gulden festgestellt hatten, der Ges.-Art. XVI. vom Jahre 1895 nebst der Bewilligung von 8,125.000 Gulden die Ermächtigung für die Ergänzungsarbeiten und zur Deckung der Zinsenintercalare den Finanzminister zur Deckung der mit 18,600.000 Gulden festgestellten Gesamtkosten der Regulierungsarbeiten beim Eisernen Thore ein Anlehen zu contrahiren. Zu diesem Zwecke ordnete das Gesetz die Emission von, au porteur lautenden, unter 4% verzinlichen, steuerfreien Amortisations-Obligationen an, welche auf Kronenwährung, eventuell auf deutsche Reichsmark, Francs und Pfund Sterling lauten und deren Amortisationsfrist sich höchstens auf 90 Jahre belaufen könne. Zur Sicherung der jährlichen Zinsen und Amortisationsquote des Anlehens sollten ausser jenen Schiffsgebühren, zu deren Einhebung die ungarische Regierung im Sinne des LVII. Artikels des im Ges.-Art. VIII, vom Jahre 1879 inarticulirten Berliner Vertrages, beziehungsweise der Bestimmungen des Artikels VI, des Londoner Vertrages vom 13. März 1871 bis zur endgiltigen Amortisation des Anlehens berechtigt wurde, die übrigen Staatseinnahmen dienen. Derselbe Gesetzartikel setzte als Beendigungstermin für die Ergänzungsarbeiten das Ende des Jahres 1898 fest.

Auf Grund der in diesem Gesetzartikel enthaltenen Ermächtigung nahm der ungarische Finanzminister im Jahre 1895 3½%-ige Eiserner Thor-Anlehen von 45 Millionen Kronen auf und hiemit wurde der besondere Regulierungscredit gesichert. denen die auf diesem Kataraktabschnitte des Donaustromes einzuhebenden Schiffsgebühren als Unterlagen zu dienen hatten.

Da auf diese Weise die zur Ergänzung der Regulierungsarbeiten nothwendigen Kosten zur Verfügung standen, erfolgten vor Allem die zur Sicherung der Durchführung der Ergänzungsarbeiten erforderlichen Verfügungen und da die Unternehmung nicht geneigt war, diese Arbeiten unter den im Originalverträge festgestellten Bedingungen auszuführen, schrieb der Handelsminister zur Ausführung der unter Wasser vorzunehmenden Felsenbeseitigungsarbeiten bei Szvnicza und dem kleinen Eisernen Thore noch im Jahre 1895 eine öffentliche Offertverhandlung aus, auf Grund deren zwei der Unternehmer der ursprünglichen Arbeiten, nämlich die Berliner Disconto-Gesellschaft und der Braunschweiger Maschinenfabrikant Hugo Luther als Gesellschafter, die Arbeiten mit der Verpflichtung übernahmen, dieselben bis zum Ende des Jahres 1898 zu vollenden.

Unterdessen setzte die Unternehmung die Durchführung der mit dem Originalvertrag vom Jahre 1890, wie mit dem Ergänzungsvertrag vom

Jahre 1893 übernommen und infolge der Abänderungen der Pläne um ein Bedeutendes vermehrten Arbeiten unverdrossen fort. Das Fortschreiten der Arbeit wurde jedoch im Frühjahr 1895 durch einen dauernden ausserordentlich hohen Wasserstand wesentlich beeinträchtigt, so dass man infolge dessen die den Winter hindurch eingestellten Regulierungsarbeiten nur im Monate Juni mit grösserer Kraftanwendung in Angriff nehmen konnte; später hinderte der im Monate October eingetretene sehr kleine Wasserstand und dann wieder der hohe Wasserstand, der hierauf folgte, den regelmässigen Fortgang der Arbeit. Dieser durch die Natur verursachten Schwierigkeiten halber konnte man in jenem Jahre unmöglich eine grössere Leistung erzielen. Das Resultat der verrichteten Arbeit kann aber in Hinsicht auf diese ausserordentlichen Hindernisse als ganz befriedigend bezeichnet werden. Die Lockerung der Felsen unter Wasser im freien Strome war zwar ein wenig zurückgeblieben, dieselbe machte bloß 33.559 Kubikmeter aus, mit der Ausbaggerung der Felsentrümmer aber war man ziemlich weit vorgeschritten, indem ein 68.334 Kubikmetern compacten Felsen entsprechendes (ungefähr 190.000 Kubikmeter lockere Felsen) Steinmaterial gehoben wurde. Im Eisernen Thor kanal wurde in einem unterhalb des Sperrdammes gelegenen Theile die Felsenentfernung gänzlich beendet; es wurden hier insgesamt ungefähr 17.000 Kubikmeter entfernt. In die Dämme beim Eisernen Thore und bei Greben (in geringerem Maasse auch bei Jucz) wurden 66.589 Kubikmeter Steinmaterial und beim Eisernen Thor 13.363 Kubikmeter gemischtes Material eingebaut, auf dem Grebener Damm wurden Steinwürfe im Ausmaasse von 23.985 Quadratmeter ausgeglichen, auf den Dämmen des Eisernen Thor kanals Pflasterungen von 5279 Quadratmeter zu 30 *cm.* Dicke, ferner von 18.105 Quadratmetern 45 *cm.* dicke Steinpflaster vorgenommen und ein 1653 *m.* langes Holzgeländer fertiggestellt; auch wurde die auf dem rechtsseitigen Damme zur Ableitung des Wassers des dortigen Baches geplante mit einem eisernen Geländer versehenen Steinbrücke vollendet. Nachdem die Vertiefung des Eisernen Thor kanals unterhalb des Sperrdammes vollendet war, wurde zum Zwecke der Beseitigung desselben und behufs entsprechender Vertiefung der darunter befindlichen felsigen Sohlen die Abtragung des provisorischen Sperrdammes begonnen. Diese Arbeit erfolgte unter dem Schutze eines Fangdammes, welcher vor dem provisorischen Sperrdamm, zwischen der an Eisenschinen, welche in den gelockerten Felsengrund eingekeilt wurden, befestigten doppelten Bohlenwand aufgeführt wurden. Der Fangdamm war mit dem einen Ende an den linksseitigen Damm, mit dem anderen Ende aber in die obere Krümmung des rechtsseitigen Dammes eingefügt. Von dem provisorischen Sperrdamm wurden 1895 auch 8396 Kubikmeter entfernt.

Ein bedeutendes Moment im Fortschreiten der Regulierungsarbeiten bildet die Vollendung des über den Stenka-Katarakt hergerichteten offene Canals im Jahre 1895. Der Kanal wurde am 26. und 27. October vom Sectionsrath Béla v. Gonda überprüft und nachdem die planmässige Durch-

führung desselben constatirt worden und die beiden Enden des Kanals, sowie der rechtseitige Rand desselben mit Bojen bezeichnet worden waren, fuhren das von Capitän Ludwig Bauer geleitete Schiff „Dráva“ des Regulierungsunternehmens und dann das von Capitän Matulay geleitete ebenfalls der Unternehmung gehörende Schiff „Vásárhelyi Pál“ mit den an der Ueberprüfung Betheiligten in voller Flaggen gala feierlich in die neue Schifffahrtsstrasse, welche als den Zwecken der öffentlichen Schifffahrt in jeder Beziehung entsprechend befunden und infolge dessen vom Handelsminister im Laufe des Monates November vorläufig provisorisch und zwar unentgeltlich auch dem öffentlichen Verkehr übergeben wurde.



Handelsminister Ernst Dániel und seine Begleiter beim Eisernen Thor.

Dániel  
Perzel Vörös

Die zu jener Frist schon bedeutend fortgeschritten und in immer weiteren Kreisen ernstes Interesse erregenden Arbeiten wurden auch im Jahre 1895 von zahlreichen vornehmen Gästen besucht. Der im Januar des Jahres 1895 ernannte neue Handelsminister Ernst v. Dániel besichtigte am 5. und 6. Juni in Begleitung des Ministers des Innern Desider v. Perzel und des Staatssecretärs im Handelsministerium Ladislaus v. Vörös und mehrerer Abgeordneten eingehend die Arbeiten und orientirte sich genau über den Stand derselben. Dann besuchte am 24. und 25. August Erzherzog L a d i s l a u s, der bald darauf ein so tragisches Ende fand und

an dessen Zukunft nicht nur sein Vater, der tiefgebeugte Erzherzog Josef, sondern auch die ganze ungarische Nation die schönsten Hoffnungen geknüpft, auf einer Studienreise, in Begleitung des Obersten Himmel die Arbeiten, welche er während seines zweitägigen Aufenthaltes mit jugendlichem Enthusiasmus und edler Ambition aufs genaueste besichtigte. Die in grossem Style angelegten mächtigen Schöpfungen der modernen Technik machten auf seinen jugendlichen Geist einen tiefen Eindruck, dem er auch in den an den Schreiber dieser Zeilen gerichteten nachfolgenden Telegramme Ausdruck zu verleihen sich beeilte:

„An Herrn Sectionsrath Béla Gonda Budapest.

Nach Vollendung meiner Donaureise sage ich Se. Excellenz dem Herrn Minister, Se. Hochgeboren dem Herrn Staatssecretär und Ihnen herzlichen Dank für jene fürsorgliche Zuvorkommenheit, welche mir eine so angenehme Donaureise auf dem Abschnitt von Moldova bis Turn-Severin ermöglichte. Die Fortschritte der grossartigen Arbeiten haben mich sehr befriedigt. Die Zuvorkommenheit des Herrn Ministerialrathes Wallandt und des Herrn Baurathes Hoszpoczky und die Dienstfertigkeit der übrigen Staatsbeamten und der Generalunternehmung und schliesslich die Gastfreundschaft, die ich auf dem Dampfschiffe „Vaskapu“ („Eisernes Thor“) genoss, werden stets meinen angenehmsten Erinnerungen angehören.

Erzherzog Ladislaus.“

Die Regulierungsarbeiten hatten im Sinne des Original- und des Ergänzungsvertrages am Ende des Jahres 1895 fertig zu sein. Die dazwischen gekommenen, durch die Missgunst der Natur verursachten Schwierigkeiten, der grosse Zeitverlust, der damit verbunden war, dass die verschiedenen Methoden und Werkzeuge zur Beseitigung der Felsen unter Wasser an die herrschenden ungünstigen Wasser- und übrigen Verhältnisse angepasst werden mussten und das bedeutende Anwachsen der Arbeit beeinträchtigte in so grossem Maasse die Vollendung derselben, dass am Ende des Jahres 1895 noch eine bedeutende Menge an Arbeit erübrigte, deren gänzliche Fertigstellung noch zwei bis drei Jahre beanspruchen dürfte. \*)

Wir müssen dies auch für natürlich erachten, wenn wir auch bloss die effective Quantität der durchzuführenden Arbeiten in Betracht ziehen, ganz abgesehen von den inmitten der Arbeit aufgetauchten Schwierig-

\*) Es dürfte nicht uninteressant sein zu registriren, dass die Durchführung der Arbeiten auch zahlreiche Opfer an Menschenleben erforderte. Vom Beginn der Arbeit nämlich bis zum Ende des Jahres 1895 hatten bei dieser Arbeit zum Theil durch Explosion, zum Theil durch Ertrinken 84 Menschen den Tod gefunden, die oft auf das ganze Leben auswirkenden schweren und gefährlichen Verletzungen gar nicht miteingerechnet. Die Unternehmung pflegt mit Rücksicht auf diese Gefährlichkeit der Arbeit ihre Arbeiter zu versichern, sie lässt die verwundeten Arbeiter in ihre eigenen Spitälern pflegen und unterstützt nach Möglichkeit auch die Reconvalescenten.

## I. AUSWEIS

über die beim Eisernen Thor an der unteren Donau und den übrigen Katarakten zur Entfernung der Schifffahrtshindernisse notwendigen Arbeiten auf Grund der zu Ende des Jahres 1895 erfolgten Feststellung:

Nro	Benennung des Arbeitsortes	Eisenernterung im freien Strom, m <sup>3</sup>	Eisenernterung im Eisernen Thor auf eine Tiefe von 3 Metern m <sup>3</sup>	Steinwurf m <sup>3</sup>	Steinwurfaus- gleich m <sup>2</sup>	Steinpflaster von 0-30 m, m <sup>2</sup>	Steinpflaster von 0-45 m, m <sup>2</sup>	Gemischtes Mate- rial Auffüllung, m <sup>3</sup>	Entfernung von Steinwürfen, m <sup>3</sup>	Brücken	Holzgeländer
I.	Sztenka	18029	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II.	Kozla-Dojke	85746	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III.	Izlás-Tachtália	32267	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IV.	Grében	—	—	485927	78261	—	—	1310	—	—	—
V.	Szvicicza	13236	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VI.	Jucz	29964	—	85000	20000	—	—	—	—	—	—
VII.	Orsova-Eis.-Thor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VIII.	Eis.-Thor-Canal	93119	367816	211403	38014	5449	60145	260773	10985	1	2900
IX.	Kleines Eis.-Thor	16294	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Zusammen	258655	367816	782330	136275	5449	60145	262083	10985	1	2900

## II. AUSWEIS

über sämtlichen in den Katarakten an der unteren Donau durchzuführenden Arbeiten und den Fortschritt derselben.

Nro	Art der Arbeit	Gesamte Quantität	J ä h r l i c h v e r r i c h t e t e A r b e i t					Gesamtarbeit von Anfang derselben bis Ende des Jahres 1895	Quantität	Prozent
			1890	1891	1892	1893	1894			
1	Entfernung der Felsen unter Wasser*) im freien Ströme u. zw: a) Durch Lockern (durch Sprengung) oder Zerkümmern. b) Felsenbaggern	259125 m <sup>3</sup> 259125 »	—	2923 <sub>81</sub>	37758 <sub>9</sub> 1050	85551 <sub>84</sub> 18595 <sub>07</sub>	69630 <sub>06</sub> 46311 <sub>9</sub>	33558 <sub>7</sub> 68334 <sub>0</sub>	229423 <sub>4</sub> 134290 <sub>9</sub>	88.50 52.10
2	Entfernen von Felsen im Eisernen Thor-Canale im Trocknen: a) auf eine Tiefe von 2 Meter unter 0 b) auf die Tiefe von 2 bis 3 Meter unter 0	223740 » 144076 » 782330 » 136275 »	—	12500	101029 <sub>81</sub>	80877 <sub>68</sub>	18000 <sub>0</sub>	11266 <sub>0</sub>	223873 <sub>8</sub>	96.00
3	Steinwurf	10985 »	—	—	—	124489 <sub>2</sub> 93520 <sub>215</sub> 17399 <sub>81</sub>	12600 <sub>0</sub> 81665 <sub>185</sub> 27147 <sub>817</sub>	5765 <sub>0</sub> 66588 <sub>90</sub> 23685 <sub>19</sub>	142854 <sub>2</sub> 680954 <sub>5</sub> 75850 <sub>14</sub>	99.00 87.00 56.00
4	Entfernung von Steinwürfen	5449 m <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	8396 <sub>0</sub>	8396 <sub>0</sub>	77.00
5	0.45 m. dickes Steinpflaster	60145 m <sup>2</sup>	—	—	—	—	—	5279 <sub>0</sub>	5279 <sub>0</sub>	95.30
6	Aufsüttung durch gemischtem Material	262083 m <sup>3</sup>	—	—	1560 <sub>0</sub>	7598 <sub>23</sub>	28081 <sub>786</sub>	18105 <sub>0</sub>	55844 <sub>96</sub>	92.00
7	Bricke beim Eisernen-Thor	1	2581 <sub>62</sub>	—	—	—	—	13362 <sub>07</sub>	257083 <sub>74</sub>	98.00
8	Holzgeländer beim Eisernen-Thor	2900 m.	—	—	—	—	—	1	1	100.00
9								1653	1653	57.00
10										

\*) Bei Szynicza und dem kleinen Eisernen-Thore sind auf Grund eines Separatvertrages in den Jahren 1896—1898. noch weitere 29,530 m<sup>3</sup> zu entfernen.

keiten. Die Menge der in den einzelnen Katarakten zu vollendenden Gesamtarbeiten haben wir nach Arbeitsgattungen gruppiert, im nachstehenden ersten Ausweis zusammengefasst, und wenn man diese mit den in dem Originalvertrage vom Jahre 1890 enthaltenen Quantitäten vergleicht, wird man die oben bezeichnete Verlängerung des Termins der gänzlichen Vollendung der Arbeit sicher gerechtfertigt finden. Wie übrigens die Arbeit in den einzelnen Jahren vorgeschritten ist, ist genau aus dem nachstehenden Ausweise zu ersehen, welcher die Arbeitsleistung der einzelnen Jahre nach Arbeitsgattungen gruppiert darstellt und denselben die, laut den abgeänderten Plänen festgesetzten Mengen gegenüberstellt.

In Folge dieses Zurückbleibens der Arbeiten, sowie der dazwischengekommenen\* Ersatz- und Ergänzungsarbeiten, steht die ganze Vollendung



Der erste Personendampfer passirt den Eisernen Thor-Kanal.

der gesammten Regulierungsarbeiten bloß für das Ende des Jahres 1898 zu erhoffen, so dass dieser kataraktenreiche Abschnitt des Donaustromes bloß am Ende des Jahres 1898, bezw. bei Eröffnung der Schifffahrtssaison im Jahre 1899 dem öffentlichen Verkehr wird übergeben werden können. Einzelne Abschnitte aber werden, so wie sie vollendet werden, provisorisch auch schon früher dem Verkehr übergeben werden, ebenso, wie dies auch im Jahre 1895 mit der durch den Stenka-Katarakt hergestellten Schifffahrtsstrasse geschah. Im Uebrigen wurden sowohl seitens der Regierung, als auch seitens des Unternehmens die geeigneten Verfügungen getroffen, damit die Arbeiten mit thunlichster Energie fortgesetzt werden sollen.

Mit der Arbeitssaison des Jahres 1896 wurde auf der ganzen Linie wieder mit grossem Kraftaufwande die Arbeit begonnen, ja, bei dem

Eisernen Thor-Kanale arbeitete man auch im Winter an der Beseitigung des Sperrdammes und an der Vertiefung des Felsengrundes bei der oberen Mündung des Kanals, so dass am 29. Februar bereits der provisorische Sperrdamm demolirt werden konnte. Nach Sprengung desselben brach sich das Wasser der Donau mit zügelloser Gewalt den Weg in das für den Strom bereitete neue Bett, in das Eiserne Thor-Kanal.

Ein erhabener Anblick, ein packender Moment war dies, der mit Recht Freude, doch auch Bedenken in Aller Herzen erregte, die an dem Zustandekommen dieses grossen Werkes betheiligte waren. Die Freude darüber, dass das Werk bis hieher gediehen, war von der Ungewissheit getrübt, ob die Hoffnungen, die daran geknüpft worden waren, in Erfüllung gehen werden, ob die Berechnungen, auf deren Grundlage das Werk zu Stande kam, derart Stand halten werden, dass der Kanal in der That eine Schifffahrtsstrasse bilden werde und ob auf diesem gefährlichsten Abschnitte der Donau, wo während des grössten Theiles des Jahres die Schiffe entweder nur mit sehr geringer Ladung oder überhaupt gar nicht verkehren konnten, bei jedem Wasserstande die hindernissfreie Schifffahrt, die Bergfahrt mit vollen Schleppladungen möglich sein werde.

So wie sich nun das in den Kanal eingelassene Wasser ausgeglichen hatte, wurde durch die technische Leitung sogleich die Geschwindigkeit an der Oberfläche gemessen und man fand, dass bei dem damaligen Wasserstande (ungefähr + 4 Meter auf dem Pegel zu Orsova) am oberen Theile des Kanals (ungefähr 800 m. von dort, wo der provisorische Sperrdamm stand), die Geschwindigkeit an der Wasseroberfläche 4.6 m. per Sekunde, weiter unten aber den ganzen Kanal entlang 3.3 m. beträgt. Zwischen den 16. und 20. März wurden sodann Proben mit verschiedenen Schiffen gemacht und fand man, dass z. B. das Schleppschiff „Tisza“ der Donau-Dampfschifffahrts-Gesellschaft, am 16. März als erstes Schiff bergwärts binnen 23 Minuten den 1800 Meter langen Kanal passirte, am 17. aber das Personenschiff „Dráva“ („Drau“) derselben Gesellschaft binnen 21 Minuten, während der 800 Pferdekräfte starker Dampfer „Thommen“ zum Hinaufschleppen eines Schleppschiffes mit einer Ladung von 260 Tonnen bei grösster Kraftanstrengung 71 Minuten brauchte, wovon 51 Minuten auf das Remorquieren auf dem oberen, ausserordentlich rapiden Abschnitt entfielen.

Diese blos zur Orientirung vorgenommenen Geschwindigkeitsmessungen und Remorquirungsproben konnten in der Ansicht über die Nothwendigkeit der bereits beim Entwurfe des Planes in Aussicht genommenen Verfügung zu bestärken, dass bei der, schon ursprünglich auf 3—5.5 Meter berechneten Wassergeschwindigkeit im Kanal eine Künstliche Tractionseinrichtung geschaffen werden müsse, hinsichtlich deren, nachdem die bezüglichen Vorstudien schon Jahre vorher geschehen waren, auf Grund der durch den Handelsminister angeordneten künstlichen Schiffszungsversuche die Verfügungen betreffend eine entsprechende, künstliche Tractionseinrichtung ohne Verzug zu erfolgen habe, damit

wenn der Kanal dem öffentlichen Verkehre endgiltig übergeben werden wird, zu den Zwecken der Schifffahrt auch schon die geeignete künstliche Remorquirungseinrichtung zur Verfügung stehe.

Zu Anfang des Jahres 1896 wurde auch der, durch den Jucz-Katarakt geplante offene Kanal hergestellt, welcher Mitte April von dem Sectionsrathe Béla v. Gonda überprüft wurde, worauf, nachdem die Eignung der neuen Schifffahrtssrassen auch mittels Schiffsproben constatirt worden war, noch vor, zu der erst Ende 1897 zu erwartenden Vollendung des einen integrirenden Bestandtheil dieses Kanals bildende Steindamm, die Schifffahrt in dieses neue Bett gelenkt wurde.

Nachdem die Kanäle durch die Stenka- und Jucz-Katarakte fertig geworden waren, nahm die Unternehmung mit den gesammten Arbeitsschiffen die Lockerung und Baggerung der auf den Katarakten Kozla-Dojke und Izlas-Tachtalia, sowie auf dem Abschnitt zwischen Orsova und dem Eisernen Thore begonnenen offenen Kanälen in Arbeit, wo auf die obere Mündung des Eisernen Thorkanals besonderes Gewicht gelegt wurde, deren Ausbildung die dringendste Arbeit dieses Jahres war. Ausserdem ging die Arbeit in den, durch die Katarakten Kozla-Dojke und Izlas-Tachtalia herzustellenden Sohlenkanälen flott vorwärts, ebenso wurde mit grossem Kraftaufwande der Bau des Jucz-Golubinjeer Staudammes begonnen und wurden die auf den Grebener Dämmen und beim Damm des Eisernen Thorkanals noch erforderlichen Ergänzungen fortgesetzt. In diesem Jahre begann das Unternehmen auch die Arbeiten des vor Svinycza und vor dem Eisernen Thore neuestens geplanten Kanals. Hinsichtlich des Baues des bei Orsova geplanten Ufer-Quais wurden ebenfalls die nothwendigen Verfügungen getroffen, und kam der bezügliche Vertrag mit der Budapester Unternehmer-Firma Salesius Cathry und Sohn zu Stande, worauf die Arbeiten noch in der Mitte des Jahres in Angriff genommen wurden.

In demselben Jahre wurde auch der Bau des Gebäudes für das zur Verwaltung des Stromabschnittes in Orsova zu errichtende Schifffahrtsinspection begonnen.

Das Jahr 1896 erhob das Eiserner Thor zum Schauplatz eines hochwichtigen historischen Momentes. In die Reihe der aus Anlass der Feier des tausendjährigen Bestandes Ungarns veranstalteten Festlichkeiten wurde auch die am 27. September stattfindende feierliche Eröffnung des Eisernen Thor-Kanals aufgenommen. Einen besonderen Glanz und eine weittragende internationale Bedeutung wird diesem Feste verleihen die allerhöchste Anwesenheit des edelsten Königs der Ungarn, des von der schwärmerischen Liebe seiner Völker umringten ritterlichen Fürsten, des constitutionellsten Herrschers, Sr. kaiserlichen und apostolisch königlichen Majestät Franz Joseph I., sowie die allerhöchste Theilnahme Ihrer Majestäten des Königs Karls I. von Rumänien und des Königs Alexanders I. von Serbien. Diese feierliche Eröffnung ist berufen vor aller Welt einerseits die weittragende volkswirtschaftliche Bedeutung zu demonstrieren, welche sich an dieses

grossartige Werk knüpft, andererseits die nunmehr beinahe vollendete Thatsache zu documentiren, dass Ungarn in Ehren jenem internationalem Auftrage entsprochen hat, mit welchem die Mächte die Durchführung der zur Schiffbarmachung des Eisernen Thores an der unteren Donau und der übrigen dortigen Katarakten nothwendigen Regulirungsarbeiten im Sinne des Berliner Vertrages vom Jahre 1878 zur Aufgabe der österreichisch-ungarischen Monarchie gemacht, die geschaffenen Werke aber legen beredtes Zeugniß ab von den schöpferischen Talent der ungarischen Techniker.

---

## XIV. CAPITEL.

### Betriebseinrichtung der Regulirungs-Unternehmung.

- A) Die technische und comercielle Organisation des General-Unternehmens der Eisernen Thor-Regulirung an der unteren Donau.

Die leitende Zentralstelle befindet sich in Orsova, u. zw. besteht:

- a) die technische Leitung:  
aus 1 Director, 2 Ingenieuren und 1 Zeichner;
- b) die commercielle Leitung:  
aus 1 Director, 1 Kassier und 6 Hilfsbeamten.

Ausserdem giebt es in Orsova noch ein grosses Hauptmagazin, von wo die einzelnen Abschnitte mit Material und Werkzeugen versehen werden. Es giebt dort ferner eine Schiffswerfte der Zentral-Unternehmung, wo dieselbe ihre Schiffe u. s. w. bauen lässt, sowie die nothwendigen Reparaturen besorgt.

Bei Beginn der Arbeit entwirft die Direction ein Programm und giebt den einzelnen Sectionen, mit welchen dieselbe durch eine 80 Kilometer lange Telefonleitung verbunden ist, die nothwendigen Verfügungen bekannt.

Bei den einzelnen Sectionen, die da sind:

Eiserne Thor,  
Schiffswerfte, Winterhafen und Holzmagazin in Orsova,  
Ogradinaer (Kasaner) Steinbruch,  
Jucz,  
Ungarisch Greben,  
Serbisch Greben,  
Izlas-Tachtalia,  
Kozla-Dojke,  
Sztenka,

ist je ein Sections-Ingenieur der Leiter, dem ebenfalls das nothwendige technische Personal und ein Verwalter zur Erledigung der commerciiellen Arbeiten zur Verfügung steht.

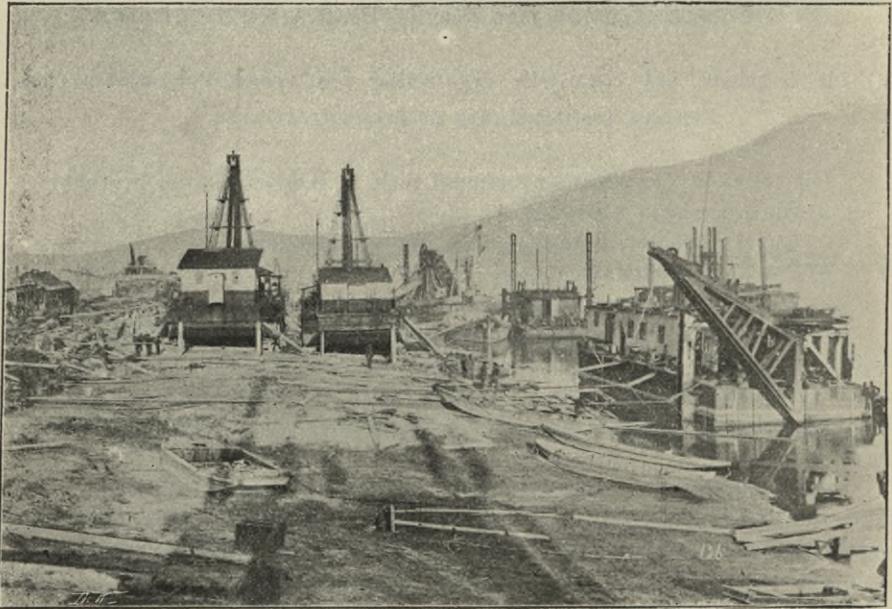
Die Sectionen verlangen das zur Leistung geringerer Zahlungen sowie das für Vorschüsse an die Arbeiter nothwendige Geld von der Zentrale und rechnen monatlich ab.

Die Auszahlung der Arbeiter wird in der Regel durch einen seitens der Direction zu diesem Zwecke entsandten Sections-Kassieren bewirkt.

Jede Section hat ein eigenes Magazin und führt über die Einnahmen und Ausgaben ein Magazinbuch.

Die detaillirten Ausweise über das verbrauchte Material senden die Arbeiteranlagen immer bis zum 10. des nächsten Monats der Zentrale zu.

Die Maschinen-Ingenieur-Section besteht aus einem Maschinen-Ingenieur, einem Hilfs-Ingenieur und einem Electrotechniker.



Die Orsovaer Schiffswerft der Eisernen Thor-Regulirungs-Unternehmung.

B) Ausweis über die Dampfer, Arbeitsmaschinen, Steinschiffe und Eisenbahn-Ausrüstung der General-Unternehmung für die Regulirung des Eisernen Thores an der unteren Donau.

I. Dampfschiffe:

1. Der Rad-Schleppdampfer „Vásárhelyi Pál“,
2. Der Rad-Schleppdampfer „Dráva“,
3. Der Rad-Schleppdampfer „Jucz“. (Wurde im Jahre 1895 verkauft.)
4. Drahtseil-Schlepper,
5. Propeller „Orsova“. (Ging im Jahre 1893 zu Grunde.)
6. Propeller „Fiume“. (Ging im Jahre 1894 zu Grunde.)

II. Arbeitsmaschinen.

7. 3 Stück Felsenbrecher,
8. 7 Stück Bohrschiffe, (wovon drei Stück mit der Zeit zu Grunde gingen, respective abmontirt wurden),
9. 7 Stück Baggerschiffe (wovon zwei Stück im Laufe der Zeit zu Grunde gingen),
10. 2 Universalschiffe,
11. 2 Stück Sondirschiffe (mit der Zeit ging eines zu Grunde),
12. 1 Schiff mit einer Ramm-Maschine,
13. 2 Stück schwimmende Krahne,
14. 1 Stück schwimmende Werkstätte,
15. 1 Stück Locomobil in der grossen Schmiede-Werkstätte,
16. 1 Dampfmotor, in der Werkstätte bei Jucz,
17. 1 Dampfmotor in der schwimmenden Werkstätte,

III. Steinschiffe und Hilfsfahrzeuge:

18. 20 Stück kleine Steinschiffe,
19. 30 „ mittlere „
20. 7 „ grosse „
21. 40 Seilmutzen,
22. 120 Stück verschiedene Kähne,
23. 8 Stück Wohn- und Lagerschiffe.

IV. Eisenbahnausrüstungen:

24. 8 Stück Locomotive,
25. 23 Kilometer Schienen,
26. 432 Stück Materialwagen,
27. 10 Stück Drehscheiben,
28. 6 Stück Wechsel mit Kreuzung.

# AUSWEIS

über die Zahl und Verwendung der bei den Arbeitsmaschinen der Generalunternehmung des Eisernen-Thorregulirung an der unteren Donau verwendete Arbeiter:

Laufende Zahl	Kunstoject	I. Meister	II. Meister	I. Maschinist	II. Maschinist	Maschinenverwalter	Feuermann	Heizer	Schmiede	Bohrer	Stuermänner	Segler	Schiffer	Dynamitmeister	Tagelöhner	Bote	Köchin	Zusammen
1	I. Bohrschiff	1	1	—	—	—	1	3	2	10	—	1	19	1	3	—	1	43
2	II. »	1	1	—	—	—	2	2	4	12	—	1	16	4	—	—	1	44
3	IV. »	1	1	—	—	—	1	1	4	9	—	1	15	3	—	—	1	37
4	VII. »	1	4	—	—	2	4	8	6	23	—	—	30	5	—	1	1	85
5	I. Felsenbrecher	1	1	1	—	4	—	4	—	—	—	1	10	—	—	—	1	23
6	II. »	1	1	1	—	5	—	4	—	—	2	1	16	—	—	—	1	32
7	III. »	1	1	1	—	4	—	4	—	—	—	1	7	—	—	—	1	20
8.	Bagger Vaskapu	1	2	1	—	5	—	4	—	—	2	1	35	—	—	—	1	52
9	» Haladás	1	1	1	—	4	—	3	—	—	2	1	18	—	—	—	1	32
10	» Kozla	1	1	1	—	4	—	3	—	—	2	1	19	—	—	—	1	33
11	Löffelbagger	1	1	1	1	6	—	4	—	—	—	1	17	—	—	—	1	33
12	Pristmann'sche Bagger	1	—	1	—	1	—	1	—	—	—	1	9	—	—	—	1	15
13	I. Universal Schiff	1	1	1	—	6	—	4	—	—	—	1	34	—	—	—	1	49
14	II. »	1	1	1	1	6	—	5	—	—	—	1	32	—	—	—	1	49
15	Grosses Sondirschiff	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—	—	30

## AUSWEIS

über die zeitweilige Anzahl, die Eisen und Arbeitsverhältnisse (Nationalität, Unterkunft, Verköstigung, Sanitätswesen) der beim Kanalunternehmen der Eisernen-Thor-Regulierung an der unteren Donau verwendeten Arbeiter.

Laufende Zahl	Strecke	Zahl der Arbeiter		Verwendung				Tagelohn			Nationalität			Unterkunft	Verköstigung	Sanitätswesen
		Maximum	Minimum	Fach- Arbeiter	Tagelöhner und Stein- Arbeiter	Fach- Arbeiter	Tagelöhner und Stein- Arbeiter	Maximum	Durch- schnitts- Tagelohn	Minimum	Ungarn	Öster- reicher	Ansländer			
1	Orsova	633	42	326	307	28	14	4.—	1.80	1.—	582	24	27	Theils in den Baracken und Lager- schiffen des Unternehmens, theils in Privathäusern  Theils in der von der Unternehmung erich- teten Cantine, theils bei den auf den Schiffen angestellten Köchinnen  Bptlemisch ist blos die Cholera im Jahre 1893 aufgetreten, demzufolge im November dieses Jahres die Arbeiter bei Grében eingestell- t wurden; sonst befriedigend.		
2	Eiserne-Thor	1976	234	425	1551	88	146	4.—	1.80	1.—	1496	189	291			
3	Kazánsteinbr.	610	78	48	562	22	56	2.50	1.70	1.20	342	121	147			
4	Jucz	552	112	192	360	41	71	3.33	1.70	1.20	422	79	51			
5	Grében	2219	162	125	2094	28	134	4.—	1.60	1.—	1615	128	476			
6	Izlás	214	63	88	126	24	39	3.33	1.70	1.20	171	5	38			
7	Kozla	575	152	172	403	49	103	3.33	1.70	1.20	449	61	95			
8	Sztenka	389	65	145	244	19	46	3.33	1.70	1.20	205	52	42			

## XV. CAPITEL.

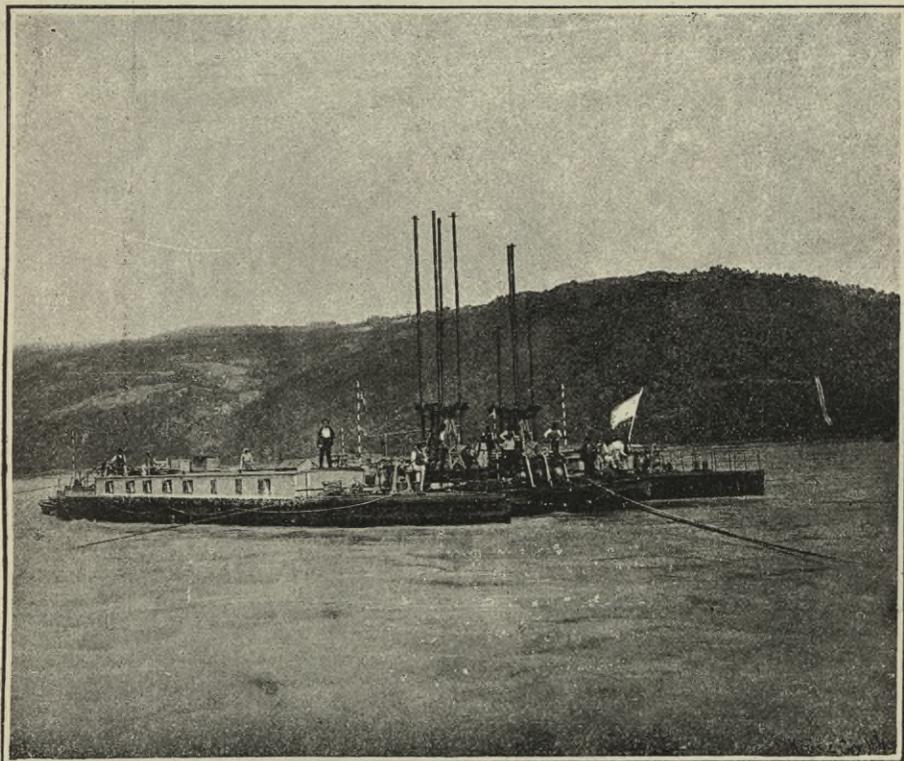
### Die bei den Regulierungsarbeiten benützten Arbeitsmaschinen.

Den schwierigsten und interessantesten Theil der Regulierungs-Arbeiten bildete das Herstellen der im freien Strome geplanten Kanäle im Felsenbette, oder die sogenannten Felsenbeseitigungsarbeiten. Die schwierigen Verhältnisse und die grosse Masse der Arbeit stellten jene Fachmänner, deren die Lösung dieser besonders wichtigen, beispiellos schweren Aufgabe ganz eigenartiger Natur harrete, angesichts der bemessenen kurzen Zeit, auf eine harte Probe. Mit Recht ist daher all' Jenen vollste Anerkennung zu zollen, die die vorzüglichsten Mittel der modernen Technik dazu benützten, um die Felsenbeseitigung unter Wasser, möglichst billig und möglichst vollkommen zu bewerkstelligen. Es bedurfte zu diesem Zwecke einer ganzen Reihe der verschiedenartigsten Maschinen und Werkzeuge, deren Construction, Reparatur und vervollkommnung viele Zeit und grosse Kosten beanspruchte, doch führte schliesslich die ganze Frage zu einer so ausgezeichneten Lösung und zu Constructionen, die auch als dem allgemeinen Interesse dienende wichtige Errungenschaften der Technik, bezeichnet werden können.

Die Beseitigung der Felsen unter Wasser machte mehrfache Arbeit nothwendig, demzufolge im Gange der Arbeit und in der Reihenfolge derselben die folgenden Arbeitsgattungen zu unterscheiden sind: 1. Constaturung der Höhe und Gestaltung der unter Wasser befindlichen Felsensohle; 2. Lockerung der Felsen; 3. Ausbaggern der gelockerten Felsen; 4. Endgiltige Reinigung des ausgebaggerten Kanals und schliesslich 5. Constaturung der thatsächlich bewirkten Herstellung der geplanten Breite und Tiefe des gereinigten Kanals.

### A) Sondirung.

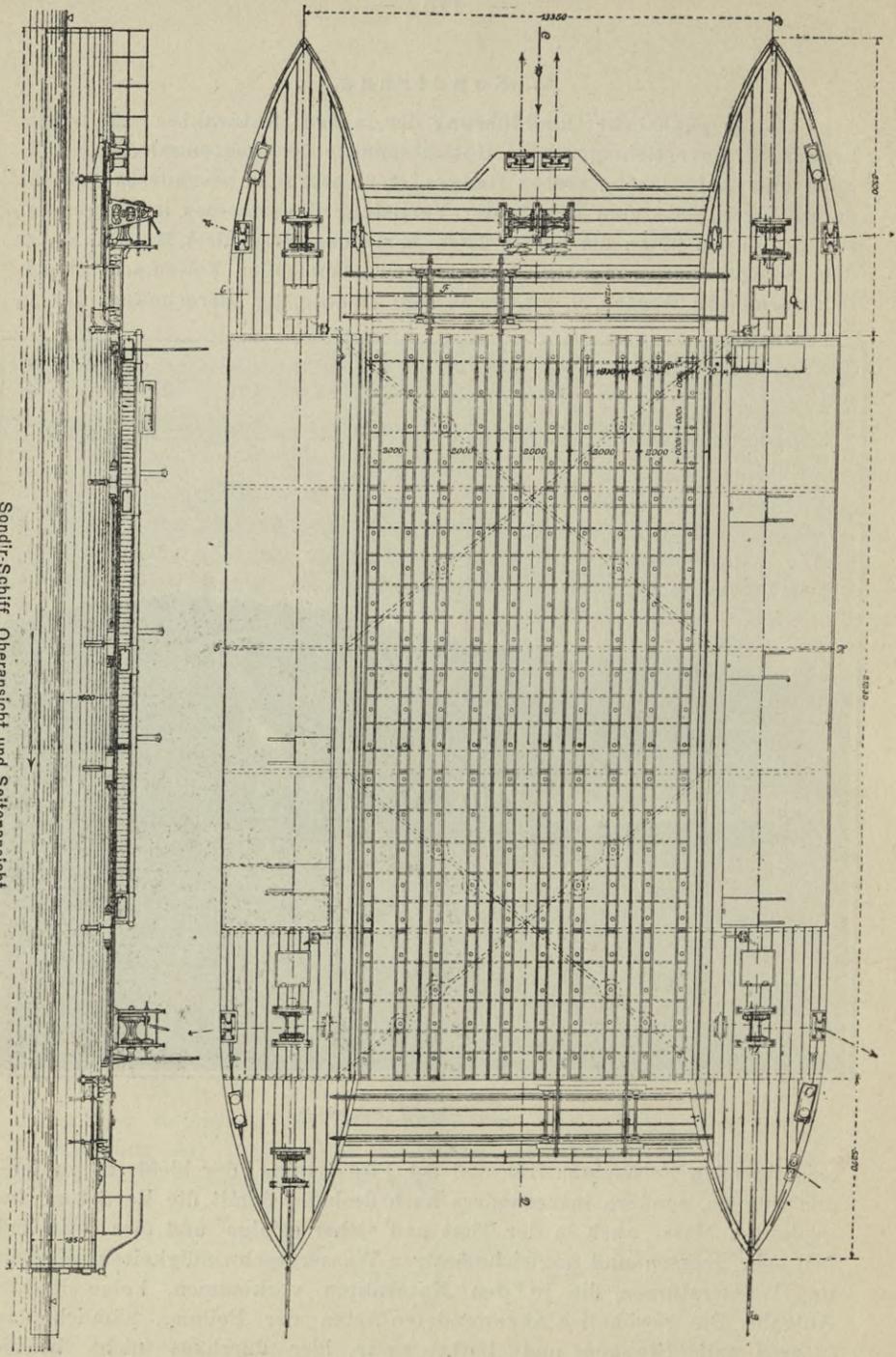
Da die pünktliche Durchführung der in den Katarakten zu bewirkenden Stromvertiefungen vom Gesichtspunkte der hindernissfreien Schifffahrt eine Anforderung ersten Ranges ist, musste man besonderes Gewicht darauf legen, dass zum Behufe der Vertiefung des Stromes in der geplanten Breite von 60 *m.* die bis zu zwei, beziehungsweise drei Metern unter dem Spiegel des niedrigsten Wassers wegzuräumenden Felsen sehr pünktlich vermessen werden, u. zw.: nicht zum Zwecke der Berechnung der zu



Sondir-Schiff (Peilschiff).

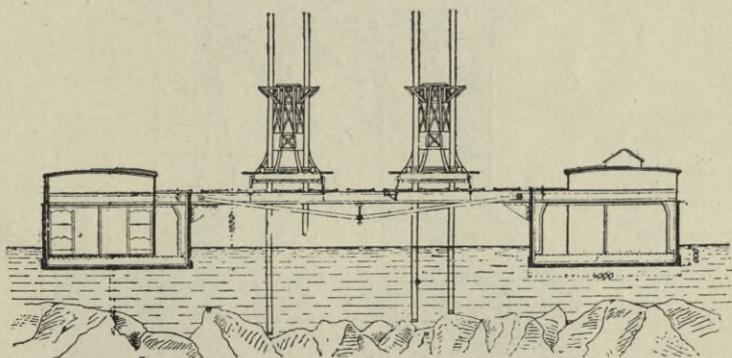
beseitigenden Felsenquantität und der Feststellung der hiefür zu zahlenden Summe, sondern insbesondere auch deshalb, damit die Vertiefung im geplanten Masse auch in der That und sicher erfolge und dies war bei den sehr grossen und ungleichmässigen Wassergeschwindigkeiten, Wirbeln und Wasserstürzen, die in den Katarakten vorkommen, keine leichte Aufgabe. Die gewöhnlich angewendeten Arten der Peilung, nämlich das Messen mit Stangen und Lothen war hier durchaus nicht befriedigend und zweckentsprechend, man musste für viel sicherere und pünkt-

Sondir-Schiff. Oberansicht und Seitenansicht.



lichere Mittel sorgen und dieses gelang in jenem Sondirschiffe zu finden, welches die Unternehmung in der Budapester Danubius-Schiffswerfte anfertigen liess.

Dieses Sondirschiff besteht, wie es unser Bild und unsere Detail-Zeichnungen klar darstellen, dem Wesen nach aus einem auf Eisen-Pontons befestigten horizontalen Boden, welcher seiner Länge nach bei jedem Meter mit einem Einschnitt versehen ist und über je zwei solchen Einschnitten mit, auf Schienen laufenden zwei Wagen montirt ist. Der Peilwagen ist derart construirt, dass seine vier Ecken genau die Eckpunkte eines Quadrates bilden, und in diese ist je eine eiserne Rohrstange zwischen entsprechenden Leitungen derart angebracht, dass dieselben in den Einschnitt des Bodens senkrecht auf die Stromsohle niedergelassen werden können und die Wassertiefe, also die Sohlenhöhe auf den auf der oberen Leitung der Rohrstange befindlichen Nonius pünktlich abzulesen ist. Bei jeder Stellung des Peilwagens ist daher die Tiefe an vier Punkten zu



Querdurchschnitt des Sondir-Schiffes.

messen, welche sich einen Meter weit von einander befinden, so dass durch das Messen ein Netz von Quadratmetern über den Felsengrund entsteht, welches also die Höhenverhältnisse der Sohle in Schichten zu je einem Quadratmeter sehr genau wiedergiebt.

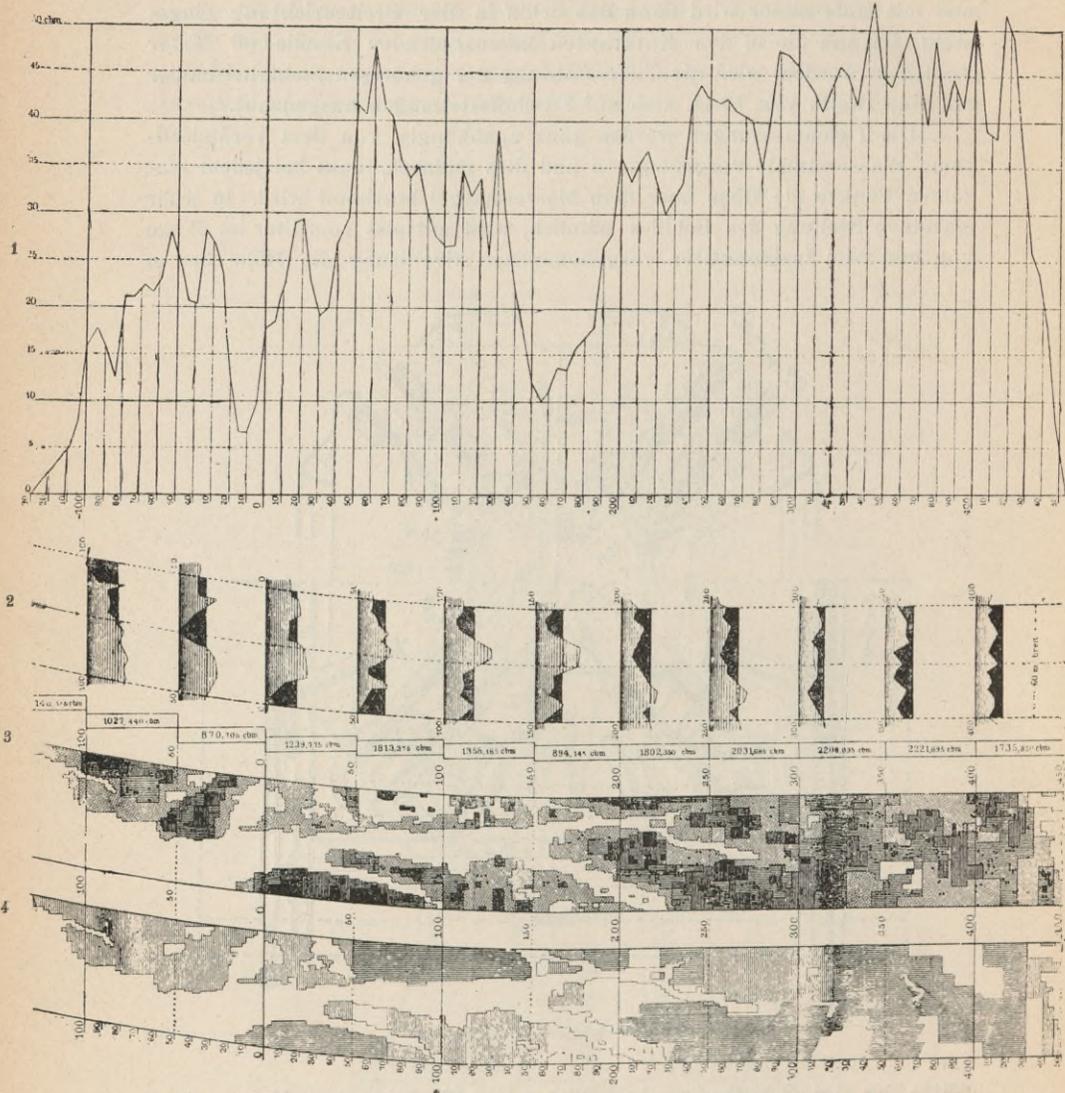
Der Boden des Sondirschiffes ist 9 m. breit und 19 m. lang; es können daher bei jeder Schiffstellung die Tiefen in Zwischenräumen von je einem Meter auf einem Gebiete von 200 Quadratmetern gemessen werden. Sobald der Messwagen an einer Schiene zu Ende gelaufen, ist derselbe mittelst einer Schiebebühne auf die nächstfolgende Schiene zu stellen und auf diese Weise kann das Messen in der Länge des nächstfolgenden Abschnittes fortgesetzt werden.

Die Einstelung des Sondirschiffes auf die entsprechende Stelle des zu vertiefenden Kanals erfolgt mittelst Ausstecken von Zeichen. Da der Boden des Schiffes einer Länge von 20 Metern entspricht, erscheint der Kanal





GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER FELSENBESEITIGUNGS-ARBEITEN UNTER WASSER.



1. Graphische Darstellung der Felsenbeseitigung nach Profile.
2. Querprofile der unter Wasser in Felsen herzustellenden Cunebbe.
3. Dicke der auszusprengenden Felsen, aufgenommen mit dem Sondirschiff in Quadratmeter. (Je dichter die Schraffirung, desto dicker die zu beseitigenden Felsen.)
4. Graphische Darstellung der gelockerten und ausgebaggerten Theile. Die vertikal schraffirten, stellen die gelockerten, die horizontal schraffirten, die gebaggerten Theile dar.

dort, wo eine Vertiefung nothwendig ist, die entsprechende Nummer mit rother, wo dass nicht nothwendig ist, die Tiefe mit schwarzer Farbe eingezeichnet wird. Ausserdem wird die Gestaltung der Sohle auf Grund der vermessenen Punkte auch grafisch veranschaulicht, was die Uebersicht bedeutend erleichtert. Diese genaue Uebersicht der Tiefen bietet vollständige Garantie dafür, dass die durch eine entsprechend durchgeführte Vertiefung in den Katarakten zu bauenden Kanäle mit den planmässigen Dimensionen thatsächlich herzustellen sind und auch hergestellt werden. Unsere grafischen Bilder veranschaulichen getreu die von Profil zu Profil zu beseitigende Felsenquantität, ferner die Gestaltung der zu vertiefenden Felsensohle sammt der für jeden Quadratmeter berechneten Dicke der zu beseitigenden Felsenschichten, sowie die in den einzelnen Strecken ausgeführten Lockerungen und Baggerarbeiten.

---

### B) Felsenlockerung.

Die zur Herstellung der im Felsenbette zu bauenden Felsenkanäle nöthige Felsenlockerung erfolgt je nach der Dicke und der Qualität der zu beseitigenden Felsenschichte, entweder durch Sprengung oder Zertrümmerung.

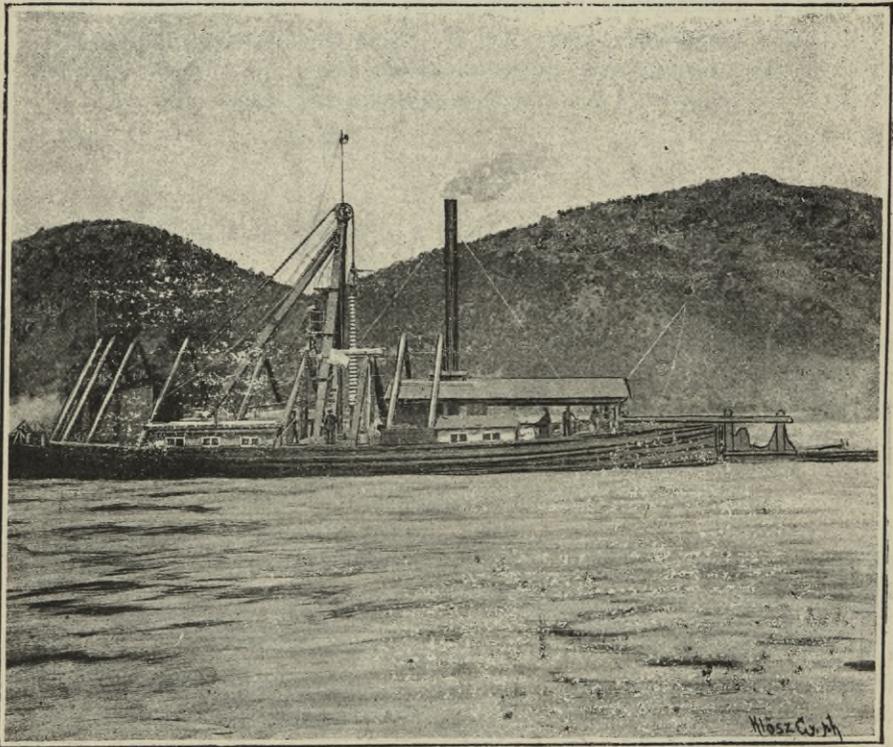
Das Felsenzertrümmern besteht darin, dass von einem Schiffe ein Meissel von grossen Dimensionen und mit einer Stahlkante versehen, aufgezogen und sodann auf den zu zertrümmernden Felsen fallen gelassen wird, wodurch der Meissel ein Stück des im Strom befindlichen Felsens absprengt. Dieses Verfahren wird auf einem Punkte so lang fortgesetzt, bis der Felsen bis zur erforderlichen Tiefe ausgehauen ist.

Beim Sprengen werden vom Schiffe, also vom Spiegel des Wassers mittelst Bohrmaschinen in den zu beseitigenden Felsen Löcher gebohrt, dieselben ebenfalls von diesem Schiffe aus mit Dynamit gefüllt, und wird das Dynamit, nachdem das Schiff entfernt worden, auf elektrischem Wege zur Explosion gebracht.

Diese Lockerungsmethoden haben einander sozusagen ergänzt, denn während die Schiffe mit den Felsenbrecher sehr vortheilhaft zum Lockern der dünneren Schichten benützbare waren, arbeiteten die Bohrschiffe mit günstigem Resultate in den dickeren Schichten. Eine zweckmässige, wenig Arbeit und Kosten beanspruchende Lockerungsarbeit war also nur bei richtiger Combination dieser beiden Lockerungsmethoden zu erreichen.

a) Schiffe mit Felsenbrechern.

Die Felsenbrecher-Maschinen wurden nach System der englischen, beziehungsweise schottischen Schiffs- und Maschinen-Fabrikanten Lobnitz, zu Beginn in dessen eigener Fabrik zu Renfrew fertiggestellt. Die Construction derselben ist eine sehr einfache und ausschliesslich auf den freien Fall gegründet. Zum Zertrümmern der Felsen nämlich dient ein grosser und gewichtiger eiserner Meissel, welcher sammt den nothwendigen Maschinen-Einrichtungen auf ein besonderes Schiff montirt ist.

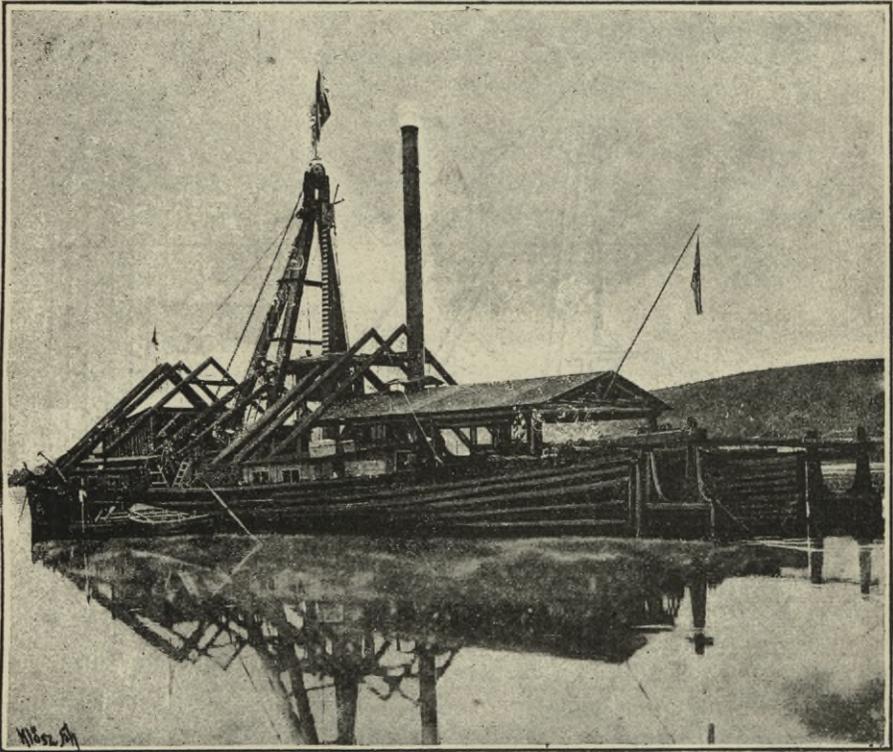


Felsenbrechschiff.

Zum Brechen der Felsen waren drei solche Schiffe in Verwendung, bei welchen die maschinelle Einrichtung dieselbe war, nur die Methode der Montirung der Schiffskörper und der maschinellen Einrichtungen und deren Placirung waren insoweit verschieden, dass das Felsenbrechschiff I. ursprünglich auf zwei Steinschiffe montirt war, während die Schiffe II. und III. blos einen Schiffskörper besaßen, ferner bei I. und II. der Meissel in der Mitte des Schiffes placirt war, bei III. am Hintertheil des Schiffes. Dieses letztere System aber entsprach den Erwartungen nicht und wurde bei diesem Arbeitsschiffe der Meissel ebenfalls in die Mitte versetzt.

Die Maschinerie des Brechschiffes besteht in ihrem Wesen aus zwei Haupttheilen, u. zw. aus einem Dreifussgestell, auf welches der Meissel mittelst einer Hebemmaschine bis zum Wasserspiegel emporgezogen wird, ferner aus der Vorrichtung zum Vorwärts-, Rückwärts- und Seitwärtsbewegen des Schiffes.

Die Hebemmaschine ist im Principe eine, mit zwei Cylinder und mit mehrfacher Transmission versehene Maschine, deren letztes Zahnrad an eine Kettentrommel befestigt ist. Auf dieser Trommel ist die Meissel-

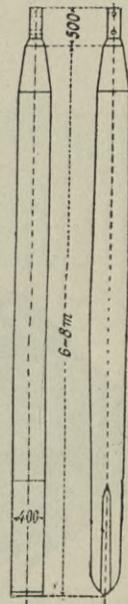
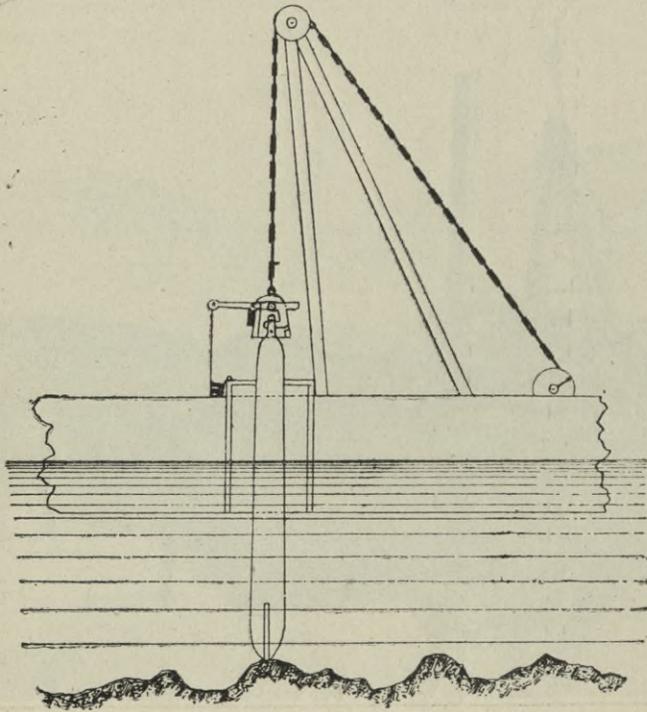


Brechschiff.

hebekette befestigt. Mit dieser Trommel geht die Meisselhebekette durch ein eisernes, ungefähr 12 Meter hohes Dreifussgestell, an dessen Spitze sich eine Rolle befindet. Am anderen Ende der Kette, welche von der Rolle herabhängt, befindet sich eine, mit einem Hebelhacken befestigte Glocke, welche beim Herablassen das obere Ende des Meissels bedeckt, sich automatisch mit ihrem Hebel in den Meisselbügel einhängt und so den Meissel mit der Hebemmaschine verbindet. Beim Anziehen des Hebels trennt sich der Meissel von der Glocke und stürzt hinunter.

Wenn der Meissel in weicherem Felsenmaterial arbeitet, dann bildet sich an seinem Ende in der Regel eine lange Schneide, während hingegen bei härterem Material eine kürzere Schneide sich zu bilden pflegt. Ein Meissel kann unter gewöhnlichen Umständen hunderttausend und noch mehr Schläge machen, bis die Stahlzunge vollkommen abgenützt ist. Indessen brechen die Meissel schon in viel kürzerer Zeit.

Der Meissel stürzt durch die, im Schiffskörper befindliche Oeffnung auf die zu lockernden Felsenmassen hinab. Damit jedoch der Schiffskörper hierbei nicht beschädigt werde, ist in der Oeffnung ein starker, mit Eisen beschlagener Holzrahmen zwischen den Leitfeilern angebracht.



Skizze des Steinbrechmeissels.

Die zum Vorwärts-, Rückwärts- und Seitwärtsbewegen des Brechschiffes dienende Maschinerie ist gleich den, bei den Baggermaschinen verwendeten Constructionen.

Die Brechschiffe sind mit einem Haupt-, vier Neben- und einem rückwärtigen Anker, deren Ketten zu den sechs Trommeln der Laviermaschinen führen, befestigt.

Mit den Brechschiffen werden mit Rücksicht auf die grossen Laviungsschwierigkeiten die Lockerungsarbeiten in der Regel in der halben

Breite des Kanals von unten nach oben bewerkstelligt. Die Lockerungs- oder Arbeitslinie selbst wurde in der Richtung der Querprofile genommen, zu welchem Behufe diese Profile von Meter zu Meter ausgesteckt waren. Die Distanz der Lockerungslinien von einander und die Distanz der Lockerungspunkte in diesen Linien selbst betrug 0·5—0·3 Meter.

An den einzelnen Punkten wurde die Lockerung so weit getrieben, bis die gehörige Tiefe erreicht war. Die Tiefe der Felsenlockerung wurde durch Einstellung des Schiffes bestimmt und diese war gewöhnlich um 0·5—0·8 *m.* tiefer, als die herzustellende Kanalsohle.

Die Arbeit der Maschine ist sehr einfach. Das auf den entsprechenden Ort genau eingestellte und an, in der Länge des auszusprengenden Kanals niedergelegten Haupt- und vier seitlichen Ankerketten festgehaltene Schiff wurde je nach dem Resultate der Arbeit des Felsenbrechers — je nachdem derselbe nämlich an den betreffenden Punkten den Felsen bis zur geplanten Sohle schon ausgebrochen hatte — was auf dem, an dem Meissel selbst befindlichen Masse pünktlich genug abzulesen war, zuerst in seitlicher Richtung in entsprechender Art stufenweise automatisch fortbewegt und sowie der Felsen in einer Breite von einem halben Meter zertrümmert war, wurde das Schiff an der Hauptkette um 0·3 bis 0·5 *m.* zum Zertrümmern des nächsten Felsenstreifens herangezogen.

Die Arbeitsergebnisse der Felsenbrecherschiffe sind je nach der Dicke der Felsenschichte, die Härte derselben, wie auch nach den durch die Wasserverhältnisse verursachten Schwierigkeiten sehr verschieden. Im Anfange waren die Resultate ungünstigere, doch wurden dieselben mit der fortwährenden Vervollkommnung der Maschinen und der grösseren Geschicklichkeit des Personals immer günstiger. Eine entsprechende Orientierung hierüber bilden die folgenden Daten.

In den ersten Jahren der Arbeit, als die fortwährende Verbesserung und Umgestaltung der Maschinen die ununterbrochene Fortsetzung der Arbeit unmöglich machte, betrug die Leistung je eines Felsenbrecherschiffes durchschnittlich per Arbeitstag auf dem Jucz-Katarakt 11 bis 28 Kubikmeter, auf dem Kozla-Dojke Katarakt 5 bis 15 Kubikmeter, welches Resultat sich im Jahre 1892 auf dem letzteren Katarakte auf tägliche 47 Kubikmeter erhöhte.

Im Jahre 1893, als die Maschinen bereits vervollkommenet und besonders das Stahlmaterial der Meissel entsprechend ausgewählt war, und dieselben in gehöriger Qualität gefertigt wurden, wiesen die in den Katarakten Kozla, Izlas, Jucz und bei dem Eisernen Thore arbeitenden drei Felsenbrecherschiffe vom März bis zum Dezember die nachfolgenden Arbeitsergebnisse auf:

Das Schiff Nr. I lockerte während 90 Arbeitstage in den Katarakten Izlas und Jucz und beim Eisernen Thore mittelst 122.000 Schläge 6606·02 Kubikmeter.

Das Schiff Nr. II lockerte während 204 Arbeitstagen in den Katarakten Kozla und Jucz mittelst 347.569 Schläge 9280·18 Kubikmeter.

Das Schiff Nr. III lockerte in 227 Arbeitstage in den Katarakten Kozla, Izlas und beim Eisernen Thore mittelst 353.390 Schläge 16.672·27 Kubikmeter.

Die durchschnittliche Arbeitsleistung per Arbeitstag betrug:  
 bei Nr. I 73·40 Kubikmeter und auf einen Schlag 0·054 Kubikmeter,  
 „ „ II 45·49 „ „ „ „ 0·026 „  
 „ „ III 73·74 „ „ „ „ 0·047 „

Alle drei Steinbrecher zusammengenommen, wurden per Arbeitstag mit einem Steinbrecher 62·49 Kubikmeter gelockert und entfallen beim Lockern auf einen Schlag 0·039 Kubikmeter.

Einen Einfluss der Qualität des Materials auf die Leistung der Arbeitsmaschinen zeigen die Resultate des Jahres 1893:

Es wurde durchschnittlich per Arbeitstag gelockert bei den Katarakten:

	Stenka	Kozla	Izlas	Jucz	Eisernes Thor
Durch das Steinbrecherschiff Nr. I	—	—	86·17 m <sup>3</sup>	37·72 m <sup>3</sup>	92·01
„ „ „ „ II	47·43	47·7	—	32·29	—
„ „ „ „ III	—	64·70	89·80	—	120·80

Aus diesen Resultaten ist zu ersehen, dass die Maximalleistungen auf dem Katarakte beim Eisernen Thor erreicht wurden, was auch natürlich ist, denn dort konnte der Meissel in weichem schieferigem Kalkgesteinmaterial des Stromes mit viel bedeutenderem Erfolge arbeiten, als dies im harten Material der übrigen Katarakte möglich war.

Im Jahre 1894 betrug die Gesamtarbeit der Steinbrecherschiffe während 362 Arbeitstage 27.129·42 m<sup>3</sup>, die durchschnittliche Leistung eines Steinbrechers belief sich per Arbeitstag schon auf 76 m<sup>3</sup> und auf einen Üeisselschlag entfielen bereits 0·046 m<sup>3</sup> gelockerten Materials. Unter den verschiedenen Katarakten betrug im Jahre 1894 die geringste durchschnittliche Tagesleistung auf den Stenka-Katarakt 38·66 m<sup>3</sup>, die grösste beim Eisernen Thor 118·47 m<sup>3</sup>.

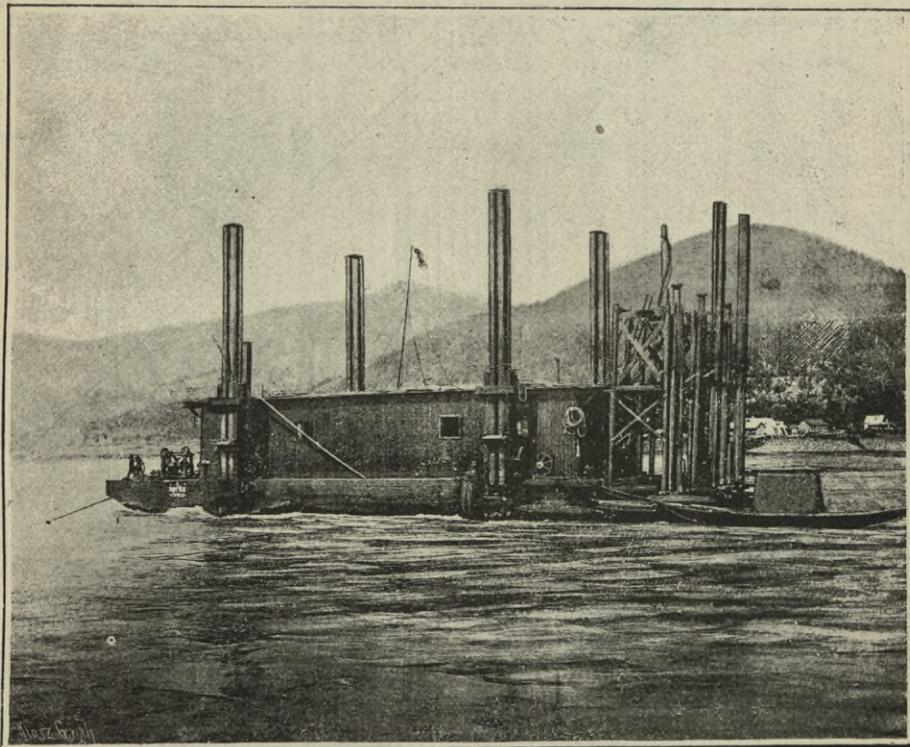
#### b) Bohrschiffe.

Die bei der Sprengung der Felsen unter Wasser zur Anwendung gelangten Bohrschiffe können in zwei Systeme getheilt werden, u. zw.:

a) Die Bohrschiffe nach Liniensystem, bei welchen aus einer Stellung des Schiffes die Bohrlöcher nur in einer Richtung hergestellt werden können, in dieser aber in verschiedenen Entfernungen von einander sich befinden können. Die Bohrlinien wurden einzeln gesprengt, die Explosion wurde also stufenweise zu Wege gebracht. Die Bohrschiffe dieses Systems können wieder in zwei Systeme getheilt werden, und zwar: in solche, bei welchen die Arbeitslinie auf dem Hintertheile des Schiffes und in solche, auf welchen dieselbe auf einer Seite des Schiffes angebracht war. Zu den ersteren gehörten die Bohrschiffe Nr. I, III und IV, welche nach der Richtung des Wasserabflusses von oben nach abwärts arbeiteten, zu den letz-

teren die Bohrschiffe II und VII, welche von der einen Seite des Kanals angefangen bis zur anderen Seite desselben die Lockerungsarbeiten vornahmen.

b) Bohrschiffe nach dem Flächensystem, bei welchen in einer Schiffsstellung mehrere Arbeitslinien, d. h. Bohrlinien hergestellt werden können, welche in verschiedenen Entfernungen von einander sich befinden konnten, doch war in den einzelnen Arbeitslinien die Entfernung der Bohrlöcher von einander unverändert. Die in je einer Schiffsstellung gebohrten



Bohrschiff Nr. 1.

Löcher wurden auf einmal gesprengt, es wurde also bei diesen Arbeitsschiffen eine Flächenexplosion bewirkt.

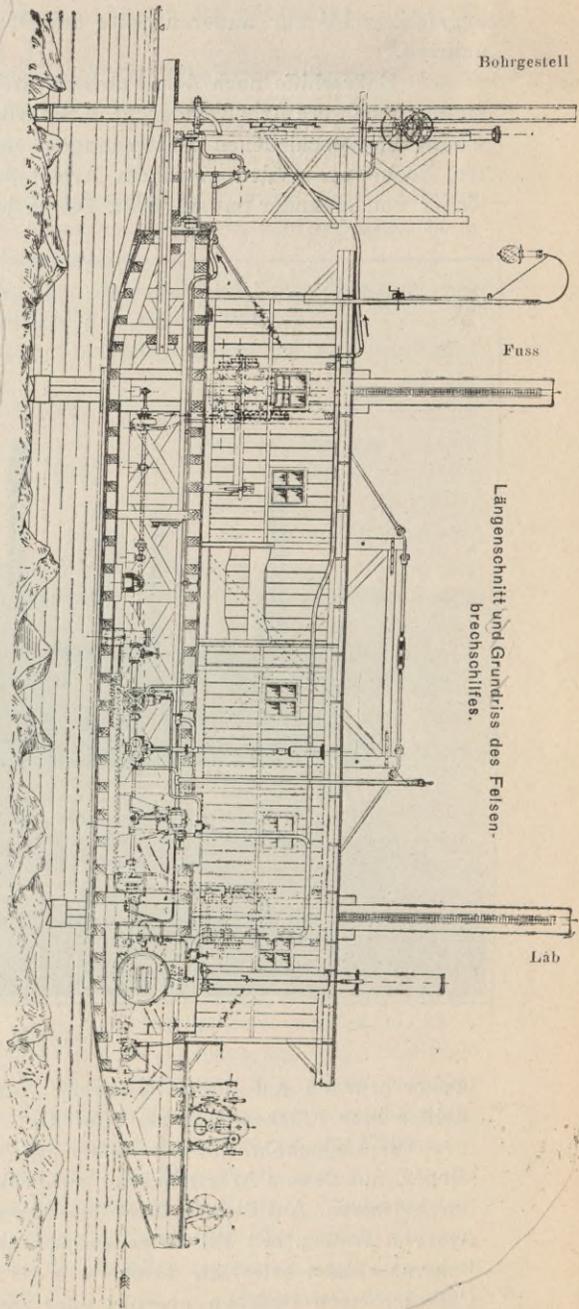
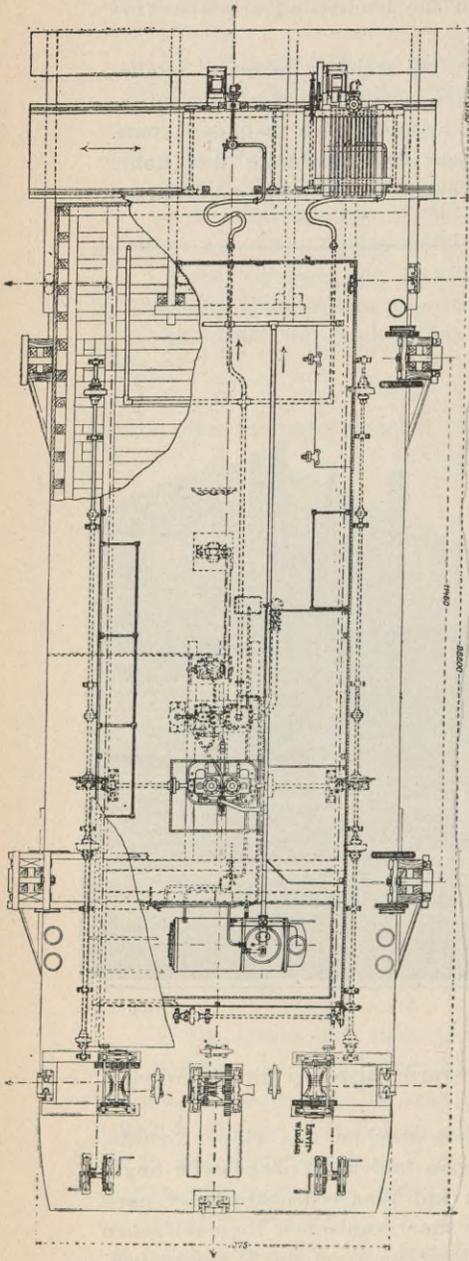
Die Linienbohrschiffe bestehen im Wesentlichen aus einem Schiffskörper, auf dessen Arbeitsbrücke auf Schienen laufende Bohrgestelle angebracht waren. Auf diesen Gestellen waren auf Wasserdruckcylinder nach Art von Kolben mit Hilfe Kreuzköpfen die amerikanischen Ingersoll'schen Bohrmaschinen befestigt, welche von der Functionirung der Wasserdruckcylinder nach Belieben gesenkt oder gehoben werden konnten. Für die Wasserdruckcylinder lieferten Worthington'sche Pumpen das Wasser,

Bohrgestell

Fuss

Längenschnitt und Grundriss des Eisen-  
brechschiffes.

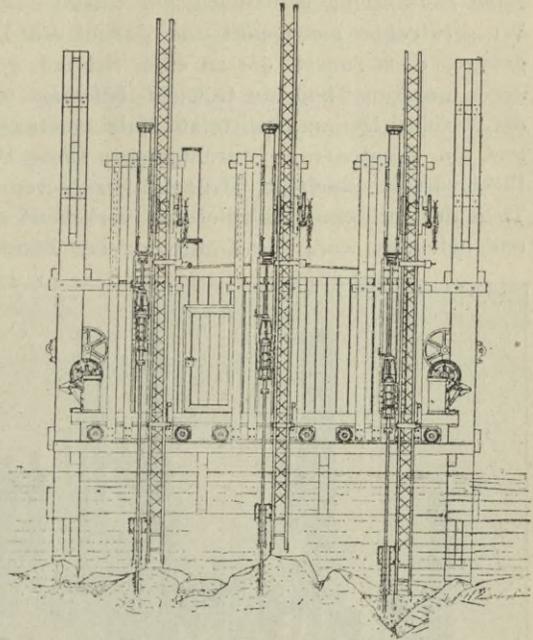
Läb



welches einen Druck von 10, bei dem Bohrschiffe Nr. VII einen solchen von 70 Atmosphären ausübte. Auf den Bohrgestellen waren Bohrleitungen angebracht, die auf den Stromgrund herabgelassen werden konnten und welche den leitenden Röhren als Stütze dienten. Diese Röhren besaßen in der Richtung des Wasserabflusses eine in der ganzen Länge sich hinziehende Schlitz zum Hinausleiten des Zünddrahtes.

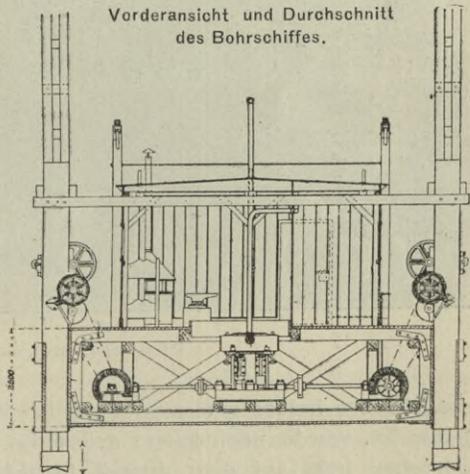
Das Bohrschiff selbst war mit einer Haupt- und vier Lavirketten verankert und damit während der Bohrarbeiten der Schiffskörper ganz feststehe, waren vier Füße angebracht mit deren Hinablassen u. Hinabdrücken das ganze Bohrschiff ein wenig aus dem Wasser gehoben wurde.

Die Arbeit geht bei den Bohrschiffen folgendermassen von statten: Nach Einstellung des Schiffes mittelst der ausgesteckten Längen- und Querprofile und nach Spannung der auf den Dampf-Lavirmaschinen befindlichen Lavirketten wurden die Füße des Schiffes an das Felsenbett gedrückt. Hierauf wurden bei den Bohrgestellen die Fussgestelle mit den leitenden



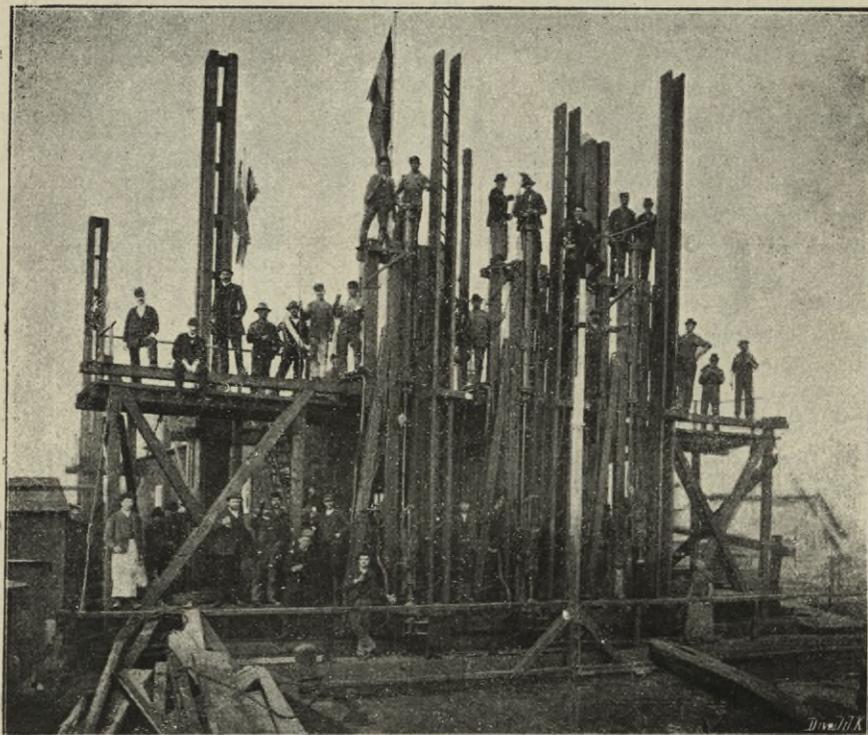
Fuss    Bohrer    Bohrer    Bohrer    Fuss

Vorderansicht und Durchschnitt  
des Bohrschiffes.



Röhren auf das Felsenbett hinuntergelassen und in die Leitungsröhren, die mit einer Kreuzschiene versehenen Felsenbohrer gesteckt, deren oberes Ende in die Ingersoll'sche Bohrermaschine hefestigt wurde. Hierauf begannen die mit Dampf arbeitenden Bohrmaschinen ihre Function. Die Maschinen sind automatisch rotirende Stoss-Bohrmaschinen, welche bei jedem Schlag dem Bohrer auch eine kleine Kreisbewegung verleihen.

Nach Herstellung der Bohrlöcher wurde das Bohrloch mit einem starken Wasserstrahle ausgespült und darauf die Dynamitpatrone direct so eingefügt, dass zuerst die an eine Schnur gereihten Dynamitcylinder, an deren unteren Theil ein Gewicht befestigt war, hinuntergelassen wurden, der weiche Dynamit mittelst Holzladestangen stark zusammengepresst und die Zündpatrone daraufgelegt. Diese Patrone besteht aus in einem Blechcylinder placirten Dynamit geringerer Quantität, auf dessen oberen Theil der mit einer Kabelleitung versehene elektrische Zünder angebracht und befestigt war. Die Einfügung der Zündpatrone, welche des elektri-



Partie eines Bohrschiffes.

schen Zünder halber eine ausserordentlich heikle und nicht ungefährliche Aufgabe ist, wurde nach jenem grösseren Unglücksfalle, welcher sich am 12. October 1892 auf dem Jucz-Katarakt ereignete, mittelst der durch den k. und k. Pionnier-Hauptmann Franz Herbert construirten Sicherheits-Ladevorrichtung bewirkt.

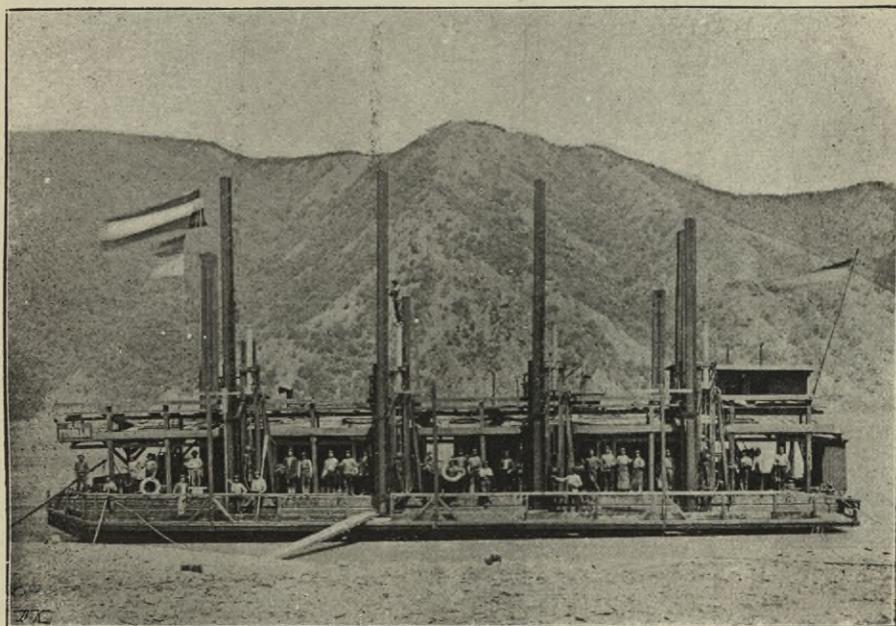
Nach Einfügung der Zündpatrone wird die Kabelleitung, deren oberes Ende an das Schiff befestigt wird, durch Entfernung der leitenden Röhre herabgelassen, die leitende Röhre heraufgehoben, womit das Laden des Bohrloches beendigt ist.

Nach dem Laden des Bohrloches werden die Füße des Bohrschiffes gehoben und wird das Schiff mittelst der Ankerketten auf eine entsprechende Entfernung seitlich gestellt.

Nachdem dies geschehen, werden die Kabelleitungen in die elektrische Zündmaschine eingeschaltet und die Patronen der gesammten Bohrlöcher auf einmal zur Explosion gebracht.

Die Entfernung der Arbeitslinien von einander betrug in der Regel zwei Meter und nur bei seichten Felsen wurde dieselbe mit drei Metern angenommen. Die Tiefe der Bohrlöcher betrug erst einen Meter, später aber zwei Meter unter dem Grund des herzustellenden Kanals.

Die Arbeitsergebnisse bei den Bohrschiffen sind sehr verschieden, denn



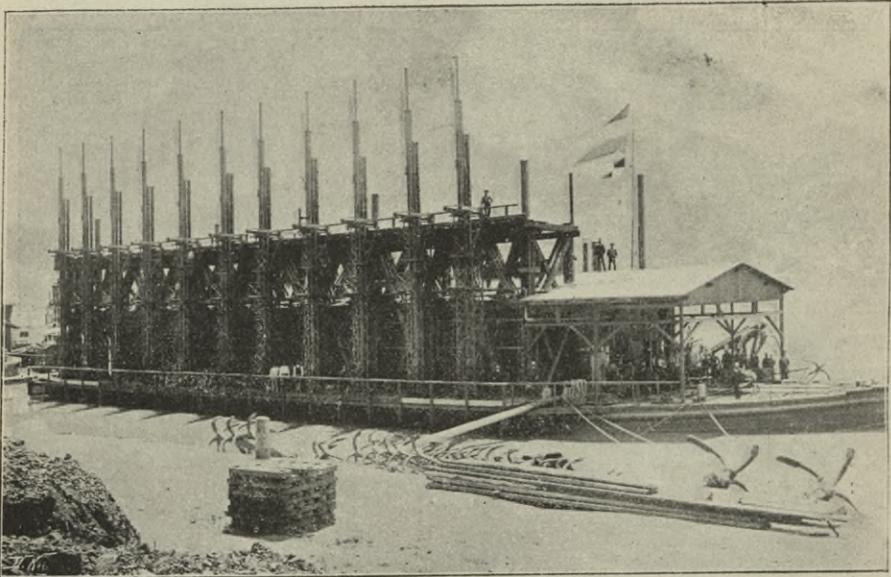
Bohrschiff Nr. 2.

dieselben sind nicht nur von der Dicke der zu beseitigenden Felsenschicht vom Umfange und der Härte abhängig, sondern namentlich auch davon, wie viele Bohrgestelle auf dem betreffenden Bohrschiffe auf einmal arbeiten und wie viele solcher Bohrer benützt werden können, d. h. in welcher Länge oder auf welchem Gebiete die Bohrlöcher aus einer Schiffsstellung angefertigt werden können. Auf dem Bohrschiffe nach dem Liniensystem beträgt die Länge der Linie 7·25—15·40 m., die Anzahl der in einer Stellung gebohrten Löcher wechselt zwischen 6 und 12. Auf den Bohrschiffen nach dem Flächensystem betrug die Länge der Arbeitslinie 4·60—40 m., die Zahl der aus einer Stellung gebohrten Löcher aber 12 bis 22. Das

grösste der Bohrschiffe bohrte in einer Länge von 40 Metern mit 11 Bohrmaschinen 22 Löcher in einer Stellung.

Im Verhältnisse zu dieser verschiedenen Arbeitsfähigkeit der Bohrschiffe sind auch die Arbeitsresultate derselben verschieden. In dieser Hinsicht sind folgende Daten geeignet eine Orientirung zu bieten:

Auf dem Katarakte Kozla-Dojke betrug bei dem, mit drei Bohrmaschinen versehenen nach Liniensystem gebauten Schiffe im Jahre 1891, da noch nicht genügende Erfahrungen mit den Arbeitsmaschinen gemacht worden waren und die Maschinen mit fortwährenden Unterbrechungen arbeiteten und fortwährende Verbesserungen nothwendig machten, die



Bohrschiff Nr. VII.

tägliche Felsenlockerung 8 bis 30  $m^3$ , die durchschnittliche Tagesleistung 20  $m^3$ , also per Bohrer 6·6  $m^3$ .

Dasselbe Schiff lockerte im Jahre 1892 täglich durchschnittlich 24 bis 25  $m^3$  und machte während zwei Monate an 45 effectiven Arbeitstagen 552 Schüsse, mit welchen 1728  $m^3$  Felsen gelockert wurden, also per Arbeitstag 38·4  $m^3$ , per Bohrer täglich 12·8  $m^3$  und per Schuss 3·1  $m^3$ .

Das nach dem Liniensystem gebaute mit drei Bohrern versehene, aber eine Arbeitslinie von 11 Metern besitzende Bohrschiff Nr. III lockerte im Jahre 1892 an 70 Arbeitstagen mit 1907 Schüssen 3872 Kubikmeter, also per Arbeitstag 55·3 Kubikmeter, per Schuss 3·8  $m^3$  und per Bohrer täglich 18·4  $m^3$  Felsen.

Die durchschnittliche Tagesleistung eines, nach dem Liniensystem

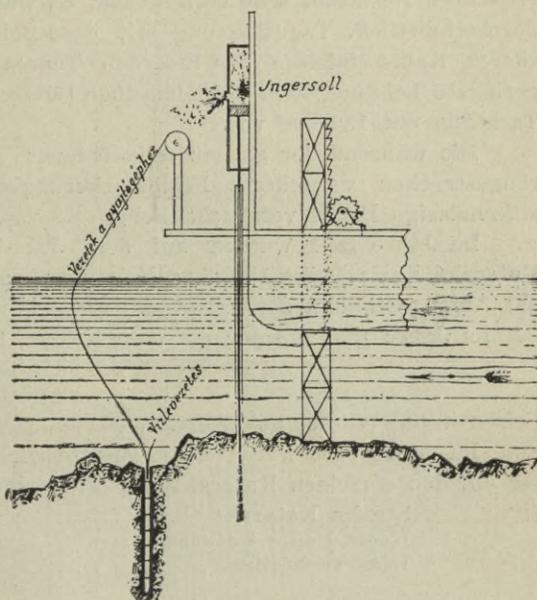
gebauten, mit vier Bohrern versehenen, eine 15 Meter lange Arbeitslinie besitzenden Bohrschiffes betrug  $60\cdot2^e$ .

Dieselben Arbeitsmaschinen arbeiteten in dem, aus viel härterem Gestein bestehenden Jucz-Katarakt mit folgendem Resultate:

Das mit 3 Bohrern arbeitende Bohrschiff Nr. I lockerte täglich  $6\cdot4$  bis  $25\cdot6 m^3$  und die Durchschnittsleistung während des Jahres 1892. im mittleren Werthe berechnet, betrug  $18\cdot26 m^3$  täglich. Die Tagesleistung des mit vier Bohrern arbeitenden Bohrschiffes Nr. II. wechselte zwischen 14 und  $32\cdot7 m^3$ , belief sich daher im Durchschnitte auf  $27\cdot5^3$ .

Mit der Vervollkommnung der Bohrschiffe und deren Arbeiten wurden auch die Lockerungsergebnisse günstiger. So gestalteten sich im Jahre 1893 die Resultate der Arbeit der Bohrschiffe folgendermassen:

Das mit 3 Bohrern arbeitende Linienbohrschiff Nr. I. lockerte im Kozla-Dojke und dem Sztenka-Katarakt während 23 Arbeitstagen mit 3447 Schüssen  $10\cdot312\cdot37 m^3$ , also im täglichen Durchschnitt  $44\cdot6 m^3$  und per Schuss  $2\cdot99 m^3$ . Das Durchschnittsresultat per Tag, bezw. per Schuss bei dem, mit vier Bohrern versehenen Linienbohrschiffe Nr. II betrug  $66\cdot15 m^3$ , bezw.  $3\cdot45 m^3$ , bei dem mit drei Bohrern arbeitenden Linienbohrschiffe Nr. III im Durchschnitt per Tag  $45\cdot9 m^3$  und per Schuss  $3\cdot07 m^3$ , und bei dem mit vier Bohrern versehenen Linienbohrschiffe Nr. IV,  $94\cdot59$ , bezw.  $5\cdot42 m^3$ , bei dem Flächenbohrschiffe



Skizze des Bohrapparates.

Nr. IV, welches mit vier Bohrern versehen ist, im Durchschnitte per Tag  $28\cdot5 m^3$  und per Schuss  $1\cdot89 m^3$ . Die gesammten Bohrschiffe lockerten in den Katarakten Jucz, Kozla, Dojke und Stenka im Jahre 1893 mit insgesamt 15.965 Schüssen  $52\cdot390\cdot35 m^3$ , also im Durchschnitt je ein Bohrschiff per Tag  $53\cdot3 m^3$  und per Schuss  $3\cdot2 m^3$ .

Die auf den sämmtlichen Katarakten mit den Bohrschiffen im Jahre 1893 erreichten Resultate waren die folgenden:

Das Bohrschiff Nr. I. lockerte an 161 Arbeitstagen mit 1880 Schüssen  $6081\cdot61 m^3$ , also im Durchschnitte per Arbeitstag  $37\cdot77 m^3$ .

Das Bohrschiff Nr. II. lockerte an 181 Arbeitstagen mit 2470 Schüssen  $7026\cdot87 m^3$ , also im Durchschnitt täglich  $38\cdot82 m^3$ .

Das Bohrschiff Nr. IV lockerte an 200 Arbeitstagen mit 3084 Schüssen 13.345·11  $m^3$ , also im Durchschnitt täglich 66·72  $m^3$ .

Das Bohrschiff Nr. V. lockerte an 225 Tagen mit 3215 Schüssen 7074·25  $m^3$ , also im Durchschnitt täglich 31·44  $m^3$ .

Das grösste Bohrschiff Nr. VII. lockerte an 111 Arbeitstagen mit 3074 Schüssen 8146·48  $m^3$ , also im Durchschnitt per Arbeitstag 73·39  $m^3$ .

Das Gesamtergebnis der Arbeit der Bohrschiffe während des Jahres 1894 betrug an 878 Arbeitstagen 13.723 Schüsse und eine Felsenlockerung von insgesamt 41.674·32  $m^3$ , wovon im Durchschnitt täglich auf sämtliche Schiffe 248·14  $m^3$ , und auf je einen Schuss, 3 Kubikmeter entfallen.

In den verschiedenen Katarakten sind, je nach der Verschiedenheit der Verhältnisse und der Gestaltungen des Gesteins auch die beim Lockern erreichten Resultate sehr verschieden. So wurde im Jahre 1894 die grösste durchschnittliche Tagesleistung mit dem Bohrschiffe Nr. IV. in den weichen Kalksteinfelsen des Eisernen Thores mit 86·56  $m^3$  erreicht; die geringste Leistung kam bei demselben Bohrschiff auf dem Katarakt Izlas-Tachtalia mit 13·30  $m^3$  vor.

Die während der ganzen Arbeitsdauer auf den gesammten Regulierungsstrecken verrichtete Felsenlockerungsarbeit wird durch folgende ziffermässige Daten veranschaulicht:

Im Jahre 1891 wurden auf dem Jucz-Katarakt 1421  $m^3$ , auf dem Katarakt Kozla-Dojke 1503·8  $m^3$  Felsen unter Wasser gelockert. Dies war das Anfangsstadium der Arbeiten.

Im Jahre 1892 wurden auf dem Katarakte Kozla-Dojke	11.908·27 $m^3$ ,
auf dem Katarakt Jucz	. . . . . 25.850·27 „
Zusammen	. . . . . 37.758·99 $m^3$

Felsen unter Wasser gelockert.

Im Jahre 1893 waren die Resultate der Felsenlockerung unter Wasser auf den einzelnen Katarakten die folgenden:

Stenka Katarakt	. . . . . 3.538·16 $m^3$
Kozla-Dojke Katarakt	. . . . . 56.000·67 „
Izlas-Tachtalia	„ . . . . . 10.715·94 „
Jucz	„ . . . . . 2.690·52 „
Eiserne Thor	„ . . . . . 12.606·36 „

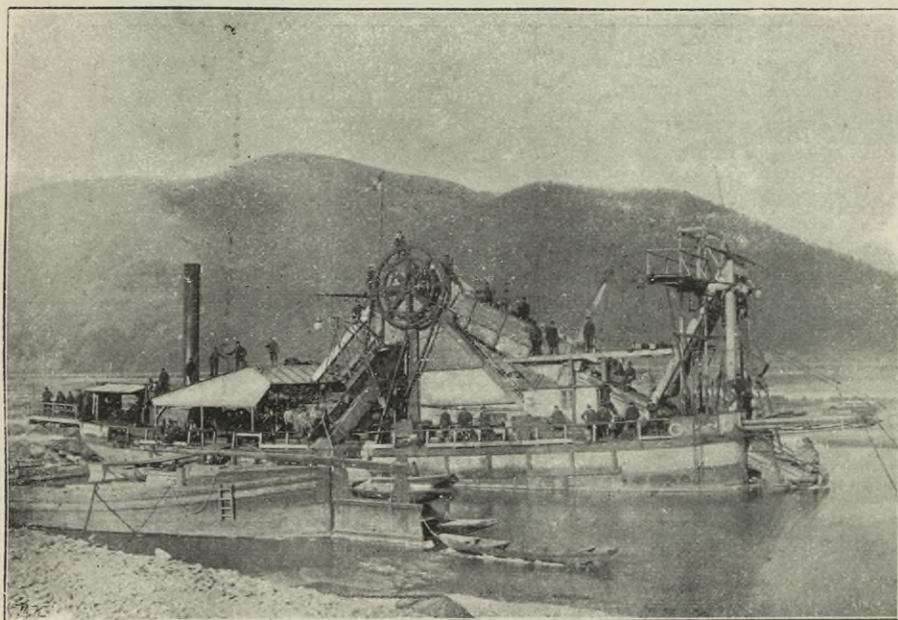
In den Jahren 1894 und 1895, und dann im Zeitabschnitte vom Beginn der Arbeit bis Ende 1895 waren die Resultate der Felsenlockerung die folgenden:

	Im Jahre 1894	Im Jahre 1895	Vom Beginn der Arbeit bis Ende 1895
Stenka Katarakt	14.491·38 $m^3$	—	18.029·54 $m^3$
Kozla-Dojke Katarakt	11.124·96 „	1.858 $m^3$	82.394·46 „
Izlas-Tachtalia	„ 13.591·68 „	„ 3.355·5 „	„ 27.663·12 „
Jucz	—	—	„ 29.963·74 „
Eiserne Thor	„ 30.422·04 „	„ 28.345·4 „	„ 71.373·81 „

so, dass von der Arbeit der Felsenlockerung unter Wasser im freien Ströme bis 1895, 229.423·4  $m^3$ , also mehr als 88·5% der präliminirten Quantität von 259.125·33  $m^3$  erledigt wurde.

### c) Felsenbaggerung.

Nach der Lockerung des Felsengrundes folgt die Ausbaggerung des gelockerten Materials. Die zur Anwendung gelangten Baggermaschinen sind dreierlei: die mit einem Paternosterwerke functionirenden, mit Eimern versehenen Bagger; die Löffelbagger und die mit einem Korb versehenen Krahn-Bagger System Priestmann. Die Bagger der vorerst erwähnten zwei Systeme wurden zur Massenbaggerung des zertrümmerten oder gesprengten Materiales verwendet, die des letztangeführten Systems namentlich dort, wo Steine von grösserer Dimension oder nur vereinzelt daliegende Steine zu entfernen waren.



Der grosse Bagger „Vaskapu“

Die Paternoster-Bagger und zum Theile auch die Löffelbagger verrichteten Flächenbaggerungen, d. h. dieselben beseitigten, das gelockerte Material systematisch auf einem zusammenhängenden Gebiete, während die Korbbagger eher zur Aushebung grösserer Steine, zur Beseitigung des, vor den Paternosterbaggern aus grösseren Körpern sich anhäufenden Materials, sowie mancher Reste angewendet wurden, welche sich nach den, durch die Paternoster- und Löffelbagger verrichteten Arbeiten ergaben.

Die Paternoster-, d. h. die Eimerbagger, sowie die Löffelbagger arbeiteten von oben nach abwärts, d. h. parallel mit der Stromrichtung,

während bei den Korbbaggern an diesem Principe nicht immer festgehalten wurde.

Die bei Flächenbaggerungen angewendeten Paternoster- (Eimer-) Bagger unterscheiden sich in keinem Punkte von den allgemein bekannten und in Gebrauch befindlichen Schotterbaggern.

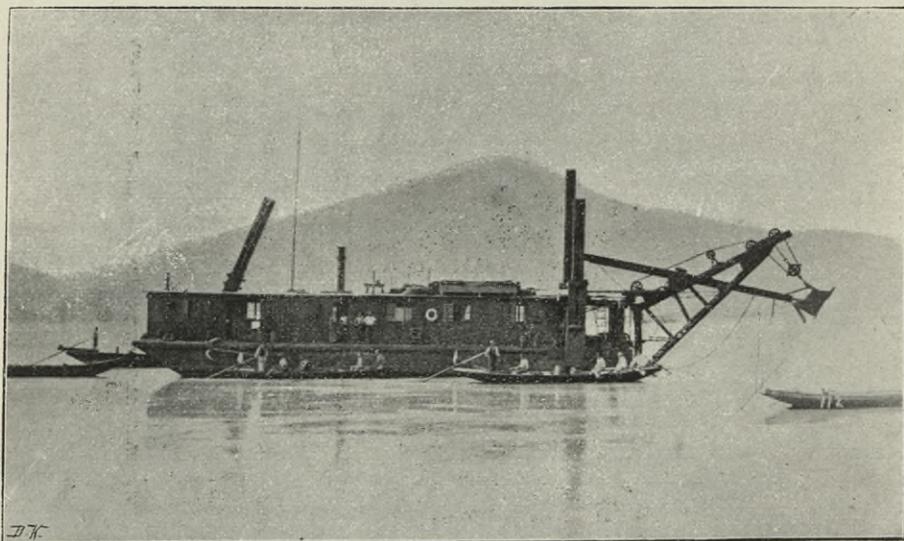
Bei dem Bau der offenen Kanäle arbeiteten insgesamt drei Paternoster-Bagger, u. zw.

der Bagger „Vaskapu“ („Eisernes Thor“),

der Bagger „Haladás“ (Fortschritt“) und

der Bagger „Kozla“.

Der Bagger „Vaskapu“ wurde eigens zum Zwecke von Felsenbaggerungen angefertigt und unterscheidet sich durch seine ausserordentli-



Löffelbagger.

chen Dimensionen von den bisher benützten Schotterbaggern. Die innere Einrichtung gleicht vollkommen jener der gewöhnlichen Bagger und zeigt nur insofern eine Abweichung, als die Eimer mit drei Zähnen versehen sind, damit sie das Material aus dem gelockerten Felsengefüge leichter herausheben können.

Die Bagger „Haladás“ und „Kozla“ sind einfache Schotterbagger und functionirten als solche längere Zeit hindurch auf der Donau und auf anderen Flüssen Ungarns. Bevor man diese Bagger als Felsenbagger benützte, wurden sie mit einem neuen und festeren Paternosteraufzuge versehen.

Der Bagger „Vaskapu“ war im Stande, selbst im schwersten Material mit Erfolg zu arbeiten, während die Bagger „Haladás“ und „Kozla“ nur

in solchem Material mit günstigerem Resultat arbeiteten, welches bei kleinerer Widerstandsfähigkeit besser zu lockern war.

Die zweite Gattung der benützten Bagger bildeten die Löffelbagger.

Bei der Regulirung des Eisernen Thores an der unteren Donau waren beim Bau der im freien Strom herzustellenden Kanäle zwei Löffelbagger in Verwendung. Dieselben wurden nach dem bekannten System gebaut und unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von jenem Löffelbagger, welcher bereits vor Jahren in Ungarn auf der Drau arbeitete; nur die Dimensionen desselben waren der Natur der Arbeit entsprechend stärkere. Der Schiffskörper des Löffelsbaggers Nr. I war 34 Meter lang und 10 Meter breit, der des Löffelsbaggers Nr. II, 22 Meter lang und 8 Meter breit. In ihrer übrigen Einrichtung, also abgesehen von den Dimensionen der Schiffskörper, waren die beiden Löffelbagger ganz gleich. Am Hintertheil des Schiffes war rings um je eine senkrechte Achse ein drehbarer Krahnarm angebracht, in welchem der, einen Kubikinhalt von ungefähr  $1\frac{1}{4} m^3$  besitzende Löffel mit seinem Stiel derartig befestigt war, dass derselbe nach abwärts, nach vorwärts und nach aufwärts, also in einem Bogen bewegt werden konnte. Das Heben des Löffels wurde durch die Vermittlung einer Reihe von Rollen mit mehreren Transmissionen mittelst Dampfmaschinen bewirkt. Wurde der herabgelassene Löffel durch die Maschine in einem Bogen nach vorwärts, d. h. in der Stromrichtung gezogen, so rollte das Material in den Löffel und wenn dasselbe ganz über Wasser gehoben war, drehte eine eigene Maschine den Krahn sammt dem Löffel über ein, neben dem Bagger stehendes Steinschiff, wo dann das Material nach der Oeffnung des Löffelbodens sich in das Steinschiff leerte. Damit der Bagger während der Arbeit fester stehe, waren seitlich am Hintertheil des Schiffskörpers zwei Füsse angebracht, welche vor Beginn der Arbeit in den Stromgrund herabgelassen wurden. Diese Bagger arbeiteten von oben nach abwärts, d. h. in der Stromrichtung. Die Bewegungen der Löffelbagger nach vorwärts, nach rückwärts und seitwärts wurden durch Dampfmaschinen bewirkt. Zu Beginn der Arbeit arbeiteten die Löffelbagger nur mit sehr geringem Resultate, denn die zum Hervorziehen und zum Heben des Löffels bestimmte Rollenreihe bildete zum Stiele des Löffels einen so spitzen Winkel, dass beispielsweise von 1000 *kg.* Kraft, welche durch die Rollenreihe entwickelt wurde, bloß ungefähr 190 *kg.* auf das Hervorziehen des Löffels wirkten, während der grössere Theil der Kraft in der Richtung des Löffelstieles verloren ging, wodurch der Löffel unmöglich mit grösserer Kraft in das gelockerte Material einzudringen vermochte. Zum Ersatz dieses sehr bedeutenden Constructions mangels construirte der k. u. k. Pionnier-Hauptmann Franz Herbert einen, im Bogen beweglichen und mit den entsprechenden Rollen versehenen Stützarm für die den Löffel hebende Kette, nach dessen Anwendung der Löffel auf den Krahn mit beinahe dreimal so grosser Kraft hervorgezogen wurde, als vorher.

Die massenhaftere Baggerarbeit wurde durch die Bagger der eben beschriebenen beiden Systeme verrichtet. Steine von grösseren Dimensionen, oder zerstreut daliegende Steine aber konnten von den Löffelbaggern nicht erfasst werden.

Der Priestmann'sche Krahnbagger ist ein, auf einem Schiffskörper angebrachter Krallenhebel allgemein bekannten Systems, wie man denselben auch in den Donauhäfen bei dem Umschlag von Waaren zu gebrauchen pflegt. Bringen es die Arbeitsverhältnisse mit sich, dass der Bagger blos grössere Blöcke heraushebt, so besteht zu diesem Behufe der Korb blos aus Rippen bildenden starken Zähnen, während zum Ausheben des feineren Materials leichtere und nach allen Seiten vollkommen geschlossene Körbe benützt werden. Ursprünglich wurde der Korb an den Ketten auf den Stromgrund herabgelassen, doch riss die Fluth den Korb mit sich, warf denselben wohl auch öfters um, so, dass der Korb nicht richtig functioniren konnte. Später wurde an dem Bagger für den Korb ein Fuss angebracht und so war es dann möglich, den Korb an einem bestimmten Punkt in fester Stellung auf den Stromgrund hinunterzulassen.

Der Priestmann'sche Krahnbagger functionirt, wie folgt:

Der offene Korb wird an der Leitung auf den Stromgrund hinuntergelassen. Beim Aufheben schliesst sich der Korb und schliesst das darin befindliche Material ein; ist der Korb auf die entsprechende Höhe gehoben, so wird aus der Führung ausgeschaltet und in einem horizontalen Bogen über den Deck des Schiffes hinaus, über das, an der anderen Seite des Schiffes befindliche Steinschiff gedreht, in welches nach Oeffnung des Korbes das Material hineinfällt.

Der Dampf-Krahn war mit einem Priestmann'schen Korb und einer Führung montirt und arbeitete gerade so, wie der Priestmann'sche Krahnbagger.

Was die Arbeit der Baggermaschinen und die Leistungen derselben betrifft, so hängen auch diese von der Qualität des Materials, von der Dicke der zu beseitigenden Schichte und vom Gefüge derselben, insbesondere aber davon ab, mit welchem Grade der Vollkommenheit das Lockern verrichtet wurde. Die Arbeit des Baggerns und die Construction des Baggers war jene wichtigste und schwerste Aufgabe, welche bei Vollendung dieser Arbeit zu lösen war, so, dass in den ersten Jahren, trotzdem der Felsenbagger „Vaskapu“ eigens für diese Arbeit angefertigt wurde, die Bestandtheile der ausserordentlichen Inanspruchnahme nicht widerstehen konnten, dieselben fortwährend erneuert, reparirt und umgetauscht werden mussten. Aehnliche Verhältnisse, jedoch in viel gesteigerterem Maasse, herrschten auch bei den übrigen Baggern. Diese fortwährenden Reparaturen beeinträchtigten in der ersten Zeit ausserordentlich die Baggerarbeit und nur durch vielfache Erfahrungen und fortwährende Beobachtungen wurde es möglich, in den letzten Jahren solche Arbeitsschiffe zu gewinnen, welche grössere und ununterbrochene Leistungen sichern konnten. Die Arbeit der Massen baggerung auf dem Felsenrunde, besonders

in hartem Gestein erheischte eine solche Gediegenheit des Materials der Arbeitsmaschinen und der Construction derselben, welche nur im Wege von Erfahrungen erreicht werden kann.

Zu massenhafteren Leistungen beim Flächenbaggern sind die Eimer- und Löffelbagger und auch unter diesen eigentlich mehr nur die ersteren in grösserem Maasse berufen.

Bei dem Baggern Priestmann'schen Systems kann eine massenhaftere Baggerarbeit nicht erwartet werden, doch werden dieselben auch nicht hiezu benützt.

Das Baggern wurde blos im Jahre 1892 in Angriff genommen, und zwar zu allererst auf dem Jucz-Katarakte. Hier leisteten im Jahre 1892 die Löffelbagger wegen der eben erwähnten Anfangsschwierigkeiten per Arbeitstag im Durchschnitt blos eine Arbeit von 6·27—6·55  $m^3$ , also eine so ausserordentlich geringe Quantität, welche zu den Kosten dieser Maschinen und zu dem erreichten Resultate durchaus in keinem Verhältniss stand. Doch war Anfangs selbst der ausserordentliche Dimensionen besitzende Felsenbagger „Vaskapu“ im Arbeitsjahre 1892 im Jucz-Katarakt nicht im Stande mehr, als 16—96  $m^3$  per Tag, im Durchschnitt 34·37  $m^3$  per Arbeitstag zu leisten. Die durchschnittliche Tagesleistung des Priestmann'schen Korbbaggers betrug 5·15  $m^3$ .

Im Jahre 1894, als die Maschinen schon vervollkommneter, das Personal geübter und die Baggerarbeit mit drei Eimer-, zwei Löffel- und drei Kranichbaggern in den Katarakten Stenka, Kozla und Jucz im Zuge war, waren die Arbeitsresultate der einzelnen Maschinen die folgenden:

Der stärkste Eimer-Felsenbagger „Vaskapu“ leistete an 213 Arbeitstagen 73·263  $m^3$ , durchschnittlich per Tag 343·95  $m^3$ . Die aus den Schotterbaggern „Haladás“ und „Kozla“ umgestalteten Felsenbagger leisteten an 227, beziehungsweise 63 Arbeitstagen 18·452, beziehungsweise 4855  $m^3$ , also durchschnittlich per Arbeitstag 81·28, beziehungsweise 77·06  $m^3$ . Die Tagesleistung der Löffelbagger im harten Gestein des Jucz-Kataraktes betrug bei mangelhafter Lockerung 60·09  $m^3$  und im Katarakt Kozla-Stenka, bei besserer Lockerung 153·94  $m^3$ .

Die Tagesleistung der Priestmannbagger war der Natur der Arbeit entsprechend eine geringere: sie wechselte zwischen 5 und 7 Kubikmetern.

Die bedeutendsten Resultate im Baggern wurden auf der Strecke Eisernes Thor—Orsova und beim Stenka-Katarakt erreicht; so leistete auf dem Stenka-Katarakt der Bagger „Vaskapu“ im Monate Juli täglich im Durchschnitte 570  $m^3$ , der kleinere Dimensionen besitzende Bagger „Kozla“ 100  $m^3$  und der ebenfalls schwächere Bagger „Haladás“ beinahe 200  $m^3$ .

Die in der Baggerarbeit erreichten Gesamtergebnisse zeigen ebenfalls, um wie viel infolge der Vervollkommnung der Maschinen und Vermehrung derselben in den letzten Jahren das Arbeitsresultat im Vergleich zu den Resultaten der ersten Jahre sich gesteigert hat. Während nämlich im Jahre 1892 die Baggerung sich blos auf den Jucz-Katarakt

beschränkte und auch dort nur 7799  $m^3$  betrug, ja, selbst im Jahre 1893 bei den Katarakten

Kozla-Dojke . . . . .	5,387
Izlas-Tachtalia . . . . .	1.550
Jucz . . . . .	12.680

Insgesamt . . . . . 19.617  $m^3$

geloekerkerten Felsens gebaggert wurden

	in den Jahren		
	1894	1894 bis Ende 1895	insgesamt
auf den Katarakt Stenka	50388·00	6626·0	57014·00
„ „ „ Kozla-Dojka	61537·00	27067·0	108866·00
„ „ „ Izlas-Tachtalia	320·00	360·0	2230·00
„ „ „ Jucz	18803·00	4595·0	70162·00
auf der Strecke Orsova-Eisernes Thor	3450·00	87837·0	91287·09
Zusammen	134200·00	127385·0	329559·00

Kubikmeter gelockerten Felsens gebaggert, was einer compacten Felsenquantität von ungefähr 150.009  $m$ . nach Profilen berechnet entspricht.

#### d) S o n d i r u n g.

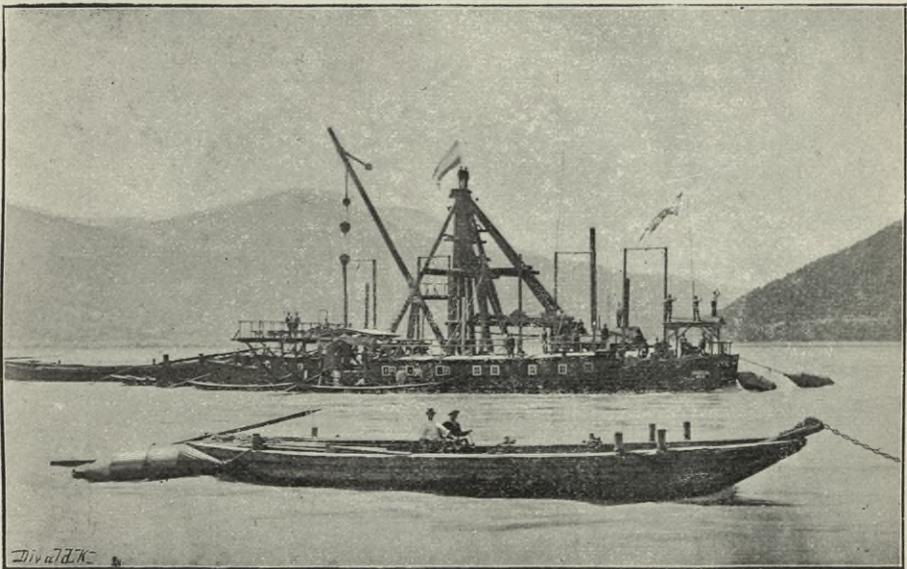
Weder die Bohrer, noch die Felsenbrecher sind, selbst bei sorgsamster Arbeit und Aufsicht im Stande, ihre Arbeit derart zu versehen, dass hie und da, insbesondere in härterem Gestein einzelne Felsen nicht zurückbleiben; doch selbst in vollkommen gelockelter Felsensprengung vermögen weder die Eimer-, noch die Löffel-, oder die Korbbagger ihre Arbeit so vollkommen zu verrichten, dass nicht einzelne Haufen oder Steine zurückbleiben. Es ist daher beim Bau von Kanälen unter dem Wasser nothwendig nach Vollendung der Baggararbeiten, oder schon nach Vollendung eines Theiles derselben, die hergestellte Kanalsohle genau nachzupeilen, d. h. man muss sich die Ueberzeugung davon verschaffen, ob nicht über dem geplanten Kanalgrund einzelne Spitzen oder Blöcke emporragen.

Das Sondiren am Wasserspiegel mit dem Sondirschiffe hätte, selbst wenn die Sonden innerhalb der Grenzen der practischen Möglichkeit noch so dicht aufgenommen worden wären, durchaus nicht ein nach jeder Richtung hin verlässliches und beruhigendes Resultat aufgewiesen, daher wurde es nothwendig, vom Wasserspiegel mit einem Schiffe solchen Systems zu sondiren, welches zwar nicht zeigt, um wie viel tiefer an einzelnen Stellen die Felsenbeseitigung bewirkt wurde, welches aber mit absoluter Sicherheit angibt, wenn es oberhalb des geplanten Kanalgrundes noch Spitzen oder Unebenheiten gibt.

Da die zu diesem Zwecke nach den auf dem Rhein benutzten Modellen construirten beiden Peilschiffe, unter den auf der unteren Donau

herrschenden schwierigen Verhältnissen nicht entsprachen, musste ein neues Peilschiff construirt werden. Dieses bestand im Wesentlichen aus zwei miteinander verbundenen Schiffen, zwischen welchen die Peilrahmen placirt waren.

Der Peilrahmen besteht aus einer um eine horizontale Achse frei bewegbare Rahmenführung, in welcher die an ihrem unteren Ende mit einer Eisenstange verbundenen Rahmensäulen nach aufwärts und abwärts bewegbar sind. Die Bewegung der Säulen wird mittelst Drahtseilen bewirkt. Die Säulen selbst sind auf Meter und Decimeter eingetheilt und sind die Nullpunkte mit einem auf Centimeter eingetheilten Nonius an die Rahmenführung befestigt.



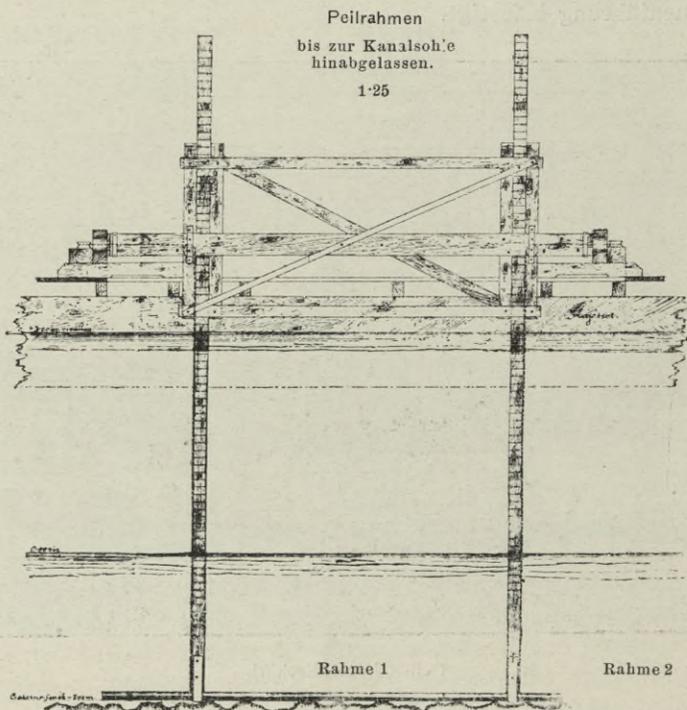
Peil- (Universalschiff).

Diese Peilrahmen sind auf dem Schiffe in der Lücke zwischen den beiden Schiffskörpern derart hintereinander placirt, dass die Eisenstangen der Rahmen eine continuirliche Linie bilden. Von der Zahl der Rahmen, beziehungsweise von der Länge der Eisenlinie hängt die Länge des auf einmal zu peilenden Kanaltheiles statt.

Das Peilen mit diesem Schiffe geschieht auf folgende Weise:

Vom Ufer wird mittelst Nivellirung die Höhe der auf den Rahmenführung befindlichen Nullpunkte über Seehöhe bestimmt und aus dem gewonnenen Resultate die Höhe des entsprechenden Kanalgrundes subtrahirt, dieses Endresultat gibt uns jene Tiefen, auf welche die Rahmen hinunter zu lassen sind. Nach dieser Operation wird das Schiff derart in die ausgesteckten Längen- und Querprofile des Kanals eingestellt, dass die

Peilrahmen, respective die Eisenstangen derselben zwischen den entsprechenden Querprofilen in die Richtung des einen Kanalrandes fallen. Nachdem dies geschehen, werden die Säulen des Rahmens bis zur gefundenen Tiefe hinuntergelassen und wird das Schiff mit Hilfe der Lavirmaschine in der Richtung der Querprofile von einem Kanalrande bis zum anderen bewegt. Sollte sich während dieser Operation ein Stein oder eine Spitze oberhalb der geplanten Kanalsohle befinden, so ist dies durch den Ausschlag jenes Rahmens bemerkbar, in dessen Längsrichtung dieses Hinderniss fällt, Wird nun der betreffende Rahmen so lange herauf-

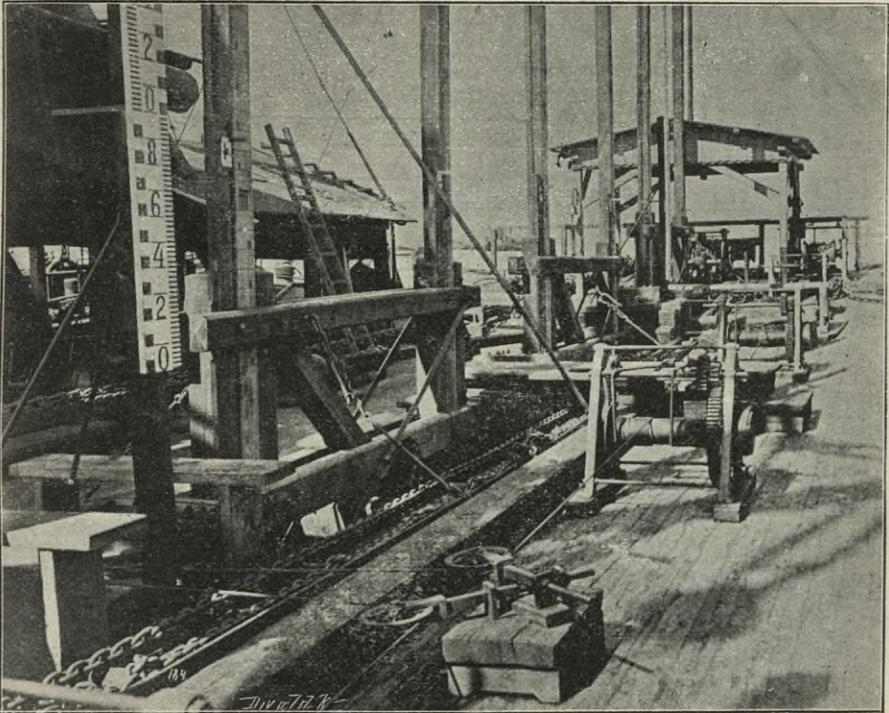


Rahmen des Sondirahmes.

gehoben, bis derselbe wieder in eine senkrechte Lage zu bringen ist, so ist zugleich die Höhe des gefundenen Hindernisses bestimmt. Mittels der ausgesteckten Länge- und Querprofile ist auch die Lage dieses Hindernisses leicht zu bestimmen.

Dass das Peilschiff auch nach der Lockerung und Baggerung, nach welchem System noch Materialhaufen finden werde, war wohl vorauszu- sehen, denn diese Maschinen sind schon der Natur der Arbeit gemäss nicht im Stande, das gelockerte Material bei, im freien Strome herzu- stellenden Kanälen, bis zur geplanten Tiefe ohne Hinterlassung eines Hinder-

nisses herauszuheben. Demgemäss wird nach vollkommener Auflockerung und Ausbaggerung der herzustellenden Kanäle noch eine letzte Reinigung nothwendig. Diese Reinigungsarbeiten bestanden aus zwei Hauptarbeitskategorien, und zwar aus dem Aufsuchen der hinterbliebenen Hindernisse und aus der Beseitigung derselben. Zum Aufsuchen der Hindernisse ist nur das sogenannte Peilschiff geeignet, während zur Beseitigung des Hindernisses oder Fehlers ein Korbbagger nothwendig ist; zu dem muss man, wenn der bemerkte Fehler in einem noch feststehenden Felsen ent-



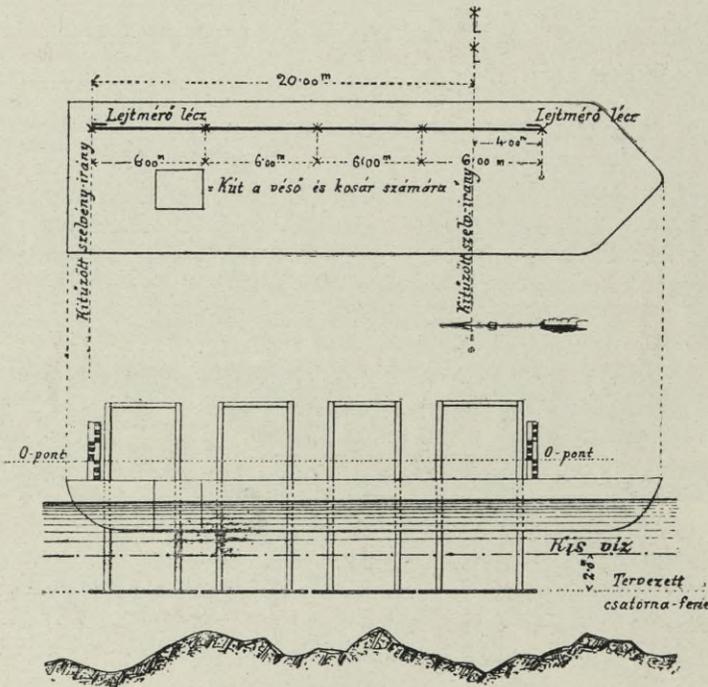
Partie des Sondirschiffes.

Die Sondirrahmen und die zur Bewegung derselben dienende Vorrichtung.

deckt wurde, noch vor der Baggerung denselben mit einem Felsbrecher nachlockern. Zur Beseitigung eines solchen geringeren Hindernisses also hätte man unbedingt zweier, eventuell auch dreier Arbeitsschiffe bedurft, wodurch die Reinigungsarbeiten lange Zeit erfordert hätten. Zur Vereinfachung dieser Arbeiten wurde das Peilschiff mit einem Korbbagger und einem Felsbrecherschiff combinirt, so dass mit einem und demselben Schiffe der Fehler aufzusuchen, in derselben Stellung eventuell nachzulockern, auszubaggern und das erreichte Resultat sogar zu constatiren ist, wodurch sehr viel Arbeit bei der Verankerung und ein grosser Zeitverlust

erspart werden konnte. Eine derartige Vorrichtung ist das Universalschiff, welches im Grossen und Ganzen aus folgenden Bestandtheilen sich zusammensetzt:

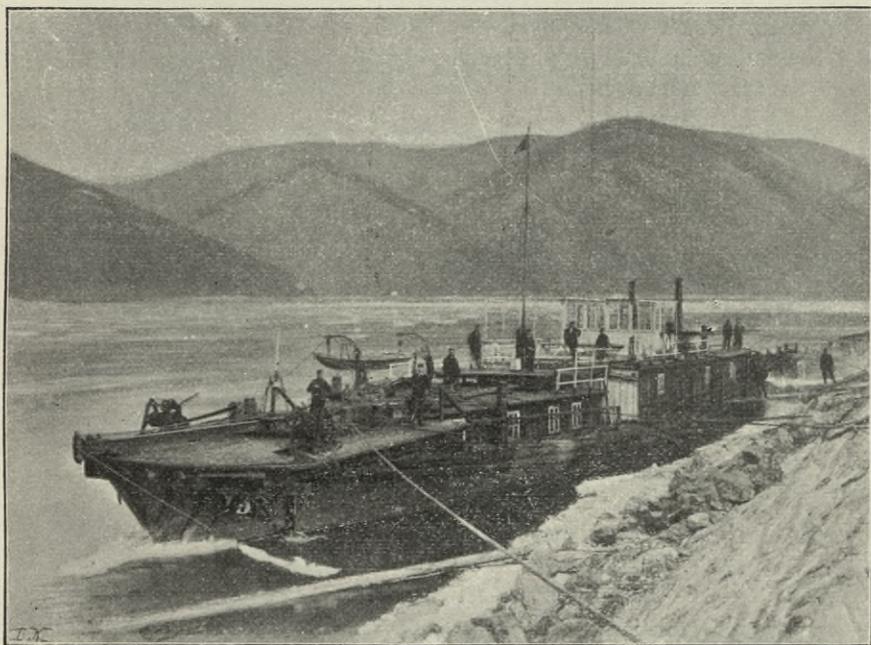
Mit einem Dampfkrahn wurde ein zweites Steinschiff entsprechender Grösse versehen und in der Lücke zwischen den beiden Schiffen, parallel zur Längsachse der Schiffe fünf Stück 5 Meter lange Peilrahmen des schon bekannten Systems eingestellt. Mit dieser Peillinie also war es möglich einen 25 m. langen Kanaltheil auf einmal zu peilen. In der Lücke zwischen den zwei Schiffskörpern war noch der Fuss einer Priest-



Skizze des Universalschiffes.

mann'schen Führung angebracht und daneben der Rahmen einer regelrechten Führung für den Meissel des Felsenbrechers. Der Dampfkrahn ist dazu bestimmt, beim Baggern den Priestmann'schen Korb zu senken und zu heben und beim Steinbrechen die Meissel heraufzuheben. Wurde also beim Peilen ein Fehler vorgefunden, so wurde in die Kette des Dampfkrahnes der Korb eingeschaltet und der Krahn arbeitete als Priestmann'scher Bagger. Ergab es sich bei diesem Baggern, dass man es nicht mit lockerem Material, sondern mit einen festgefügt Felsen zu thun habe, so wurde der Korb auf das Schiffsverdeck heraufgehoben und in die Kette des Dampfkrahns die Meisselglocke eingeschaltet und so functionirte der Dampfkrahn als Felsenbrechschiff.

Die Bewegungen des Universalschiffes nach vorwärts, rückwärts und seitwärts wurden mit Dampfvlirmaschinen bewirkt. Mit dem Universal-schiff geschieht das Peilen in ähnlicher Weise, wie mit dem Peilschiff. Eine erhebliche Verbesserung dieses Arbeitsschiffes bildete die Einrichtung, dass zur Ersparung des fortwährenden Drehens des Korbes zum Transporte des sich entleerenden Materials ein Kippwagen auf Schienen hergestellt wurde, welcher unter dem heraufgezogenen Korb geschoben wurde und in welchen der Korb, ohne vorher ausgeschaltet werden zu müssen, das Material leerte. Nach Verschiebung des Wagens konnte der



Drahtseilschiff.

Korb wieder sogleich auf den Stromgrund herabgelassen werden. Füllte sich der Wagen mit Material, so wurde derselbe über das Steinschiff geschoben, in welches das Material ausgeleert wude.

#### e) S e i l s c h i f f .

Zum Zwecke des Remorquiers der Bohrer-, Felsenbrecher- und Baggerschiffe auf der eine grössere Geschwindigkeit besitzenden Strecke Greben, insbesondere aber eines rascheren Transportes der mit dem ausgebagerten Gestein gefüllten Plätten an den Entleerungsort liess die Unternehmung nach dem oben beschriebenen System Lombard-Gerin ein

provisorisches Seilschiff, und zwar unter Benützung zweier auf eine Holzplatte montirter Locomobile von je 19 Pferdekräften anfertigen.

Die Construction dieses Seilschiffes besteht der Hauptsache nach darin, dass die durch die beiden Locomobile getriebenen Maschinen das auf dem Ufer oder an dem entsprechenden Platze des Stromes befestigte Seil, welches bei diesem Schiffe 10 Kilometer lang ist, auf eine grosse Trommel gleichmässig aufwickelt, wodurch das Schiff sammt den ihm angehängten Schlepp vorwärtskommt.

Sowie das Schiff zum befestigten Ende des Drahtseiles gelangt, gleitet es wieder längs des Wassers herab und da hiedurch das Seil von der Trommel sich wieder 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 ganz ausgezeichnete Dienste und es kam vor, dass ein Bohrschiff, welches in reissendem Wasser von zwei starken Dampfern nicht heraufgeschleppt werden konnte, von diesen Seilschiffen von insgesammt 38 Pferdekräften mit Leichtigkeit heraufgezogen wurde.

---

## XVI. CAPITEL.

### Durchführung der Regulierungsarbeiten.

Inmitten der Durchführung der zum Zwecke der Entfernung der bei den Katarakten an der unteren Donau befindlichen Schiffahrtshindernisse als nothwendig erschienenen Regulierungsarbeiten tauchten so viele bedeutende und fachlich wichtige Momente auf, wurden so wesentliche Abänderungen und Ergänzungen der ursprünglichen Pläne erforderlich, dass das Bild, welches wir von diesen Arbeiten bieten wollen, nicht vollständig wäre, wenn wir es nicht mit einer genaueren, wir möchten sagen: fachlicheren Beschreibung der auf den einzelnen Strecken durchgeführten Arbeiten ergänzen würden.

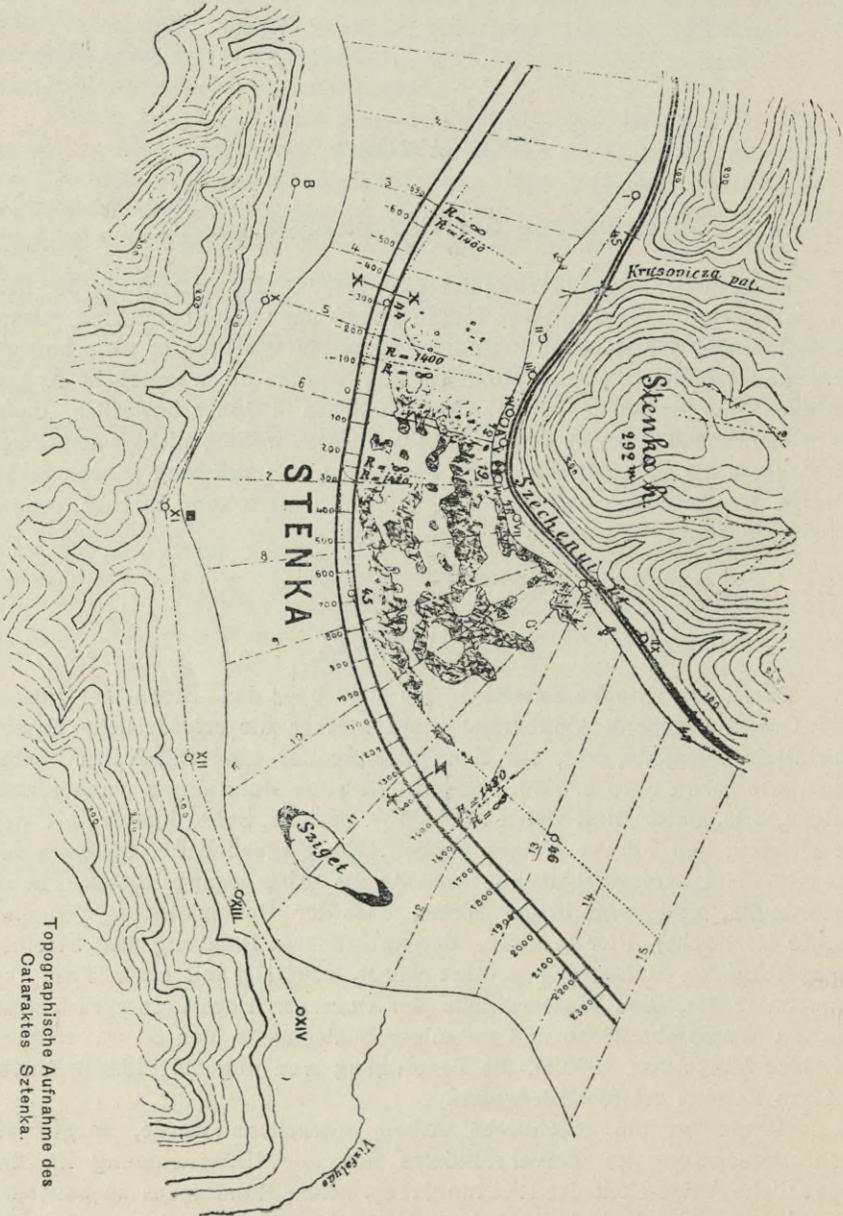
---

#### A) Katarakt Stenka.

Durch den Stenka-Katarakt, wo sich über den Strom der Donau eine Granitfelsenbank hinüberzieht, auf welcher die erforderliche Schiffahrtstiefe mangelte, war, zur Ermöglichung der hindernissfreien Schiffahrt, wie schon oben erwähnt, ursprünglich die Herstellung eines geradlinigen, 2 *m.* unter Null tiefen und 60 *m.* breiten Sohlenkanals mit der Beseitigung von 7400 *m*<sup>3</sup> Felsen geplant. Ein eingehenderes Studium der Wasser- und Stromverhältnisse machte die Abänderung dieses Planes nothwendig, und zwar in der Weise, dass der Sohlenkanal gegen das rechte (serbische) Ufer in einer, der natürlichen Richtung des Stromes entsprechenden Krümmung geführt wurde, ebenfalls mit einer Tiefe von 2 *m.* unter der, dem Wasserstande des Orsovaer Pegels entsprechenden kleinen Wasseroberfläche und mit einer Sohlenbreite von 60 *m.*, wodurch in einer Länge von 1900 *m.* die Beseitigung von ungefähr 18.000 Kubikmetern Felsens erforderlich wurde.

Bevor an die eigentliche Arbeit geschritten wurde, sorgte die kön. Bau-Leitung im Einverständniss mit der Unternehmung für das pünktliche Ausstecken der Richtung, resp. beider Ränder des zu bauenden Kanals, was durch, auf die beiden Ufer placirte Fixpunkte und Basis-

linien auf trigonometrischem Wege mit der grössten Genauigkeit erfolgte und wurde auf den beiden Ufern ein solches, ständiges Fixpunktnetz ausgeführt, aus welchem die beiden Ränder des Kanals auf der Wasseroberfläche wann immer genau festzustellen waren, was zur ständigen Bezeich-



Topographische Aufnahme des  
Cataraktes Stenka.

nung der Kanalränder im Interesse der Schifffahrt unbedingt nothwendig war.

Nachdem die Richtung des Kanals auf diese Weise festgestellt war, begann die Unternehmung am 17. September 1893 die Sondirung des Felsengrundes am Ort des zu errichtenden Kanals mittelst des, im vorigen Abschnitte ausführlich beschriebenen Sondirschiffes, auf diese Weise wurde per Quadratmeter der Schichtenplan der aus dem Kanal zu beseitigenden Felsenmasse bestimmt, welcher die Gestaltung der Sohle und hiedurch die Dichte der zu entfernenden Felsenschichten und daher auch die Masse derselben von Meter zu Meter pünktlich aufweist. Nachdem die Arbeit derart vorbereitet worden war, konnte man an die Felsenlockerung und, sowie man mit derselben auf einem grösseren Abschnitte fertig war, auch an die Baggerung des gelockerten Felsens gehen, worauf dann die Sondirung und Reinigung des Kanals folgte.

Die Arbeit wurde, wie erwähnt, von der Unternehmung am 28. October 1895 beendet. Während dieser Zeit wurde hier insgesamt an 446 Arbeitstagen gearbeitet, und zwar im Jahre 1893 an 88, im Jahre 1894 an 259 und im Jahre 1895 an 99 Tagen. Die verschiedenen Arbeitsmaschinen befanden sich — jede separat gerechnet — insgesamt 1123 Tage auf diesem Abschnitte. Hievon entfallen: auf die Tiefenmessung 131, auf die Lockerung des Felsengrundes 551, auf die Ausbaggerung der gelockerten Felsen 318 und schliesslich auf die Arbeit des Peilschiffes zum Zwecke der Reinigung und der Uebergabe des Kanals 123 Tage. Bei den verschiedenen Arbeiten waren während der erwähnten 446 Arbeitstage insgesamt 62.567 Personen beschäftigt.

Auf diesem Abschnitte arbeitete ein Sondirschiff, zwei Bohrmaschinen, zwei Steinbrechschiffe, fünf verschiedenartige Baggerschiffe und ein Peilschiff.

Da die Länge des Kanals 19.000 Meter, die Sohlenbreite desselben 60 Meter und die zu bearbeitende Fläche 114.000 Quadratmeter betrug und da aus dem Kanal profilmässig, dicht berechnet, 18.029 Kubikmeter Felsens beseitigt wurden: mussten von jedem Quadratmeter durchschnittlich 0.15 Kubikmeter Felsens entfernt werden. Da ferner der Kanal, um das Baggern bis zum planmässigen Grunde zu ermöglichen, tiefer, als bis zur geplanten Tiefe hergestellt werden musste, und das gelockerte Felsenmaterial ohnehin eine grössere Fläche einnimmt: betrug die Quantität des, durch das Baggern entfernten gelockerten Felsens, nach Baggerplätten berechnet, 57.014  $m^3$ , also dreimal so viel, als profilmässig und im kompakten Quantum berechnet worden war.

Nachdem der Sztenka-Kanal Mitte October 1895 fertig geworden und die kön. technische Bauleitung ihrerseits denselben geprüft hatte, wurde derselbe im Auftrage des kön. ungarischen Handelsministers am 25. October und den folgenden Tagen vom Sectionsrath Béla v. Gonda überprüft, der denselben in jeder Hinsicht den Plänen entsprechend durchgeführt fand, worauf der Kanal auch provisorisch dem öffentlichen Ver-

kehr übergeben wurde. Mit dieser Eröffnung der durch den Sztenka-Katarakt hergestellten Schifffahrtsstrasse wurde die hindernissfreie Schifffahrt auf diesem Abschnitte des Donaustromes bis nach Drenkova ausgedehnt.

### B) Kozla-Dojke.

Der Katarakt Kozla-Dojke fällt, in der Strömung gemessen, zwischen den 58. und 62·5 Kilometer von Baziás und besteht aus zwei, von einander ganz abgesonderten, eigenartigen Theilen.

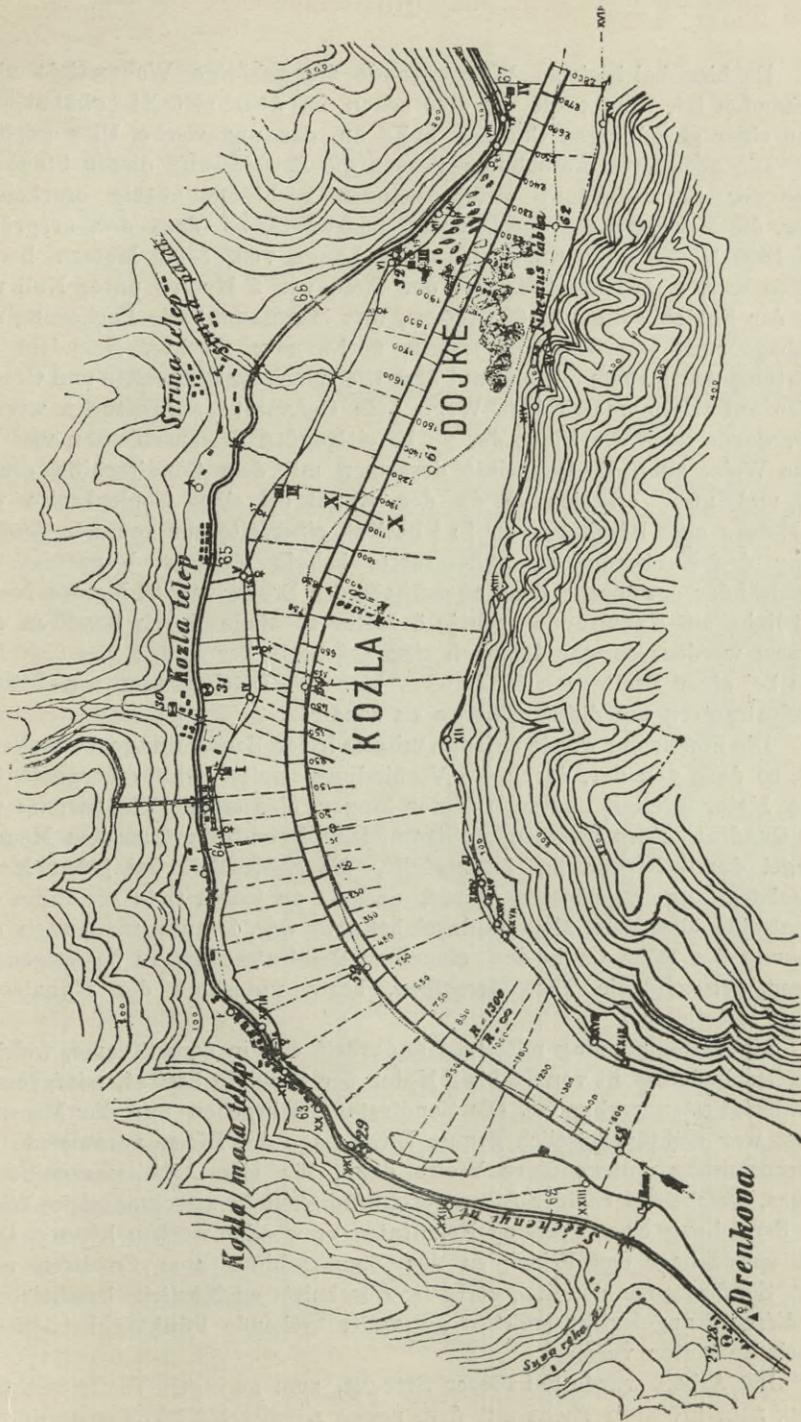
Das unter den Namen Kozla bekannte obere Schifffahrtshinderniss nämlich besteht aus einer, sich über die Donau hinüberziehenden und vollkommen hinüberreichenden Kalkgestein-Schiefer-Felsenbank, über welche bei geringem Wasserstande das Wasser mit freiem Auge sichtbar, hinüberstürzt; der mit dem Namen Dojke bezeichnete untere Theil aber besteht aus einer, in der Stromrichtung sich dahinziehenden eine breite Quarzunterlage besitzenden, harten Kalkgestein- (Dolomit) Felsenbank, welche sich in bedeutender Länge im Donaustrom dahinzieht.

Hinsichtlich der Wasserabflussverhältnisse gehört dieser Katarakt, wie bereits im Abschnitt II, ausführlich dargelegt worden, unter die milden Katarakte der unteren Donau; so grosse Stürze, wie sie vor der Regulirung bei Greben, Jucz und dem Eisernen Thor vorkamen, sind auf dieser Strecke nicht wahrzunehmen und zufolge der natürlichen Lage dieses Kataraktes, können sie hier auch nicht vorkommen.

Werfen wir nämlich einen Blick auf die beigegebene Skizze des Kataraktes, so fällt uns sogleich die teichartige natürliche Lage desselben auf.

Das Wasser ergiesst sich in einem, bei mittlerem Wasserstande oben ungefähr 400 Meter breiten, bei Hochwasser aber insbesondere zufolge des sanften Gefälles des ungarischen Ufers, in einem erweiterungsfähigen Einströmungsprofil; unweit, unterhalb dieser Mündung erreicht die Donau eine Breite von 900 Metern, während das untere Ausströmungsprofil derselben bei Dojke, bei mittlerem Wasserstande bloß 300 Meter breit ist, dieses Profil kann sich selbst bei grossem Wasser nicht erweitern, denn die Bergspitzen Dojka auf dem ungarischen Ufer und die „Heilige Jungfrau“ („Gospodin“) auf dem serbischen Ufer fallen steil zur Donau hinab.

Eine Folge dieser Enge ist es, dass Kozla-Dojke, respective Kozla schon bei mittlerem Wasserstande seine kataraktartige Natur vollkommen verliert und während auf Dojke bei steigendem Wasser die Geschwindigkeit gesteigert wird, wird bei Kozla das Gefälle und damit die Schnelligkeit fortwährend verringert, bei Hochwasser kommt bei jedem Meter neuen Steigens die anstauende Wirkung der Dojke-Enge immer mehr zur Geltung.



Plan des Kataraktes Kozla-Dojke.

Da hier bei kleinem Wasserstande die gehörige Wassertiefe nicht vorhanden ist, wurde, wie wir dies schon im Abschnitt XI erwähnt, der Bau einer geradlinigen Cunette nahe an das ungarische Ufer geplant.

Die genaueren Aufnahmen liessen die Erweiterung dieses Planes in einer der Stromrichtung entsprechenden Richtung, nöthig erscheinen, bezw. die Verlängerung der Cunette bergwärts, so dass der ursprünglich 1800 Meter lange Kanal in einer Länge von 3500 Metern herzustellen war, u. zw. ebenfalls mit der Tiefe von 2 Metern unter Null und mit der Sohlenbreite von 60 Metern, was insgesamt die Lockerung und Ausbaggerung von 85.000  $m^3$  Felsen nothwendig machte. Nachdem die Richtung des Kanals mittelst auf dem Ufer placirter Fixpunkte und Grundlinien auf trigonometrischem Wege aufs Genaueste ausgesteckt worden war, wurde auch die Dicke der zu beseitigenden Felsenschichten und auf diese Weise auch die Quantität derselben mit dem Sondirschiffe ermittelt, und zwar erschien es, da der Kanal bei einer Sohlenbreite von 60 Metern eine Böschung von 1:1 besitzt, einerseits zur genauen Bestimmung des Kubikinhaltes, andererseits behufs sicherer Kenntniss der Kanalränder erwünscht, dass ausserhalb der Breite von 60 Metern rechts und links am Kanalrande noch je 5 Meter ebenfalls durch Sondiren vermessen werden; es war demnach eine Fläche in der Länge von 3500 Metern bei einer Breite von 70 Metern, also ein Flächenraum von 245.000 Quadratmetern auf dieser Strecke zu sondiren.

Die Sondirung wurde anfangs mittels freier Sondirstange bewerkstelligt, so dass von der, durch die Verbindung zweier Schiffe hergestellten, zehn Meter breiten und zehn Meter langen, also einen Flächenraum von 100 Quadratmetern besitzenden Stromfläche, deren Höhe über dem Meeresspiegel durch Nivellirung festgestellt, die Sohlentiefe bei jedem Meter mittelst Stangen gemessen wurde, und da an jenem Orte die Höhe der Kanalsohle über dem Meeresspiegel bekannt war, konnte man nach der Messung der Höhe der in den einzelnen Quadratmetern zu beseitigenden Felsen, eventuell die Tiefe derselben, bezw. unterhalb der Kanalsohle genau feststellen.

Die Tiefenmessung mittelst Handarbeit war in dem Strome, welcher eine Geschwindigkeit von 2.5 bis 3 Meter per Secunde besitzt, mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Die Sondirstangen brachen und die Messung selbst war nicht verlässlich genug. Diese Lage der Dinge veranlasste die Unternehmung nothwendiger Weise dazu, für eine Arbeitsmaschine zu sorgen, welche bei rapider Stromgeschwindigkeit in zweckmässiger Weise zur Erreichung eines genauen Resultates verwendet werden könnte. Deshalb wurde nach den Principien des Sondirschiffes zum Sondiren mittelst Sondirstange das im vorigen Abschnitt ausführlich beschriebene Sondirschiff angefertigt, welches die weitestgehende Pünktlichkeit in der Arbeit zu bieten vermag.

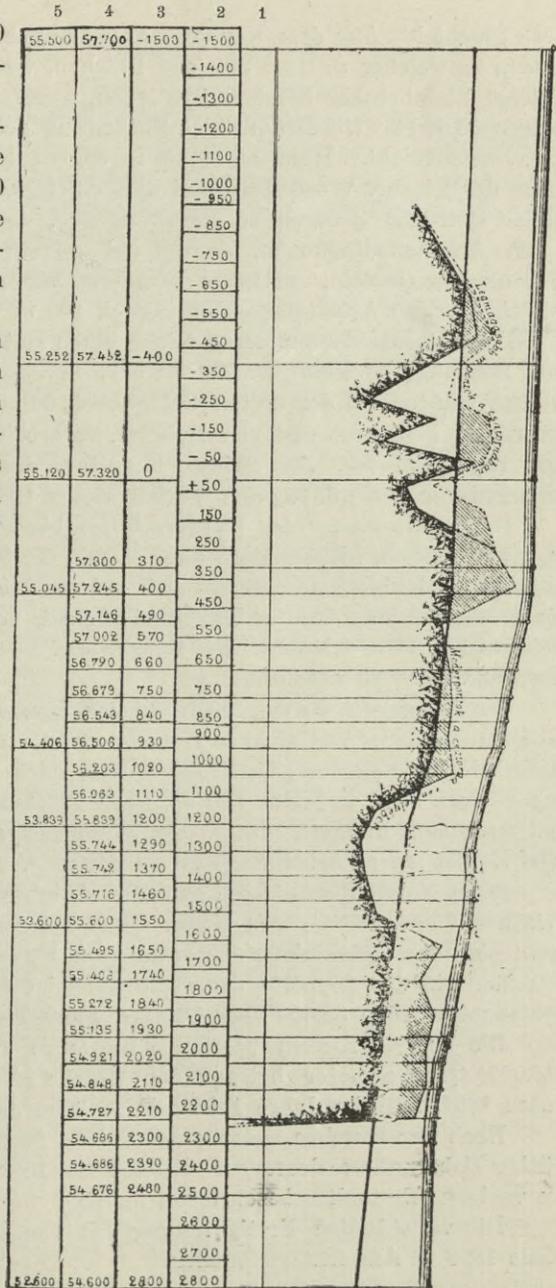
Die Arbeit wurde auf dieser Strecke, zum geringen Theile mit dem alten, zum grössten Theile mit dem neuen Sondirschiff 300 Tage hindurch

fortgesetzt, bis der 3500 Meter lange Kanal vermessen war.

Die grösste Tagesleistung war die Aufnahme einer Fläche von 2800 Quadratmetern, die grösste Monatsleistung, mit 28 Arbeitstagen, die einer von 6000 Quadratmetern.

Die Felsenlockerungen erfolgten zum Theile durch Brechen zum Theile durch Sprengung. Zur Felsenbrechung waren besonders jene Flächen geeignet, in welchen die Höhe über der Kanalsohle, also die Dicke des zu beseitigenden Felsens einen Meter nicht überstieg, und das Gestein nicht allzuhart war. Felsenschichten, die dicker als ein Meter waren, sowie sehr hartes Gestein auch bei geringerer Dicke waren mittelst Bohrern vortheilhafter zu entfernen, als mittelst Brecher.

Auf dieser Strecke arbeiteten 3 Steinbrechschiffe, die mit dem Lockern der zurückgebliebenen Spitzen verbrachte Arbeit mitingerechnet, nahm das Felsenbrechen insgesamt ungefähr 1200 Arbeitstage in Anspruch und ungefähr 30% der in Arbeit genommenen Fläche wurden mit dem Steinbrechschiffe bearbeitet, abgesehen von der nachträglichen Lockerungsarbeit, welches immer mittelst Steinbre-



Längenprofil des Kataraktes Kozla-Dojke.

1. Vergleichende Ebene 50 M. über der Adria.
2. Zahl der Profile.
3. Laufende Entfernung in Metern.
4. Niveau des kleinen Wassers.
5. Kanalsohle über Adria in Metern.

chers geschieht. Aus dem Kanale waren laut Profil 85.000  $m^3$  zu entfernen, von welcher Summe auf jene Flächen, welche beim ersten Lockern mittelst Steinbrecher bearbeitet wurden, ungefähr 20.000  $m^3$  entfallen, die übrigen 65.000  $m^3$  wurden mittelst Sprengung gelockert.

Das erreichte Resultat steht in engem Zusammenhange mit der Natur der Fläche. Werden die auf dieser Strecke erreichten Arbeitsergebnisse in Betracht gezogen, so ergibt es sich, dass unter den vorteilhaftesten Arbeitsbedingungen, das ist bei günstiger Schichtdicke, nicht allzu hartem Gestein, mittlerem Wasserstande, grösserer Stromschnelligkeit eine solche Arbeitsmaschine täglich 100  $m^3$  zu lockern vermag.

Die Felsenschichten, deren Dicke einen Meter überstieg, wurden mittelst Bohrung, beziehungsweise mittelst Sprengung gelockert. Auf dieser Strecke wurden bei der ersten Gelegenheit 60% der Fläche im Wege von Sprengung gelockert und vier Bohrschiffe arbeiteten zusammen ungefähr 1200 Tage hindurch. Das grösste Resultat, das ein Bohrschiff erreichte, betrug unter den günstigsten Verhältnissen 120  $m^3$ .

Damit die Eimer des Baggerschiffes bis zur projectirten Kanaltiefe baggern können, insbesondere aber damit die bei dem Steinbrechen und Baggern zurückbleibende Menge sich auf ein Minimum reduciere, wies die Praxis darauf hin, dass es zweckmässig sei, beim Steinbrechen mittelst Meissels auf 0·80—1 Meter, beim Bohren auf 1—2 Meter unter der geplanten Kanalsole zu arbeiten.

Zum Baggern wurden auch bei den hiesigen Arbeiten Löffelbagger, dann Eimerbagger von starken Dimensionen benützt und die Tagesleistung des stärksten Baggers „Vaskapu“ betrug nach Profilfläche und im Compacten gerechnet ungefähr 500  $m^3$ , nach Plätten gerechnet, d. h. gelockert und auch das Baggern unter der planmässigen Tiefe miteingerechnet, 1000  $m^3$  bei einem Arbeitstage zu 24 Stunden.

Beim Kanal Kozla-Dojke entfallen durchschnittlich ungefähr 0·40  $m^3$  Felsen auf eine Fläche von einem Quadratmeter. Bei dieser Vertheilung stellt sich der Kubikinhalte der entfernten Felsen nach Plätten berechnet ungefähr auf das doppelte des profilmässigen Kubikinhaltes; nach Profil gerechnet wurden 85.000 nach Plätten 160.000  $m^3$  ausgebaggert.

Die Baggerarbeiten begannen im Jahre 1893 und wurden von der 210.000 Quadratmeter betragenden Fläche 22% im Jahre 1893, 43% im Jahre 1894, 20% im Jahre 1895 und 15% im Jahre 1896 durchgebaggert.

Nach der Durchbaggerung des Kanals folgte die Reinigung und endgiltige Uebernahme desselben mittelst Sondirschiffes, wie wir dies schon im vorigen Abschnitte beschrieben haben.

Die vollständige Fertigstellung des Kanals Kozla-Dojke wurde für Ende 1896 in Aussicht genommen.

## C) I z l a s - T a c h t a l i a.

Durch die unter dem Namen Izlas-Tachtalia bekannten und vom Stromgrunde stellenweise sogar über die Oberfläche des kleinen Wassers emporragenden Felsenbänke und Spitzen wird der Donaustrom daselbst förmlich abgeschlossen und bei niedrigem Wasserstande das Passiren sogar der ganz seicht tauchenden Schiffe unmöglich gemacht. Es war also notwendig, durch diese Felsenbänke, wie wir dies übrigens schon in den vorigen Abschnitten ausführlich dargelegt, durch Vertiefung des Felsengrundes für die Herstellung einer entsprechenden Schifffahrtsstrasse zu sorgen. Zu diesem Zwecke wurde längs des serbischen Ufers die Vertiefung des Felsengrundes in einer Länge von ungefähr 2000 *m.* auf eine Tiefe von 2 *m.* unter Null, mit einer Sohlenbreite von 60 *m.* und als Fortsetzung dieser Arbeit in ähnlichen Dimensionen und in einer Länge von ungefähr 1900 *m.* die Beseitigung der emporragenden Felsenspitzen geplant, wobei die Wirkung des Staus des unterhalb der Grebenspitze zu bauenden Staudammes gebührend berücksichtigt wurde.

Nachdem auf diese Weise Richtung und Dimensionen des herzustellenden Kanals festgesetzt waren, wurden vor Beginn der Arbeit pünktlich die Achse und die Ränder desselben bestimmt, was bei den mehrfachen Krümmungen und dem steilen Ufer nicht geringe Schwierigkeiten verursachte. Sodann wurde der zu beseitigende Felsengrund vermessen, worauf die Unternehmung im September 1893 mit einem Felsbrech- und mit einem Bohrschiff auf dieser Strecke die Felsenlockerung begann, wozu im Monate October noch weitere zwei Felsbrechschiffe in Arbeit gestellt wurden. Bei diesen zwei verschiedenen Arten der Lockerung der Felsen gelangte man zu der interessantesten Erfahrung, dass auf dieser Strecke das Arbeitsergebnis der Felsbrechschiffe das der Bohrschiffe beinahe übertraf und dass auf einen Schlag des Meissels im Izlas-Katarakt beinahe zweimal soviel Felsen sich lösten, als auf dem Jucz-Katarakt. Die Erklärung hierfür liegt natürlich in der Qualität des Gesteins. Das Gestein des Izlas-Kataraktes nämlich wird grösstentheils von quarzigem Kalkgestein gebildet, welches beinahe so spröde ist wie Glas. Dieses spröde Gestein bricht unter dem starken Schlage der Meissel sehr leicht, und deshalb arbeiteten hier die Felsbrecher mit ausserordentlich günstigem Resultate, was aber vom Standpunkte des Baggers eher nachtheilig war. Der Meissel brach nämlich zum Felsengrund solche Stücke, dass der Eimerbagger dieselben kaum, oder nur sehr schwer auszubaggern im Stande war. Der Priestmann'sche Bagger z. B., welcher grösstentheils auf einer durch Steinbrecher gelockerten Fläche arbeitete, brachte kaum kleinere Stücke, als solche von 0.1 Kubikmeter herauf, es gab aber auch Felsenblöcke von einem Kubikmeter, ja von 1.5 Kubikmeter, welche gehoben wurden. Die Steinbrecher arbeiten auch hier nach demselben Plane, wie auf den anderen Strecken, nämlich sie lockerten innerhalb der Kanalbreite der Felsen; nur geschah es, dass während auf anderen Katarakten

sich diese Schiffe auf je 50 *cm.*, ja sogar auch nur auf je 25 *cm.* seitwärts, beziehungsweise vorwärts bewegten, hier je nach der Qualität des Felsens die Meisselschläge auf grössere oder geringere Entfernungen von einander bemessen wurden, je nachdem die Felsen leichter oder schwerer brachen. So konnte es sich dann ereignen, dass im Izlas die Steinbrecher so grosse Stücke abhauten. Da nämlich dort der Felsen sehr starr war und daher leicht brach, wurde die Entfernung des einen Lockerungspunktes vom anderen nicht nur auf 50 *cm.*, sondern mitunter sogar auf einen Meter bestimmt. Auf jeden Lockerungspunkt erfolgten soviel Meisselshhläge, bis der Meissel 40 *cm.* unter die planmässige Kanalsohle gerieth.

Auch mittelst des Bohrschiffes wurden die einzelnen Löcher tiefer, als einen Meter unter die Kanalsohle gebohrt und wurde zur Ladung der Löcher soviel Gelatindynamit verwendet, als genug war, um die Löcher auszufüllen.

Im Izlas wurde im Jahre 1893 insgesamt 173 Arbeitstage hindurch mit den Lockerungsmaschinen gearbeitet (wobei die Arbeitszeit für jede Maschine separat berechnet ist) und da während dieser Zeit 10.716 Kubikmeter compacter Felsen gelockert wurden, entfällt auf eine Arbeitsmaschine durchschnittlich eine Tagesleistung von 62 *m.*, was zu den in dieser Bezidhung erreichten schönsten Resultate gehört.

An Felsenbaggerung konnte im Jahre 1893 selbstverständlich nur sehr wenig verrichtet werden. Der grosse Eimerbagger „Vaskapu“ baggerte im November 15 Tage hindurch einmal die Felsenbank Vlasch entlang und auch der Priestmann'sche Bagger arbeitete im Izlas ebenfalls im November 17 Tage hindurch.

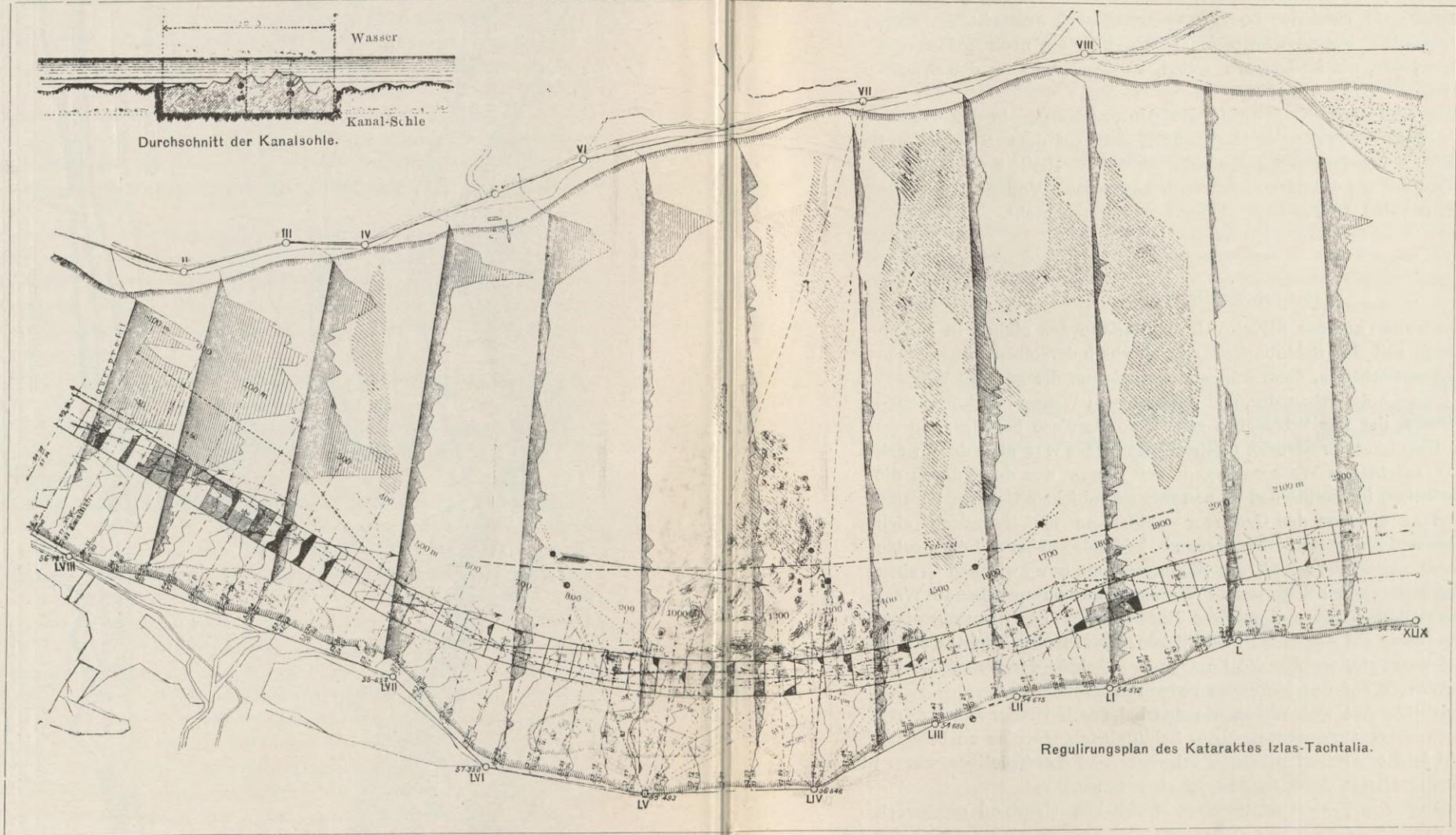
Im folgenden Jahre 1894 wurden zuerst die noch erübrigenden Tiefmessungen vollendet und nachdem dies geschehen, wurde festgesetzt, dass aus dem, durch den Katarakt Izlas-Tachtalia zu bauenden Kanal profilmässig insgesamt 32.268 *m.* compacte Felsen zu beseitigen seien.

In den darauffolgenden zwei Jahren arbeitete die Unternehmung auf dieser Strecke nur hie und da mit geringem Kraftaufwande, da sie ihre Arbeitsmaschinen auf dem Jucz- und Stenka-Katarakte, sowie später bei Kozla concentrirte, um die dortigen Arbeiten je eher zu vollenden. Im Jahre 1894 lockerten in verschiedenen kürzeren Zwischenräumen vier Bohrschiffe und zwei Steinbrecher auf dieser Strecke insgesamt 13.591·7 *m.* Felsens. Die im Jahre 1894 verrichtete Baggerung ist kaum erwähnenswerth. Im ganzen Jahre nämlich arbeitete nur eine Priestmann'sche Baggermaschine im oberen Theile des Kanals vom 9. bis zum 19. März, dann vom 25. August bis zum 1. September, nur von dort einzelne grössere Felsenblöcke heraushebend, wo eben solche vorgefunden wurden. Ausserdem versuchte die Unternehmung es auch mit einem Steinrechen, um auf der Felsenbank Vlasch, welche vom Bagger „Vaskapu“ schon im Jahre 1893 durchgebagert worden war, die ober der Kanalsohle befindlichen und bereits gelockerten Felsenblöcke in die unter der Kanalsohle



befindliche Tiefe hinabzuziehen. Da aber nach zweitägiger Arbeit keinerlei Resultat der Arbeit mit dem Steinrechen wahrzunehmen war, wurde diese Arbeit eingestellt. Noch in demselben Jahre brachte die Unternehmung auch noch ein Universalschiff auf diese Strecke zu dem Zwecke,

Im Jahre 1895 erzielte die Unternehmung bei Izlas-Tahtalia kaum nennenswerthe Arbeit, insgesamt wurden 3355.5 Kubikmeter Felsen gelockert, so dass bis zum Ende dieses Jahres die gesammte Felsenlockerung daselbst 27.633 m<sup>3</sup>, also 87<sup>3/4</sup> % der gesammten Lockerungen



Regulierungsplan des Kataraktes Izlas-Tahtalia.

damit in dem durch die Felsenbank Vlasch hindurchführenden Kanaltheile, die in vollem Profile erfolgte Reinigung der Kanalsohle constatirt werde. Da man aber bereits bei Beginn der Sondirung auf die über die Felsensohle emporrägenden Felsenspitzen stiess, musste das Sondiren eingestellt werden und das Schiff arbeitete einige Tage lang am Reinigen der Sohle.

betrug. Bis dahin liess das Unternehmen bloss die grösseren Massen lockern, während von den vereinzelt vorkommenden Felsenspitzen sozusagen gar nichts gelockert wurde. Die Länge der bis zum Ende des Jahres 1895 gelockerten Kanaltheile betrug insgesamt ungefähr 1400 m., während die Länge jener Kanaltheile, in welchen sich bloss einzelne Felsen-

spitzen befinden, welche noch nicht gelockert wurden, 1100 *m.* ausmacht. Da nun hier kaum eine 10 *m.* lange Strecke zu finden ist, auf welcher nicht einzelne zu beseitigende Felsenspitzen vorkommen, was aber eine verhältnissmässig viel schwierigere Arbeit ist, als die Entfernung von Felsenblöcken mit grossen Dimensionen, so kann wohl festgestellt werden, dass der schwierigste Theil der Lockerungsarbeit noch aussteht. Im Baggern der gelockerten Felsen wurde im Jahre 1895 ein noch geringeres Resultat aufgewiesen, als im Lockern selbst, so dass es kaum der Erwähnung werth ist.

Mit umso grösserer Kraft ging die Unternehmung in der Saison 1896 an die Arbeit. Da sie nach Vollendung der auf dem Stenka- und Jucz-Katarakte hergestellten Kanäle den grössten Theil ihre Arbeitsmaschinen hier und bei Kozla concentrirte, so dass die Vollendung dieser Strecke im Laufe des Jahres 1897 sicher zu erwarten steht.

#### D) Greben-Milanovacz.

Die Hindernisse auf der Strecke Greben-Milanovác stehen in engem Zusammenhange mit der Schiffbarkeit des oberhalb derselben befindlichen Kataraktes Izlas-Tachtalia, denn während bei diesem die geringe Wassertiefe es ist, ist es bei Greben der, der bei grossem Wasser vorkommende bedeutende Sturz, der der Schifffahrt grosse Hindernisse bereitet.

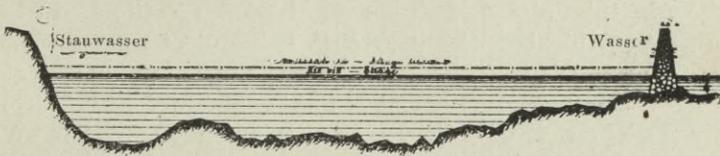
Bei der Regelung der Strecke Greben-Milanovacz war also der Zweck der, dass die mächtigen Wassermengen der Donau aus dem, durch die Natur geschaffenen, im serbischen Donauarm befindlichen tieferen Strome abgelenkt und an die, von der Grebener Spitze an bis Svinyicza sich dahinziehende und hier den Stromgrund bildende höhere Felsensohle gepresst, soweit angestaut werde, um hiedurch nicht nur zwischen Greben und Svinyicza eine auch bei geringem Wasserstande entsprechende Wassertiefe herzustellen, sondern damit die Rückwirkung der Stauung oberhalb Grebens auch auf der dort befindlichen Felsenbank Tachtalia eine Wassertiefe hervorrufe, welche die kostspielige Arbeit der Felsenbeseitigung unter Wasser auf das Minimum reduciren sollte.

Diese richtige Art und Weise, wie das bei der Grebener Enge durch den grossen Wassersturz verursachte Schifffahrtshinderniss zu beheben sei, war wohl leicht zu treffen, umso schwerer und kostspieliger war es aber, die Lösung thatsächlich in Angriff zu nehmen.

Die Lösung der Frage wurde auch durch kein Umstand erschwert, dass sowohl dem Zusammenpressen des kleinen Wassers zum Zwecke der Anstauung, als auch der zum Zwecke der Verringerung der Stauung beim grossen Wasser beabsichtigten Erweiterung des Stromprofils durch die Wasserverhältnisse gewisse Grenzen geboten waren. Ein Einengen des kleinen Wassers nämlich hat die Steigerung des Gefälles und der Geschwindigkeit zur Folge; geht also dieses Zusammenpressen über die

gehörige Grenzen hinaus, so kann es zu einer solchen Steigerung des Gefälles und der Geschwindigkeit führen, welche der Schifffahrt nicht zum Nutzen, sondern zum Schaden gereichen würde; andererseits würde eine übermäßige Erweiterung des unter dem kleinen Wasser befindlichen Profils bei der Grebener Enge auf der oberhalb derselben befindlichen Strecke bei kleinem Wasser ein Sinken des Wasserspiegels, also gerade das Gegentheil dessen, was zu erreichen beabsichtigt wurde, zur Folge haben.

Mit allen diesen einander entgegengesetzte Interessen vertretenden Factoren, musste man beim Entwurfe des Planes rechnen und es war nichts natürlicher, als dass unter den erwähnten abnormalen Stromverhältnissen kein Plan als Grundlage der Durchführung angefertigt werden konnte, welcher von Anfang bis zu Ende ohne jede Abänderung durchzuführen gewesen wäre. Es war vorauszusehen, dass der ursprünglich festgestellte Plan unter Anpassung an die Erfahrung, welche die fortwährende Beobachtung der Wasserverhältnisse bot, sich zu einem solchen entwickeln musste, welcher diesen Verhältnissen besser entspricht und die entgegengesetzten Interessen am besten in Einklang bringt.



Querprofil des eingezwängten Bettes von Greben-Milanovacz.

Zum stauen des kleinen Wassers dient der Staudamm Greben-Milanovacz, welcher bei der Grebener Spitze seinen Ausgangspunkt hat und der Strom 430 *m.* weiter unten auf 510 *m.*, gegenüber der Gemeinde Svinicza aber auf 400 *m.* einengt, derselbe war ursprünglich auf dem serbischen Ufer bis Milanovacz geplant, später aber, nachdem das untere Ende dieses Dammes weggelassen wurde, blieb zwischen dem Ende des Dammes und dem Milanovaczer Hafen eine offene Stelle von 40 Metern.

In dem durch den Staudamm abgeschlossenen und bei niedrigem Wasser einen todten Arm bildenden Donaustrom wurden an zwei Stellen von dem Staudamm durch die Inseln hindurch bis zum serbischen Ufer reichende zwei Querdämme geplant, welche den durch den Staudamm abgesperrten Theil der Donau in drei Bassinstheilen und durch die Abspernung die zwischen dem oberen und unteren Ende des Staudammes befindlichen 3·5 *m.* betragende Wasserspiegel-Differenz auf drei solche Theile vertheilen sollte, deren ersterdem grössten Theile und deren dritter dem geringsten Theile der Wasserdifferenz als Reservoir dienen sollte.

Der Damm staut hier dadurch, dass die ganze Wassermenge des abgesperrten Stromtheiles in dem neuen Strombett gedrängt wird.

Diese Anstauung beträgt in der Gegend von Svinyicza 0·3 Meter, erreicht ihr grösstes Maass zwischen Greben und Svinyicza mit 1·5 *m.* und fällt, noch den Grebener Wassersturz erklimmend, bei der Grebener Spitze auf 0·80 *m.*, von wo die Stauung bis zur Tachtalia rückwirkend verschwindet.

Diese Stauungsverhältnisse treten natürlich bei kleinem Wasser ein, bei mittlerem oder grossen Wasser tritt eine von diesen Verhältnissen sehr abweichende Anstauung ein.

Die Krone des Staudammes und das zur Abtragung bestimmte Grebener Plateau waren ursprünglich auf zwei Meter über das angestaute kleine Wasser geplant, die Erfahrung zeigte aber, dass diese Höhe der Krone für die Abflussverhältnisse der mittleren Wässer ungünstig sei, weshalb die Krone mit der unten erwähnten Höhe ausgebaut wurde. Die Dimensionen des Staudammes waren ursprünglich in der ganzen Länge desselben die gleichen, 3 Meter Kronenbreite, Böschung 1 : 1 $\frac{1}{2}$ , die Querdämme mit einer Kronenbreite von einem Meter und einer Böschung von 1 : 2 und 1 : 1 geplant. Eine gründlichere Kenntniss der Stromverhältnisse klärte aber bald darüber auf, dass die erwähnten Dimensionen der Dämme mit den durch die einzelnen Theile derselben zu erfüllenden Aufgaben in keinerlei Verhältniss stehen, dass die verschiedenen Theile dieser Dämme, die verschiedene Aufgaben zu entsprechen haben, dem entsprechend auch mit verschiedenen Dimensionen gebaut werden müssten und klärte insbesondere darüber auf, dass auf diesen Abschnitten der grössere Theil der als Parallelwerke und Traversen geplanten Bauten im Wesentlichen Absperrwerke sind, welche durch den Druck und das Hinüberstürzen des Wassers fortwährend in grossem Maasse in Anspruch genommen werden.

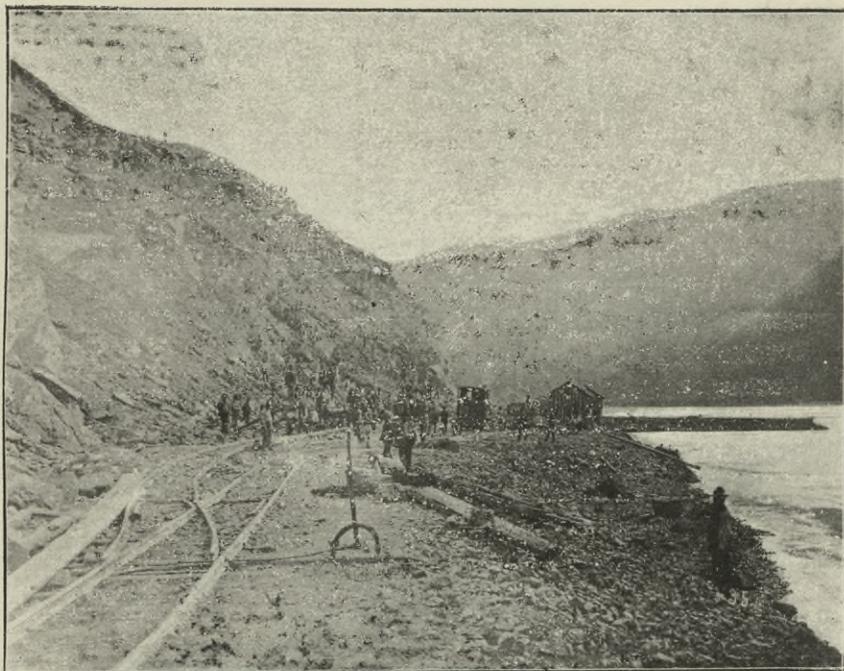
Der, durch die im Laufe des Baues vorgenommenen Aenderungen im Projecte zur Ausführung gereifte Plan ist in seinen Hauptzügen folgender :

Der von der Grebener Bergspitze ausgehende Staudamm engt in dem von der Grebener Spitze bis Svinyicza reichenden Stromtheile, das kleinere und mittlere Wasser in ein zwischen 400 und 700 *m.* abwechselndes, an seinem schmalsten Theil, oberhalb Svinyicza, in ein 380 *m.* breiten Strom ein. Die Dammkrone beträgt bei der Bergspitze 1·86 *m.* über dem kleinen Wasser und von hier geht dieselbe in einer Länge von 600 *m.* horizontal vorwärts. Da das Wasser auf diesem Theile der Grebener Strecke den grössten Fall besitzt, beginnt bei anschwellendem Wasser zuerst um die Spitze herum das Ueberstürzen des hinüberfluthenden Wassers und hiedurch wird auch das Gefälle des Wassers verringert. Nur bei weitere Stauung stürzt das Wasser auch über die weiteren Theile des Dammes. Dieser 600 *m.* lange Theil des Dammes sperrt den auf dieser Strecke so abnormen Strombestandtheil ab und dieser ist am meisten in Anspruch genommen.

Die Dammkrone ist in der Länge der ersten 120 *m.* 10 *m.* breit, ihre Böschungen sind 1 : 3 und 1 : 1·75 ; darauf ist in einer Länge von

300 Metern die Krone 7·5 *m.* breit, ihre Böschungen sind 1 : 3 und 1 : 1·5 ; von hier nimmt die Breite der Krone stufenweise ab und beträgt bei dem 600-sten laufenden Meter 5·4 *m.* ; die Seitenböschung ist hier 1 : 1·5. Von hier abwärts ist der Damm dem entsprechend in geringerem Maasse in Anspruch genommen, daher auch enger, (5·4 bis 5 *m.* breit), die Höhe desselben über dem kleinen Wasser beträgt durchschnittlich + 2·5 *m.* Von hier thalwärts bis zum erstem Querdamm ist die Krone 5 *m.* breit und steht + 2·5 bis 2·8 über dem kleinen Wasser.

Bei dem 1400-sten laufenden Meter schliesst sich demselben der obere,

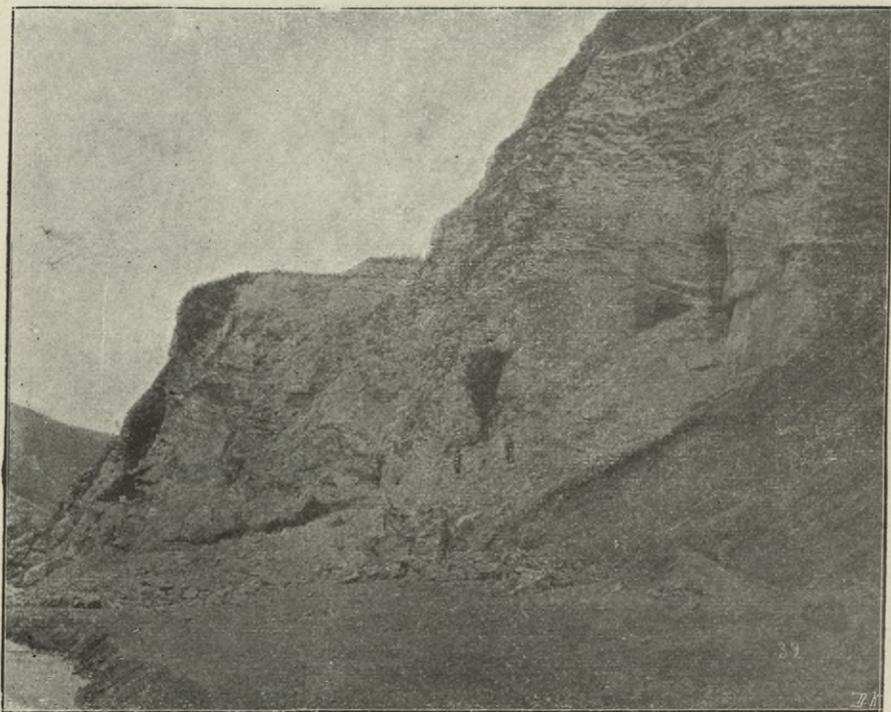


Abtragung der Greben-Spitze mit dem Anfang des Staudammes.

Querdamm an. Unterdessen ist der Staudamm von gestautem und überstürzendem Wasser sehr in Anspruch genommen, weshalb hier die Krone desselben 7·5 *m.* breit und die Längenböschungen 1 : 1·5, beziehungsweise 1 : 3 sind und ragt die Krone des Dammes auf 2·5 bis zu 2·2 über Null empor. Nach dem 2000-sten laufenden Meter verringert sich die Kronenbreite entsprechend dem geringeren Drucke, den der Damm hier auszuhalten hat, auf 6 *m.*, weiter unten bis zu 4·5 *m.* ; diese Breite behält der Damm auf dem ganzen unteren Abschnitte. Die Kronenhöhe des Dammes beim 2000-sten laufenden Meter ist 2·3 *m.* über Null und von hier geht derselbe im Verhältniss zum kleinen Wasserspiegel beinahe parallel, unten aber mit stärkerem Gefälle weiter, so dass derselbe beim 2200-sten laufenden Meter

1·9 *m.* über Null, beim 4000-sten 1·66 über Null, am Ende des Dammes aber beim 5800-sten laufenden Meter 1·5 über Null beträgt.

Die Kronenhöhe des Staudammes ist im Allgemeinen derart festgesetzt, dass dieselbe die kleineren Mittelwässer noch beisammen halte, ausgenommen den Beginn des Dammes, wo bloß sehr kleine Mittelwässer und die kleinen Wässer zusammengehalten werden. Von den Traversen weist der obere in einer Länge von 700 *m.* in der freien Donau, eine zwischen 2·7 und 2·4 *m.* abwechselnde Höhe und eine zwischen 5 und 6·5 *m.* abwechselnde Kronenbreite auf. Die Seitenböschungen sind 1:1·5 und



[Abtragung der Greben-Spitze während der Arbeit.

1:3. Jene Theile der Traversen, welche sich über die zwischen den Inseln befindlichen Donauarme hinüberziehen, sind höher und haben eine Kronenbreite von 2 Metern. Bei der unteren Traverse hat der in der freien Donau befindliche 800 *m.* lange Theil eine zwischen 4·2 und 5·3 *m.* wechselnde Kronenbreite und eine zwischen 1·9 und 1·6 *m.* wechselnde Höhe. Jener Theil, der sich zwischen der Insel und dem serbischen Ufer befindet, ist dem oben beschriebenen entsprechenden Theile ähnlich. Die Abtragung des Grebener Berges ist auf 2·8 *m.* über dem ursprünglichen kleinen Wasser und auf 2 *m.* über dem angestauten kleinen Wasser, und zwar

in einer Breite von 150 m. geplant, so dass im Falle eines Hochwassers eine Wassermasse von beinahe sekundlich 2000 m<sup>3</sup> darin Abfluss findet.

Unter den oben beschriebenen Regulirungswerken nehmen im Hinblick auf die Schwierigkeit der Ausführung und auf die ausserordentliche Inanspruchnahme der Werke der Anfang des Grebener Staudammes und der obere Querdamm eine hervorragende Stelle ein.

Der Anfang des Grebener Dammes nämlich spielt, wie oben erwähnt, nicht die Rolle eines regelmässigen Staudammes, sondern hat die Aufgabe, der Absperrung eines unter einem grossen Wassersturz befindlichen sehr tiefen und felsigen Stromes zu erfüllen. Das Absperrwerk war also hier unter solchen Verhältnissen und in solchen Dimensionen herzustellen

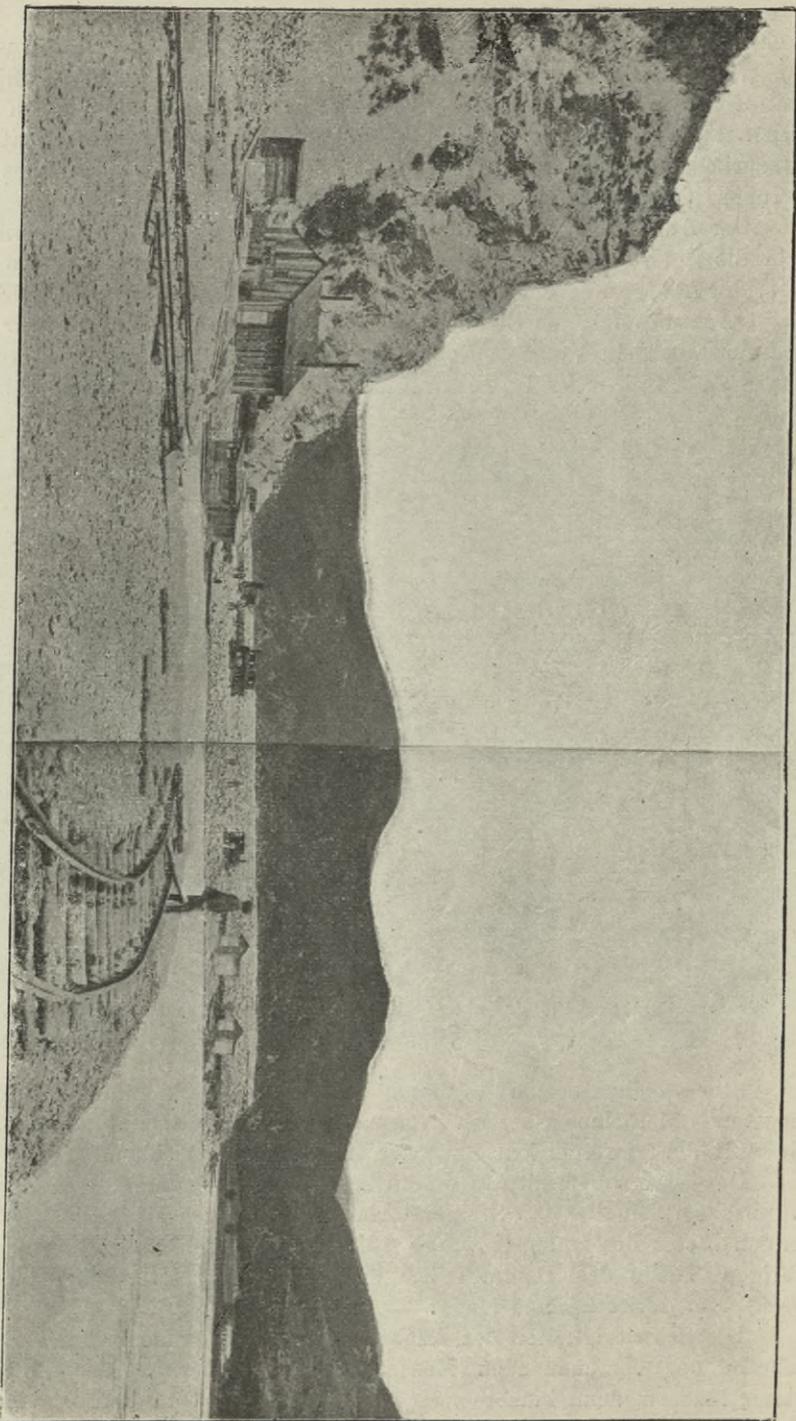


Das Wasser stürzt sich über der oberen Abschnitt des am 2. Dezember 1891 abgerutschten Grebener Dammes.

len, unter welchen solches in einem Strome noch nicht gebaut wurde und mussten auf kleine Strecken grosse Massen hineingebaut werden, wie dies mit der gewöhnlichen Bauweise kaum möglich schien.

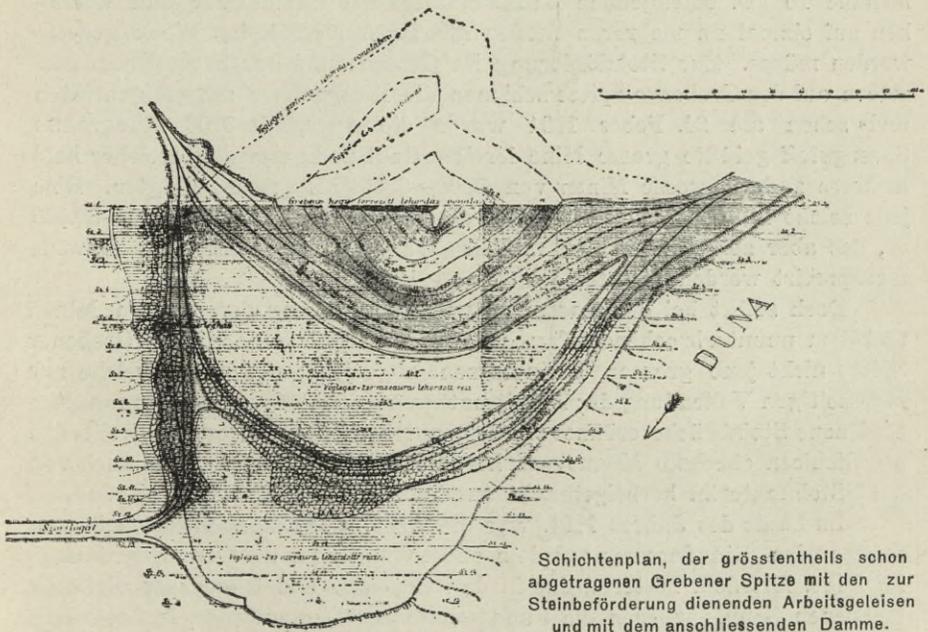
Das Steinwurfprofil des ersten Theiles des Steindammes beansprucht durchschnittlich 1000 m<sup>3</sup> Steinmaterial per laufenden Meter; auf 500 laufenden Meter des Dammes waren 130.000 m<sup>3</sup> Steinwürfe nothwendig. Die übrigen Theile des Dammes beanspruchten per Meter eine zwischen 40—120 m<sup>3</sup> abwechselnde Masse.

Die Schwierigkeiten des Ausbaues der Querdämme bestand nicht so sehr in der einzubauenden Massen, als eher in der Art der Einbauung dieser Massen, denn innsbesondere in den oberen Querdämmen mussten



Die bereits abgetragene Grebener Spitze.

grosse Quantitäten von Stein in einem mit der grossen Geschwindigkeit von beinahe 2 Metern dahinstürzenden Wasser eingebaut werden, wo das Einstellen der Fahrzeuge mit den grössten Schwierigkeiten verbunden und nur unter Anwendung ausserordentlicher Mittel möglich war und wo der eingebaute Stein selbst der grössten Dimensionen von der Kraft des sich dahinstürzenden Wassers fortgerissen wurden. Diese Schwierigkeiten steigerten sich mit dem Ausbau des Querdammes und mit dem hiedurch erfolgenden, fortwährenden Anwachsen der Anstauung immer mehr, so, dass die Absperrung der letzten Oeffnungen des Querdammes nur mittels Placirung grösserer Blöcke von einem m<sup>3</sup> mit einem Dampfkranch zu bewirken war; aber selbst ein Theil dieser Blöcke, welche von dem



Schichtenplan, der grösstentheils schon abgetragenen Grebener Spitze mit den zur Steinbeförderung dienenden Arbeitsgleisen und mit dem anschliessenden Damme.

mit einem Gefälle von 2 m. mit grosser Wucht sich dahinstürzenden und alles mit sich reissenden Wogen oft auf 40—50 m<sup>3</sup> weggerissen wurde.

Bei der Abtragung der Felsenmasse der Grebener Spitze entstand die praktisch schwer zu lösende Aufgabe, auf einen sehr engen Arbeits-Vorraum und bei steilen Bergwänden binnen verhältnissmässig kurzer Zeit grosse Steinmassen zu lösen und wegzuschaffen.

Die Arbeiten nahmen auf dieser Strecke ihren eigentlichen Anfang mit jener feierlichen Eröffnung, als der Meister unvergesslichen Angedenkens dieses Werkes: Gabriel Baross am 15. September 1890. in Anwesen-

heit der Vertreter des anderen Staates der Monarchie, Serbiens und des Auslandes die erste Mine an der Greben sprengte.

Das Jahr 1890. vergieng mit den Vorbereitungsarbeiten; von den Einbauarbeiten konnte kaum etwas vorwärts gebracht werden, was leicht-begreiflich ist, wen wir in Betracht ziehen, dass an der steilen Wand des Grebener Berges und am Fusse desselben ein Arbeitsraum und ein Arbeits-plateau geschaffen werden musste, damit man dort überhaupt Transport-mittel anbringen könne.

Bei der Einrichtung der Arbeiten musste man sich gar bald davon überzeugen, dass wenn die grosse Masse der Grebener Spitze unter einer verhältnissmässig so kurzen Zeit abgetragen werden sollte, hiezu der gewöhnliche Steinbruchbetrieb nicht ausreichen werde und dass bei der beinahe 10 *km.* betragenden Baulinienlänge der Dämme der Bau derselben auf einmal an mehreren Stellen mit grosser Kraft ins Werk gesetzt werden müsse. Zur Steinförderung im Grossen und zur Steigerung derselben auf der Grebener Spitze schienen die Riesenminen am geeignetesten und schon am 24. Feber 1891 wurde die erste, mit 3700 Kilo-gramm Sprengstoff gefüllte grosse Mine fertiggestellt und gesprengt, welcher bald mehrere andere grosse Minen von 3000—6000 Kilo-gramm folgten. Eine jede solche Mine lieferte auf einmal ein Steinmaterial von 10,000—30,000 *m*<sup>3</sup>, das aber zerstückelt und mittels Wagen und Schiffe zum Damme transportirt werden musste.

Doch selbst bei der massenhaften Steinlieferung der grossen Minen und dem ununterbrochenen Tag- und Nachtbetrieb konnten der Grebener Spitze nicht jene grossen Steinmassen abgewonnen werden, welche zur rechtzeitigen Vollendung der Arbeit nothwendig schienen; deshalb mussten bald neue Steinbrüche eröffnet werden, unter welchen an erster Stelle das bei Ribnicza oberhalb Milanovacz hervorzuheben ist und musste auch von dort Steinmaterial herbeigebracht werden.

Im Laufe des Jahres 1891. war die Arbeit des Einbauens an mehreren Stellen des Staudammes auf dem oberen und dem unteren Querdamme im Zuge. Mit dem Material der in den Grebener und Ribniczaer Brüchen beladenen Schiffe wurden die Fundamente der Dammkörper, insbesondere in den mittleren und den unteren Abschnitten und bei den Querdämmen gelegt.

Bei fortwährender Steigerung der Arbeitskraft und dem Eintreten der für diesen Bau günstigen kleineren Wasserstände machte die Monatsleistung in den Monaten August und September 22,000 *m*<sup>3</sup> aus. Die Grösse dieser Leistung kann nur dann gewürdigt werden, wenn zugleich die Schwierigkeiten berücksichtigt werden, welche hier von der grossen Stromgeschwindigkeit dem Einbauen bereitet wurde und wegen deren beim Einbauen nur die grösste 50—60 Kubikmeter und nur ausnahmsweise 180 Kubikmeter fassende Schiffe zu verwenden waren.

Beim interessantesten Theil des Dammsystems, dem Anfange treten auch gar bald die Schwierigkeiten ein, die man mit Recht zu befürchten

hatte, doch steigerten sich dieselben noch durch jene neueren Erfahrungen, welche die Ausführung dieses mächtigen Absperrwerkes immer schwer erscheinen liessen.

Bei dem oberen Anfange des Dammes waren Steinwürfe von mehreren hundert Kubikmetern nothwendig, bis nur einigermaßen ein Fortschritt im Bau des Dammes constatirt werden konnte. Dabei trat auffallend die Erscheinung in den Vordergrund, dass bei grösseren Wasseranstauungen das Wasser mit solcher Kraft sein ursprüngliches Bett, an dessen Absperrung gearbeitet wurde, zurückforderte, dass selbst Steinwürfe der grössten Dimensionen nicht im Stande waren, sich in dieser Stromschnelle zu behaupten. Infolge dieser Erfahrung konnte die Einbauung nur bei kleinerem abnehmendem Wasser bewirkt werden, was die Zeit des Baues auf eine ausserordentlich kurze Spanne Zeit einschränkte.

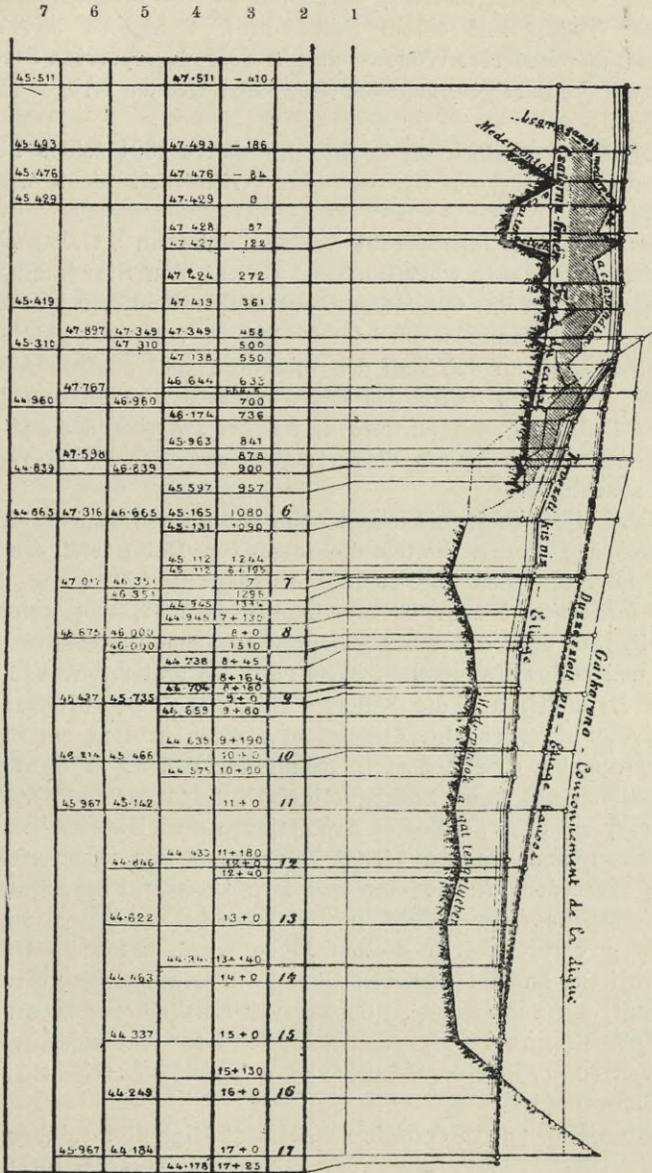
Mit der Abnahme des Wassers hielt die fortwährende Steigerung im Einbauen Schritt und Ende September 1891 konnte nach einer mit der Anspannung aller Kräfte Tag und Nacht vollbrachten Arbeit von vier Monaten mit Befriedigung constatirt werden, dass das unterhalb des Greben-Berges sich ausdehnende, 32—40 *m.* tiefe, felsige Bett in einer Länge von 100 Metern mit einem Steindamm von provisorischen Dimensionen versehen sei und dass an den nun folgenden, seichteren Stellen der Fortschritt des Dammes bereits günstigere Resultate aufzuweisen hat.

Mit dem Fortschritte des ersten Theiles des Dammes zeigten sich die ersten Symptome der Anstauung oberhalb der Grebener Spitze, welche gar bald stärker anwuchs, so dass die Vergleichung der Wasserstandsdaten vor dem Bau und den damaligen Daten, — gegen Ende November, — schon eine Anstauung von einem Meter oberhalb der Grebener Spitze zeigten. Die erste auffallende Folge dieser Anstauung war die, dass der der Grebener Spitze gegenüber befindliche Vrány-Felsen, der mit seiner charakteristischen Gestalt bei kleineren Wasserständen aus dem Wasser emporragte, nun bei denselben Wasserständen vom Wasser verdeckt blieb.

Mit der Herstellung des ersten Theiles des Staudammes und mit der Steigerung der, durch denselben verursachten Anstauung aber bereiteten auch die Geschwindigkeitsverhältnisse um die Grebener Spitze und die Einbauverhältnisse dieses Dammtheiles grössere Schwierigkeiten.

Die Ergänzung der grossen Profile des ersten Theiles des mit grossen Schwierigkeiten vorwärts schreitenden Dammes wurde von Schiffen besorgt, deren Ladungen die stellenweise 180 *m.* breite Basis des Dammes bildeten. Bis zur vollkommenen Ablagerung und Consolidirung eines Steinkörpers von so grossen Dimensionen musste man unter den obwaltenden Verhältnissen auf grössere Senkungen und Rutschungen des Materials rechnen, insbesondere deshalb, weil ja dieser Theil des Dammes der ausserordentlichen Kraft des Wassers einen ganz hervorragenden Angriffspunkt bot. Eine solche starke Rutschung erfolgte am 2. December 1891, als eine späte abnorme Fluthwelle über den, noch provisorische Dimensionen besitzenden Damm überstürzend, in einer Länge von 150 Metern





Längenprofil des Kataraktes Juoz. 9 8

1. Vergleichungsebene 40 m. über Adria. 2. Profil-Nummer. 3. Laufende Entfernung. 4. 0 Wasser über Adria. 5. Gestautes 0 Wasser über Adria. 6. Höhe der Dammkronen über Adria. 7. Kanalsohle über Adria. 8. Dammkronen. 9. Gestautes 0 Wasser.

Krone und Böschung fortriss; durch die so entstandene Oeffnung stürzte sich das Wasser mit einem Fall von 1—2 Metern mit ungeheuerem Lärm und ungeheuerem Wellenschlag in dem abgesperrten Strom, dem Zuschauer ein grossartiges, zugleich aber auch Grauen erregendes Schauspiel darbietend.

Die Dammabrutschung konnte im Jahre 1891 selbst bei der abge-spanntesten Thätigkeit während der Winterzeit nicht wieder ergänzt werden.

Im Laufe des Jahres 1891 wurden nahe an 117.000  $m^3$  auf diesem Abschnitte eingebaut, wovon 105.000  $m^3$  auf den Staudamm, das übrige Material aber auf die Querdämme entfällt; mit dieser Masse wurde der erste Theil des Dammes um beinahe 400  $m$ . vorwärts getrieben; ausserdem wurde auch an den Bau des mittleren und unteren Abschnittes geschritten. Im ersten Jahre des Baues musste an den Bau jenes Theiles des Querdammes gegangen werden, welcher zwischen den serbischen Inseln geplant wurde, um hiemit dieses eigentliche tiefe kleine Wasserbett der Donau auszufüllen.

Ueber die Arbeitsleistungen beim Steinbruch und bei der Abtragung des Grebener Berges bieten die folgenden Daten einigermassen Orientirung: Im Laufe des Jahres 1891 wurden bei Abtragung des Grebener Berges insgesamt zehn Riesenminen gesprengt, von welchen fünf mit Dynamit, fünf aber mit langsamer verbrennenden Explosivstoffen (Carboazotine und Haloxylin) geladen waren; auf die ersteren wurden 18.000 Kilogramm Dynamit, auf die anderen ebenfalls 18.000 Kilogramm anderer Explosivstoffe verbraucht. Ausserdem wurden in dem, zur Steigerung des Steintransportes eingerichteten Ribniczaer Brüche in diesem Jahre fünf grosse Minen mit einem Sprengmaterial von insgesamt 35.000 Kilogramm gesprengt, so, dass in diesem Arbeitsjahre zum Zwecke des Steinbruches im Grosse und Ganzen 71.000 Kilogramm Sprengmaterials verwendet wurde; ausserdem wurde eine grössere Quantität Sprengmaterials noch beim Zerstückeln der grösseren Steine und bei der Sprengung der tieferen Bohrlöcher verbraucht. In diesem Jahre wurde auch die grösste der bei den Arbeiten an der unteren Donau in Anwendung gebrachten Minen gesprengt, die auch sonst an Sprengstoff-Inhalt ihresgleichen sucht, welche mit 12.000 Kilogramm Dynamit geladen war und welche bis zu einer Tiefe von 35  $m$ ., in einer Länge von nahezu 70  $m$ . eine 65  $m$ . hohe Felspartie absprengte.

Ihren Höhepunkt erreichte die Bauthätigkeit im Jahre 1892, als die Jahresleistung 170.000, die grösste Monatsleistung 30.000  $m^3$  betrug, ja die Leistung einzelner Tage erhöhte sich auf 1680  $m^3$ , was bei einer, auf eine Strecke von 6 Kilometern beschränkten Baulinie und unter schwierigen Einbauverhältnissen als ausserordentlich bezeichnet werden kann. In diesem Jahre gedieh der Bau unter Ausbeutung der sich darbietenden günstigen Wasserverhältnisse beinahe in der Länge sowohl des Staudammes, als der Querdämme bis zu 7 Kilometern.

Mit dem stufenweisen Ausbau der Querdämme traten auch diese Dämme in Function und der dort gar bald eintretende Wassersturz machte die Schwierigkeiten des Einbauens immer augenscheinlicher. Die Einstellung der 80—100  $m^3$  enthaltenden Schiffe war nur mittelst eigens in den Felsen eingelassenen Keile und darauf befestigter Ketten, sehr schwerer Anker und der stärksten, 4 centimetrigem Schiffstau und auch da nicht ohne Gefahr zu bewirken.

Nachdem einzelne Partien des Dammsystems im Grossen und Ganzen fertiggestellt waren, kam auch die Stauung in immer grösserem Maasse zur Geltung und steigerte sich so, dass dieselbe gegen Ende des Jahres oberhalb Grebens bei kleinem Wasserstande 1—1·2  $m$ ., bei mittlerem Wasser schon 1·5  $m$ ., unter Greben 1·3  $m$ . betrug. Zuzufolge dieser Anschwellungen trat, da die Abtragung des Grebener Plateaus noch in Arbeit war, übergangsweise ein Anwachsen der Schwierigkeiten bei Greben ein. Der Transport des zum Einbau nöthigen Steinmaterials wurde aus den abgetragenen Partien des Grebener Berges, sowie aus den Ribniczaer Werken bewirkt, wo im Laufe des Jahres 1892 neun grosse Minen mit Dynamitladungen von insgesamt 46.000 Kilogramm gesprengt wurden.

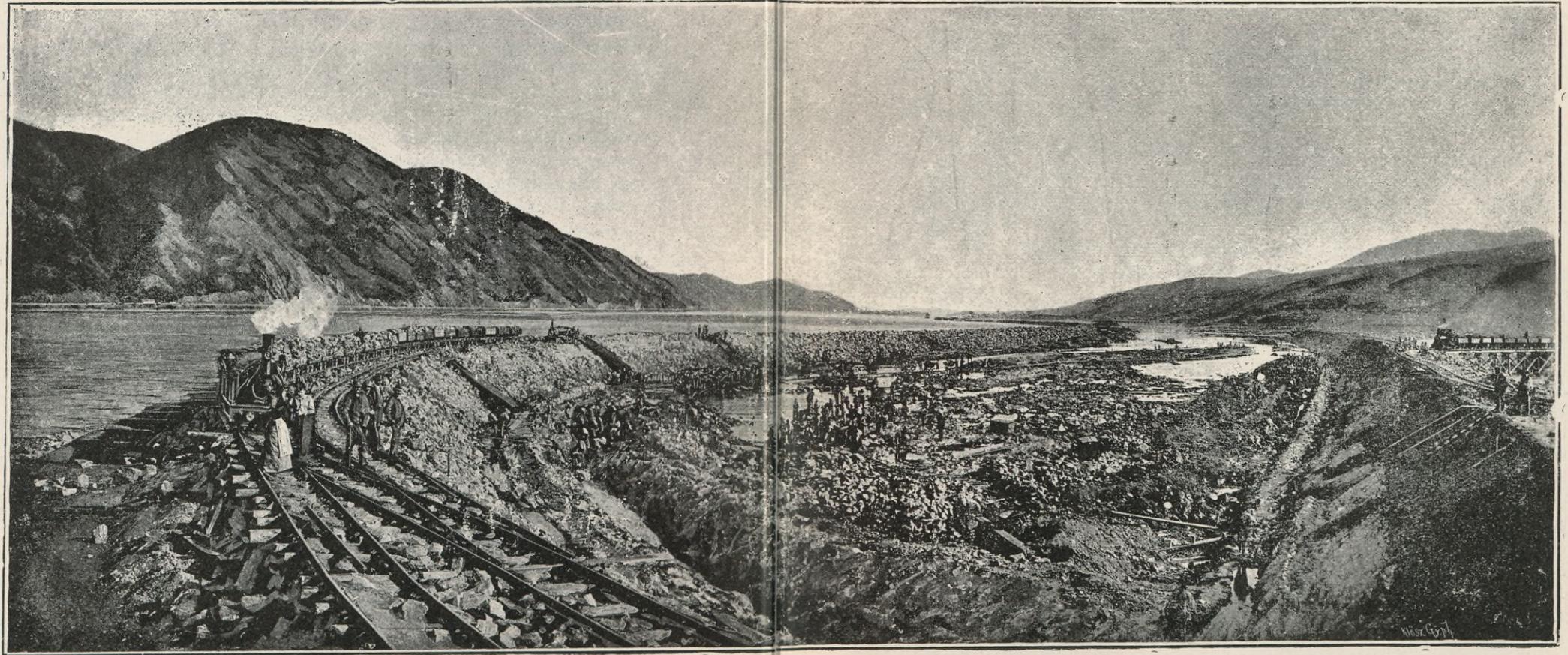
Das Jahr 1892, als das stärkste Arbeitsjahr, hatte als Resultat aufzuweisen, dass die wichtigsten und schwierigsten Partien des Dammsystems in ihren Hauptzügen fertiggestellt waren, der Staudamm und die Querdämme wurden mit provisorischen Profilen ausgebaut, doch machten ungünstige Wasser- und Arbeitsverhältnisse die Beendigung der schwierigsten Aufgaben, den Ausbau des oberen Querdammes in diesem Jahre unmöglich.

Im Jahre 1893 war, nachdem das Gros der Arbeiten bei Greben schon in den Jahren 1891 und 1893 beendet worden, bloss die Verlängerung und Ergänzung der Objekte übrig, wozu aber die ungünstigen Wasserstände dieses Jahres nicht die entsprechende Gelegenheit boten. Besondere Schwierigkeiten verursachte das Absperren der letzten Oeffnung des in der offenen Donau befindlichen Theiles des oberen Querdammes.

Durch die Differenz von ungefähr 1·8  $m$ ., welche zwischen dem oberen und unteren Wasserspiegel dieses Querdammes eintrat, ergab sich eine so ausserordentliche Geschwindigkeit und ein so mächtiger Wassersturz, dass die Kraft des Wassers Steinblöcke von 2 Tonnen auf Entfernungen von 50—60 Metern fortrollte. Der Akt der Abspernung war eines der hervorragendsten Momente des Baues. Durch Anbringen von Steinblöcken mittelst Dampfkrahe und durch den Fortbau des Dammkörpers an den beiden Enden der Oeffnung gelang es schliesslich diesen Querdamm ganz auszufüllen.

Der Einbau im Jahre 1893. belief sich auf 75.000  $m^3$ , hiezu waren wohl die andauernd ausserordentlich hohen Wasserstände dieses Jahres nicht günstig, doch wurde gerade durch diese die Widerstandsfähigkeit der Bauten erwiesen. Im Laufe dieses Jahres wurde das ganze Dammsystem gleichsam im Gerippe fertiggestellt und konnte man auf diese

Weise die Resultate desselben studiren. Im vorgeschrittenen Stadium der Abtragung des Grebener Berges waren die grösseren Minen bereits nur ausnahmsweise zu benützen; zur Anfertigung der grösseren Bohrlöcher dagegen wurden Bohrmaschinen und zum Treiben derselben eine Compressor-Anlage hergestellt. Im Laufe des Jahres 1893. wurden aus dem Grebener Berge 45.000  $m^3$  Steinmaterial und beinahe ebensoviel Schutt beseitigt und damit war das Gros der Bergmasse abgetragen.



Der Eiserne Thor-Kanal vom oberen Sperrdamm abwärts. Bau der Dämme und Vertiefung der Felsensohle.

Im Laufe des Jahres 1894. hätten, nachdem das Gerippe des Dammsystems fertiggestellt worden war, die Ergänzung desselben und die endgiltige Fertigstellung seiner einzelnen Theile bewirkt werden sollen, wozu aber die ungünstigen Wasserstände nicht die gehörige Gelegenheit boten. In diesem Jahre wurden an Steinwürfen 60.000  $m^3$  in das Dammsystem eingebaut. Aus dem Grebener Berge aber waren mit Ende des Jahres 1894. aus der, zum Abtragen bestimmten Masse 28.800  $m^3$  entfernt

und war der grösste Theil jener Masse, durch deren Entfernung das Bett für das grosse Wasser erweitert werden sollte, ebenfalls auf die entsprechende Höhe abgetragen.

Nach Fertigstellung des Dammsystems kam die volle Wirkung desselben zur Geltung und konnte man studiren, wie sehr die Resultate jener Berechnungen, welche die Grundlage des Entwurfes gebildet, die an den einzelnen Abschnitten entstehenden Anstauungen den tatsächlich ein-

getretenen Anstauungen nahekommen, was für eine Umgestaltung an den Wasserverhältnissen zu bemerken war.

Die hauptsächlichsten Resultate der bezüglichen Studien sind die folgenden:

Die Anstauung, die bei der Grebener Spitze eintritt, zeigt bei kleinem Wasser keine wesentliche Abweichung von der geplanten Anstauung und übersteigt dieselbe um 0.1—0.2  $m$ ; die Anstauung wächst an dieser Stelle



Topographische Aufnahme des Kanals zwischen Orsova und dem Eisernen Thore.

mit dem Hochwasser, sie erreicht den grössten Werth, wenn der Wasserstand an Ort und Stelle  $+ 4 m.$  ist und beträgt dann  $1.8-1.9 m.$

Die Folge dieses unverhältnissmässigen Zunahmes in der Anstauung ist die, dass sich das Gefälle steigert, doch wurde dies nachdem die Abtragung des Grebener Plateaus vollendet und die Kronen der Dämme niedriger wurden, abgeschwächt.

Unter der Grebener Spitze stimmt das Mass der Anstauung bei kleinem Wasser mit dem berechneten überein, bei erhöhtem Wasserstande ist die Anstauung eine geringere. Aehnliche Verhältnisse bestehen um Svinyicza und unterhalb Svinyicza's, wo die thatsächlich eingetretene Anstauung mit der berechneten übereinstimmt, oder von derselben nur unwesentlich abweicht, jedoch nirgends bedeutender ist, wie berechnet wurde. Diese Gestaltung der Anstauungsverhältnisse vereitelte zugleich die Hoffnung, dass um Svinyicza ein eventuelles Plus der Anstauung die Menge der dort unter Wasser zu beseitigenden Felsen verringern, eventuell die Felsenbeseitigung überhaupt überflüssig machen werde. Als Resultat dieser Erfahrungen ist der ergänzungsweise erfolgte Entwurf des längs Svinyicza herzustellenden Kanals zu betrachten, welche Arbeit durch die Gesetzgebung mit dem Gesetzartikel XVI: 1895. beschlossen wurde.

Die vollständige Ergänzung des Dammsystems und das Versehen der fertiggestellten Damtheile mit einem Steinpflaster, sowie die Durchführung jener Planänderungen, welche durch die aus dem Studium der Verhältnisse gewonnenen Erfahrungen nothwendig wurden: All dies wurde im Laufe des Jahres 1895 zu Wege gebracht, so dass mit Ende dieses Jahres ein grosser Theil des Dammsystems vollständig fertig wurde, (bis zum Ende des Jahres 1895 wurden eingebaut rund  $460.000 m^3$  an Steinwürfen und wurden an Pflastern  $40.000 m^2$  fertiggestellt) und auch von der

Abtragung des Grebener Berges erübrigten unmehr ein sehr geringer Theil. Die vollständige Fertigstellung der noch ausstehenden Arbeiten und damit der Bauten dieser ganzen Strecke steht mit Ende des Jahres 1895 zu erwarten.

---

*E) Szvinyicza.*

Auf der Grebener Strecke längs des Staudammes Greben-Milanovacz, unterhalb der Gemeinde Szvinyicza zieht sich eine breite Felsenbank über den Strom, welche höher ist, als die normale (—2 m. betragende) Schiffahrtstiefe unter dem durch die effective Anstauung des Grebener Dammes entstandenen Niveau. Da nach Fertigstellung des Dammes constatirt wurde, dass die Anschwellung eine ungenügende sei, erwies es sich als nothwendig, durch diese Felsenbank einen ebenfalls —2 m. tiefen und 60 m. breiten Kanal herzustellen. Mit der Herstellung dieses Sohlenkanals, welcher ursprünglich nicht geplant worden, wurde im Jahre 1895 die Unternehmung betraut und die Arbeit erst im Sommer 1896 auf solche Art und Weise und in einer solchen Reihenfolge in Angriff genommen, wie dies bei den übrigen Kanälen geschehen. Dieser Kanal ist ungefähr 1500 m. lang und beträgt die aus demselben profilmässig zu beseitigende Felsenmasse 13.236 m<sup>3</sup>.

Im Sinne des mit der Unternehmung geschlossenen Vertrages muss dieser Sohlenkanal mit Ende 1898 fertig sein.

---

*F) Jucz.*

Der unter dem Namen Jucz bekannte Katarakt wird durch eine quer durch den Strom sich hinüberziehende Serpentin-Felsenbank gebildet, über welche das kleine Wasser mit grossem Gefälle hinüberstürzt. Zur Behebung dieses Schiffahrts-Hindernisses musste einerseits der grosse Wassersturz gemildert werden, wozu ein Staudamm geplant wurde, der ursprünglich unter der Einmündung des Porecska-Baches, dem später abgeänderten Pläne gemäss, von oberhalb dieser Mündung ausgehend und in der weiter unten liegenden Insel seinen Abschluss finden sollte und welcher dazu bestimmt war, um den des Nullwassers Wasserspiegel anzustauen und hiemit den unter der Felsenbank eintretende grossen Wassersturz auszugleichen. Andererseits wurde, da über der Felsenbank nicht die für die Schiffahrt nothwendige Wassertiefe vorhanden war, hier ein geradlinige<sup>d</sup> rungefähr 750 m. lange Cunette mit einer Tiefe von 2 m. unter Null und einer Sohlenbreite von 60 m. geplant, aus welchem 32.000 m<sup>3</sup> Felsen beseitigt werden sollten; den inmitten der Arbeit gemachten detailirten Aufnahmen zufolge hatte sowohl die Sohle als auch die Länge dieses Kanals eine Aenderung erlitten und auf diese Weise wurde der Kanal thatsächlich in einer Länge von ungefähr 1340 m. in bergwärts

sich krümmender Richtung ausgebaut; diese Arbeit erforderte die Beseitigung von 29.963  $m^3$  Felsen.

Die Regulierungsarbeiten beim Jucz-Katarakte begannen im Herbst des Jahres 1890. Eine der wichtigsten und heiklichsten Theile des grossen Arbeitsprogrammes bildete die Herstellung von offenen Kanälen im freien Strome. Die Arbeiten konnten schon der Natur der Sache gemäss nicht auf sämtliche Katarakten, auf welchen solche Kanäle herzustellen waren, auf einmal begonnen werden, weshalb nach gründlicher Ueberlegung beschlossen wurde, mit dem Baue dieser Kanäle auf dem Jucz-Katarakte zu beginnen. Hiezu bewogen namentlich zwei Hauptgründe, und zwar :

a) Der, dass der Jucz-Katarakt bei kleinem Wasserstande die Schifffahrt zwischen Orsova und Drenkova zuerst absperrt und es auf diese Weise wünschenswerth war, zu allererst diesen Katarakt bei jedem Wasserstande schiffbar zu machen ;

b) weil auf Grund der geologischen Forschungen und Versuche constatirt wurde, dass der Jucz-Katarakt aus dem härtesten und zähesten Material (Serpentin-Gabbro) besteht, dessen Bearbeitung die grössten Schwierigkeiten verursachen wird. Im Hinblick hierauf erschien es nothwendig, dass die Unternehmung ihre Arbeitsmaschinen in solchen Dimensionen verfertigen lasse, dass dieselben auch in einem der schwierigsten Materiale zu arbeiten im Stande seien und diese Verfügung erwies sich als eine sehr heilsame, denn all jene Arbeitsmaschinen, welche auf dem Jucz-Katarakte entsprachen, arbeiteten an den übrigen Katarakten mit dem glänzendsten Resultate, während solche Arbeitsmaschinen, welche auf den übrigen Katarakten mit Erfolg arbeiteten, wie z. B. die Bagger, auf dem Jucz-Katarakte ihrer leichten Construction wegen nicht zu verwenden waren.

Bei dem Bau dieses Kanals wurde dasselbe Verfahren angewendet, wie bei den anderen Arbeiten ähnlicher Natur.

Die Aussteckung wurde sehr detaillirt bewerkstelligt, denn der Kanal wurde in der Längenrichtung den Ansprüchen der Arbeitsschiffe Rechnung tragend von Meter zu Meter in Querprofile eingetheilt ; ausserdem wurde in der Breitenrichtung des Kanals auf je 10  $m$ . ein Längenprofil ausgesteckt.

Die Tiefenmessung, respective die Aufnahme des zu beseitigenden Felsengrundes erfolgte im ersten Jahre mittelst Sondirschiffen und Sondirstangen, welche mit freier Hand verwendet wurden, später aber mit dem grossen Sondirschiffe, wie dies schon oben beschrieben wurde; bei jedem Meter wurde die Tiefe, respective die Höhe der Sohle gemessen. Der Kubikinhalte der zu beseitigenden Felsenmassen wurde demnach ebenfalls vom Meter zu Meter bestimmt.

Das Lockern des Felsens geschah mit Felsenbrechschiffen auf mechanischem Wege, oder durch Bohrschiffe mittelst Sprengung. Für die Wahl der Maschinen, oder der anderen Methode war die Dicke des zu beseiti-

genden Felsenschichte massgebend. Dabei kam es aber oft vor, dass auch dünnere Schichten mittelst Explosion gelockert werden mussten, da die Meissel der Steinbrechschiffe in den ausserordentlich harten Gestein erfolglos arbeiteten.

Das Herausheben des gelockerten Materials erfolgte mit Eimer-, Löffel- und Korbbaggern, während die endgiltige Reinigung und Uebergabe mittelst der Universalschiffe erfolgte. Das Arbeitsresultat war in den einzelnen Jahren folgendes:

im Jahre 1890 wurde mit dem kleinen Sondirschiffe ein Kanalgebiet von 14.300 *m*. vermessen;

im Jahre 1891 wurde die Arbeit mit dem grossen Sondirschiffe fortgesetzt und wurden 78.500 *m*<sup>2</sup> vermessen, dann mit drei Steinbrechschiffen 1451.86 *m*<sup>2</sup> gelockert;

im Jahre 1892 wurden mit dem grossen Sondirschiffe weitere 14.800 *m*<sup>2</sup> des Kanalgebietes vermessen und mit drei Steinbrechschiffen, ferner mit vier Bohrschiffen 25.850·27 *m*<sup>3</sup> gelockert, dann mit dem Bagger „Vaskapu“, mit einem Krahnbagger und zwei Löffelbaggern 7799 *m*<sup>3</sup> gelockerter Felsen entfernt;

im Jahre 1893 wurden mit drei Steinbrechschiffen, ferner mit einem Bohrschiffe 2554.52 *m*<sup>3</sup> gelockert. Der Bagger „Vaskapu“, ein Krahnbagger und ein Löffelbagger entfernten 38.065·00 *m*<sup>3</sup> gelockerten Felsens.

Im Jahre 1894 lockerten drei Steinbrechschiffe 137.19 *m*<sup>3</sup>, ausserdem verrichteten diese Schiffe auch eine grosse Menge von Ergänzungsarbeiten. Zwei Eimer-, ein Krahn- und ein Löffelbagger nebst einen Dampfkrahn entfernten 18.803 *m*<sup>3</sup> gelockerten Materials. Dann wurden mittelst eines Universalschiffes 440 Strommeter des Kanals gereinigt und übergeben.

Im Jahre 1895 verrichtete ein Steinbrechschiff Ergänzungsarbeiten. Zwei Eimer-, ein Krahnbagger und drei Universalschiffe entfernten 5495 *m*<sup>3</sup> gelockerten Materials und mittelst drei Universalschiffe wurden weitere 640 Strommeter des Kanals gereinigt und übergeben.

Im Jahre 1896 beseitigte ein Schiff 241 *m*<sup>3</sup> gelockerten Materials und wurden dabei 260 Meter des Kanals gereinigt und übergeben.

Bis zur vollständigen Fertigstellung des Kanals wurde insgesamt ein Gebiet von 107.600 *m*<sup>2</sup> vermessen, wurden 29.963·74 *m*<sup>3</sup> compacten Felsens gelockert, 70.403 *m*<sup>3</sup> gelockerten Materials ausgebaggert und ein Kanal von 1340 *m*. Länge gereinigt und übergeben. Die Steinbrechschiffe und die Universalschiffe machten hiebei 1,115.378 Meisselschläge und die Bohrschiffe gaben 4315 Schüsse zur Lockerung der festgefügteten Felsen ab.

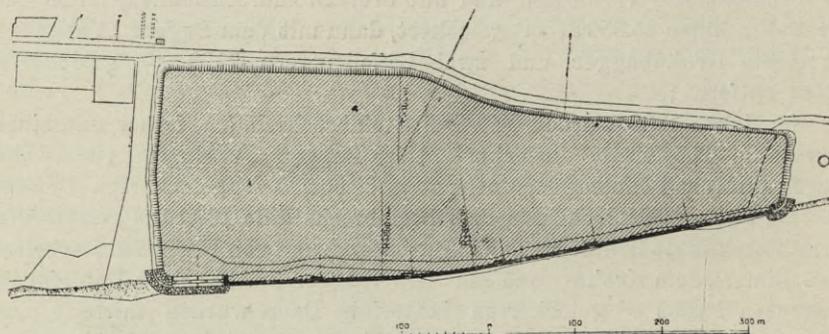
Nachdem der Kanal auf diese Weise im Frühjahr 1896 vollkommen fertiggestellt war, wurde derselbe an den Tagen vom 15. bis 18. April überprüft. Nachdem bei der Ueberprüfung constatirt worden war, dass der Kanal vollständig den Plänen entspricht und die im Kanal gemachten Proben die Schiffbarkeit erwiesen hatten, wurde die Schifffahrt auch bis zu dem Zeitpunkt, dass der den ergänzenden Theil der Regulirung dieses

Kataraktes bildende und die alte Schifffahrtsstrasse durchschneidende Staudamm fertiggestellt wird, in diesen Kanal gelenkt.

Der Bau des Staudammes, der das Einbauen von  $84.846 m^3$  Gestein und eine Steinwurfausgleichung von  $20.666 m^2$  nothwendig gemacht, wurde am unteren Theile desselben schon im Jahre 1895 begonnen, doch konnte mit voller Kraft erst nach Eröffnung des Kanals an diese Arbeit geschritten werden, weil der Damm die alte Schifffahrtsstrasse absperrt. Im Jahre 1897 wird auch dieser Damm fertiggestellt werden und wird zu dieser Zeit die ganze Strecke der Schifffahrt übergeben werden können.

### G) Orsova—Eisernes Thor.

Die abweichend vom ursprünglichen Plane auf 3, statt 2 m. unter Null erfolgte Vertiefung des Eisernen Thorkanals ergab naturgemäss die



Plan des Orsovaer Umschlagplatzes.

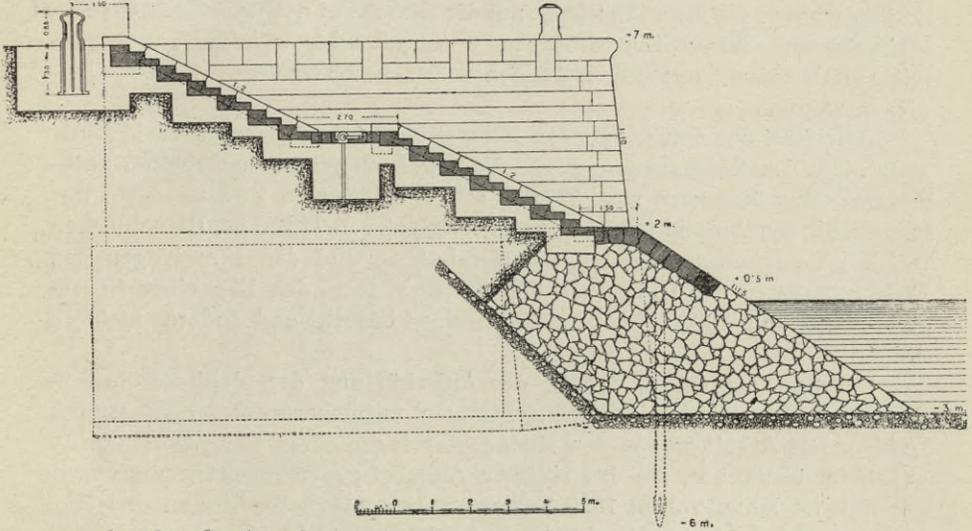
Nothwendigkeit dessen, dass vom Eisernen Thorkanal bis Orsova ebenfalls eine derartige Schifffahrtsstrasse von grösserer Tiefe hergestellt werde, damit auf diese Weise die, den Eisernen Thorkanal passirenden, schwer beladenen und daher tieftauchenden Schiffe bis Orsova heraufkommen können und dort die Umladung auf weniger tieftauchende Schiffe, oder auf die Eisenbahn bewirkt werden könne.

Zu diesem Zwecke wurde bergwärts vom Eisernen Thorkanal bis zu der in der Nähe der Station der kön. ung. Staatsbahnen befindlichen Kronenkapelle, womöglich unter Benützung der tiefsten Stromtheile, damit die kostspieligen Felsenbeseitigungsarbeit möglichst reducirt werde, die Herstellung eines, 3 m. unter Null tiefen, eine Sohlenbreite von 60 m. besitzenden Kanals in der Länge von ungefähr 7 Kilometern, mit Beseitigung von  $92.485 m^3$  Felsen geplant.

Die Arbeit wurde auf dieser Strecke erst im Jahre 1894 begonnen, und zwar ganz nach jenem System und in jener Reihenfolge, wie bei den oberen Katarakten. Die vollständige Fertigstellung des Sohlenkanals steht für das Jahr 1898 zu erwarten.

### H) Orsovaer Quai,

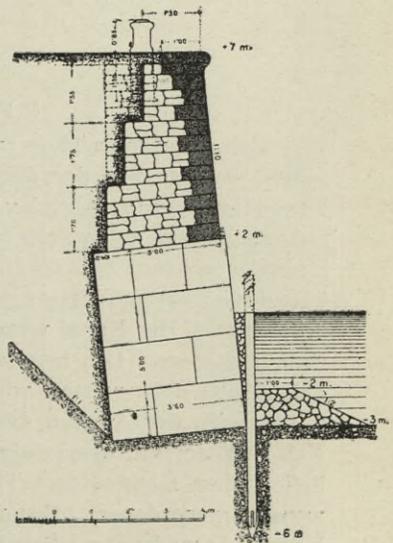
Zum Zwecke einer grösseren Vertiefung des Eisernen Thorkanals und der Ermöglichung des infolge dessen in Orsova abzuwickelnden Umschlags musste in Orsova, nahe zur Eisenbahnstation für einen ent-



sprechenden Quai und eine damit verbundene Umschlagsstation gesorgt werden.

Zu diesem Zwecke erschien am geeignetesten das mit der, nach der Kronenkapelle führenden Strasse thalwärts sich dahinziehende Donauufer und dessen Hintergrund im Flächenraume von ungefähr  $134.000\text{ m}^2$ , auf welchem die entsprechende Eisenbahneinrichtungen für den Umschlag und all das, was hiemit in Verbindung steht, am leichtesten hergestellt werden konnte und welches Terrain sich auch zufolge seiner Lage und seiner Ausdehnung als das, für den Zweck vortheilhafteste empfahl.

In der Länge dieses Ufers wurde eine 700 m. lange Quaimauer geplant, wovon 60 m. ein Treppenquai für die Personen befördernden, sowie für die mittelst Handarbeit zu beladenen kleineren Schiffen dienen sollte, während 640 m. mit senkrechter Mauer gebaut und mit den nöthigen Geleisen und Lade-Vorrichtungen versehen werden sollten. Die Quaimauer wird auf 3.60 m. dicken Betonblöcken erbaut, welche gegen Unterwaschung mittelst Spundwand und Steinwürfen gesichert wird. Die Mauer



Querschnitt des Uferquais.

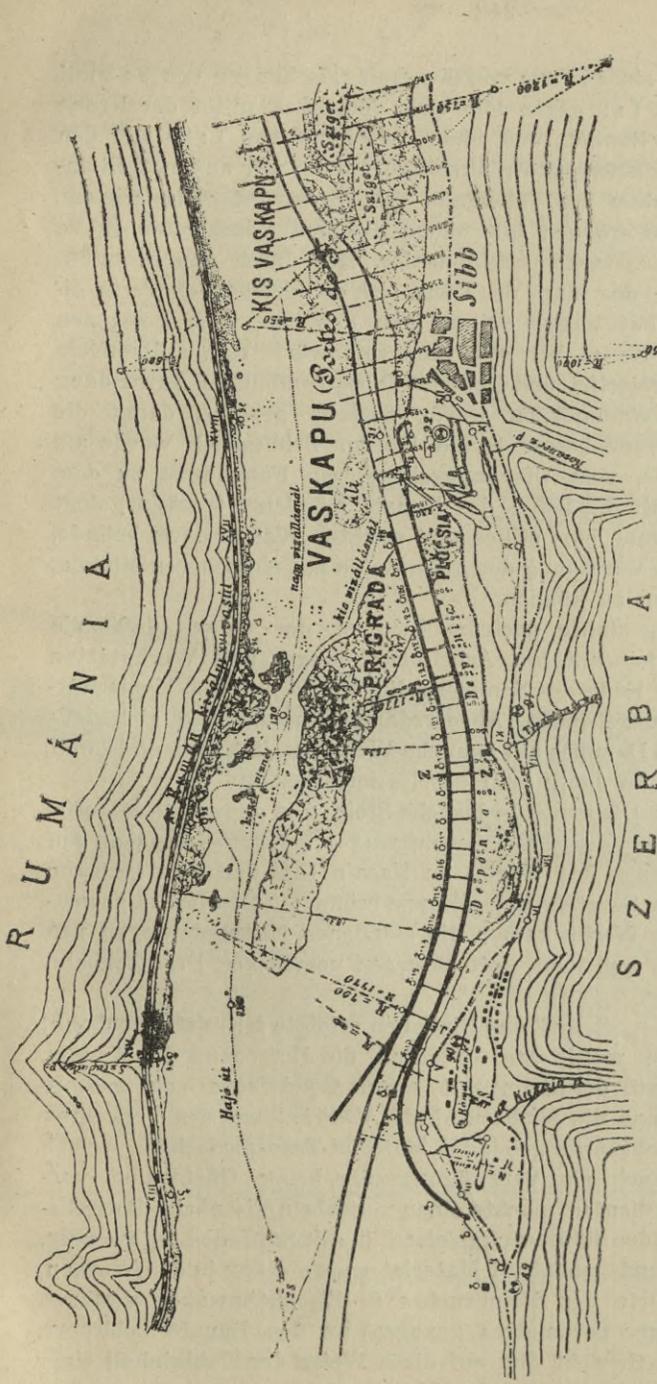
selbst sollte aus Bruchstein-Mauerwerk mit Hackstein-Mauerwerk verblendet, bestehen. Längs des Ufers wird der Strom in einer Tiefe von 3 Meter unter Null ausgebaggert und der hinter demselben befindliche Raum auf die Höhe des Quais — 0·5 m. über den beobachteten höchsten Wasserspiegel, d. h. 7 m. über Null — aufgeschüttet worden. Auf diesem Raume werden die zum Umschlag auf die Eisenbahn nothwendigen Geleise, Magazine und übrige Einrichtungen untergebracht, während zur gegenseitigen Umladung unter den Schiffen selbst besondere Schwimm-Krahne dienen werden.

Der Bau des Quais und die Herstellung der damit in Verbindung stehenden Umschlagsstation macht die folgenden grösseren Arbeiten nothwendig: Das Baggern von 316.000 m<sup>3</sup> Schotter zum Zwecke des Uferbaues und der Aufschüttung, der Anfertigung von 12.270 m<sup>3</sup>. Betonblöcken und die Versetzung derselben, die Herstellung und das Einschlagen von Eichenpiloten in der Länge von 850 Strom-Metern, den Bau einer Bruchstein-Mauer mit 7300 m<sup>3</sup> behauenen Steinen bedeckt und andere kleinere Arbeiten.

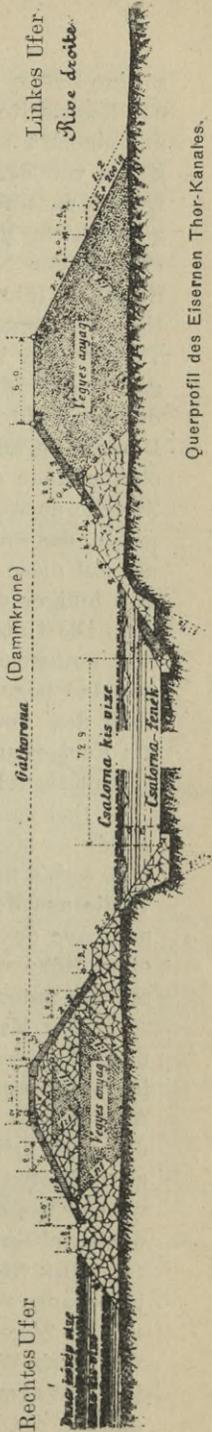
Der Bau des Quais sammt der Aufschüttung der dahinter liegenden Fläche kostet, die Geleiseinrichtungen miteingerechnet, eine Million Gulden. Die Arbeit wurde den Budapester Ingenieuren Salesius Cathry und Sohn übergeben, die das billigste Angebot gemacht hatten und wurde der Bau im Monate Juni 1896 begonnen. Der gänzliche Ausbau und Einrichtung des Quais ist für das Ende 1898 in Aussicht genommen.

### I) Der Eiserne Thor-Kanal.

Beim Eisernen Thor wurde zur Beseitigung des Schiffahrtshindernisses, welches von der, durch das ganze Bett sich quer hinüber ziehenden Felsenbank Prigrada und von den neben derselben hie und da von der Sohle emporragenden Felsenriffen gebildet wurde, wie schon oben erwähnt längs des rechten Ufers, die Herstellung eines mit sanfter Krümmung, zwischen über den höchsten Wasserspiegel reichende Dämme gefassten offenen Kanals beschlossen. Der Kanal wurde zuerst zwei Meter unter dem Nullpunkt des Orsovaer Pegels tief, mit einer Sohlenbreite von 80 Metern geplant; im Jahre 1892 aber wurde, wie wir dies oben ebenfalls schon ausführlicher mitgetheilt, der Ausbau des Kanals in einer Tiefe von 3 Metern unter Null beschlossen, demzufolge die Sohlenbreite des damals bereits in Arbeit befindlichen Kanals, zum Theil auch wegen der, des Baues halber nothwendig gewordenen Bermen, rund ungefähr 73 m. wurde. Von, den beiden Uferdämmen des Kanals wurde der, der Donau näher fallende auf 60 cm. über den bisher beobachteten höchsten Wasserspiegel, mit einer Kronenbreite von vier Metern, von der Donau her mit 1 : 2 geneigten Böschung und mit einem 3·5 m. unter der Krone beginnenden 1·8 m. breiten und eine Böschung von 1·3 m. besitzenden Berme geplant, der recht-



Plan des Eisernen Thor-Kanals.



Querprofil des Eisernen Thor-Kanales.

seitige Damm aber mit einer Krone von 6 m., mit Böschungen von 2 : 3 auf der Kanalseite und von 1 : 2 gegen dem Ufer und 2·5 m. unter der Krone mit einem 1 m. breiten Bankett und einer Böschung von 1 : 2. Der den Kanal von der Donau absperrende (linkseitige) Damm war aus zwei Steinwürfen zusammengefasstem und ebenfalls mit Steinwürfen bedecktem, gemischtem Material zu erbauen mit einem auf den Böschungen 45 cm. und auf der Krone 30 cm. starken Steinpflaster. Der durch den erbauten Flussbett führende Theil des längs des Ufers sich dahinziehenden (rechtseitigen) Dammes wurde auf beiden Seiten, aus den am Ufer gelegenen Theilen aber blos vom Kanal her aus, aus Steinwürfe sich stützendem gemischtem Material projectirt und gebaut. Diese combinirte Anwendung des gemischten und Steinmaterials wurde deshalb geplant, damit die Dämme gegen das Wasser besser Stand halten. Schliesslich wurde am oberen Ende des Kanals, vom Ufer ausgehend, ein Fangdamm zu dem Zwecke entworfen, damit die Sohle des Kanals möglichst trocken gelegt werde, dass sich höchstens blos stilles und seichtes Wasser darin befinde, um auf diese Weise die Vertiefung der Felsensohle mit einfacheren Mitteln, also billiger durchführen zu können.

Die Unternehmung stellte noch im Sommer des Jahres 1890 die hier nothwendigen Amtlocalitäten, Arbeiterwohnungen und Werkstätten her und begann gegen Ende des Sommers die Arbeit mittelst Kopfschüttung des vom Ufer ausgehenden Absperrdammes und baute gleichfalls als Fortsetzung dieses Dammes auf ähnliche Weise den linkseitigen Damm, dessen zwei Drittheile im Jahre 1891 bereits fertiggestellt waren.

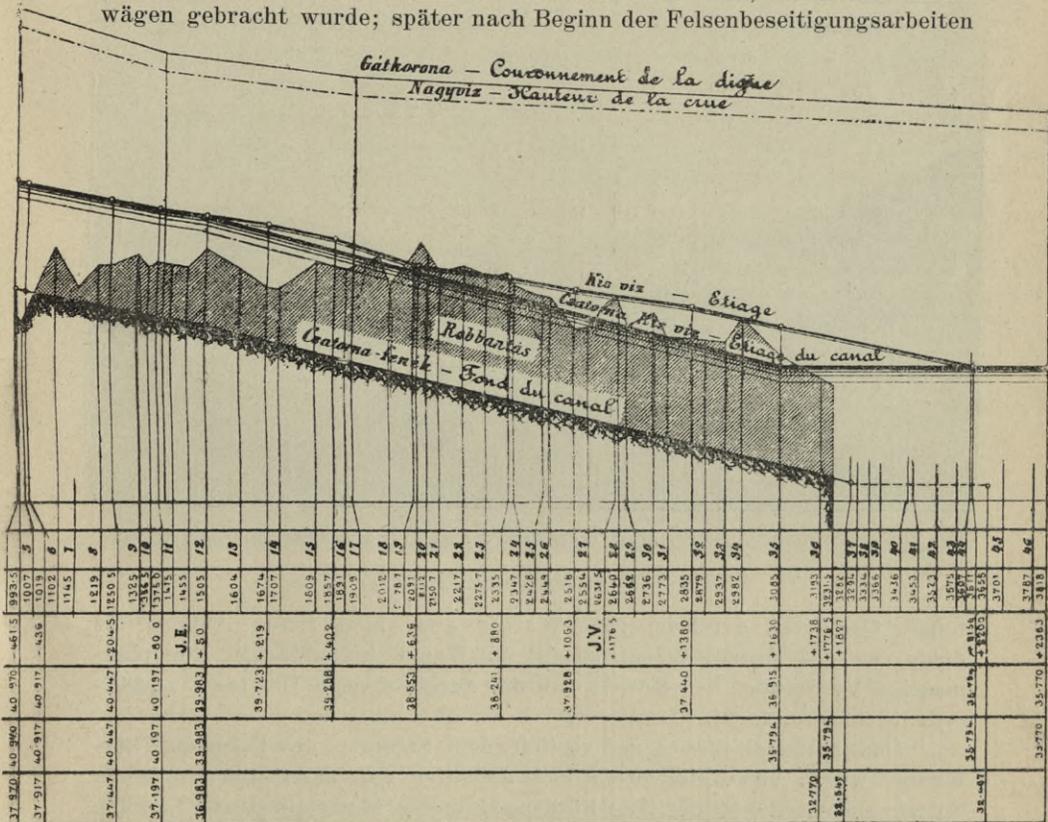
Das zum Bau der Dämme erforderliche Stein- und gemischte Material wurde — bis zum Beginn der Felsenbeseitigungsarbeiten — aus den, auf dem serbischen Ufer längs des Weges, im Kasain-Thal und zum geringen Theile aus dem auf der Sevriner Felsenkuppe eröffneten Steinbruch gewonnen. Aus dem Sevriner Werke kamen die beladenen Eisenbahnwagen von einer Höhe von 140 m. auf einer, mit Bremsen versehenen Drahtseilbahn auf die unteren Geleise.

Der Materialtransport und das Einbauen erfolgte mittelst Eisenbahn, und zu diesem Zwecke wurde das Ufer und die Umgegend des Kanals, ja später auch das Bett desselben mit einem Geleisenetz von grosser Ausdehnung bedeckt und die hindernissfreie Abwicklung des Verkehres der nach mehreren Richtungen gehenden Material-Transportschiffe, welche zu mehreren Malen auch als Vergnügungszüge hoher Gäste und vornehmer Gesellschaften dienten, machte einen veritabeln Eisenbahn-Betriebsdienst mit entsprechenden Rangirungsgeleisen, ja mit Stationen nothwendig.

Das Steinwurf- und gemischte Material wurde schon in den Werken, beziehungsweise am Orte des Steinbruches in Eisenbahnwagen verladen und in Zügen (mit einer Locomotive gezogen) an den Bauort befördert, wo durch Wagen das Gewicht und auf diese Weise der Kubikinhalt einer jeden Wagenladung bestimmt wurde. Nur nachdem es gewogen war, durften die Züge das Material nach den Ort des Einbaues bringen. Die

mit der staatlichen Aufsicht betrauten Organe controlirten zum Theile schon beim Bruch die entsprechende Qualität des Materials, andererseits stellte durch das Wägen ein anderes Aufsichtsorgan das Gewicht und so den Kubikinhalte des einzubauenden Materials fest, schliesslich contro- lirt ein drittes Aufsichtsorgan das entsprechende Einbauen des Mate- rials. Auf diese Weise wurde die möglichst pünktlichste Controle des ent- sprechenden Materials der eingebauten Quantität und des entsprechenden Einbauens gesichert.

Ein bedeutender Theil des gemischten Materials wurde aus der Deponie des römischen Kanals gewonnen, u. zw. derart, dass durch die Deponie ein Tunnel geführt wurde, in welchem nach Beseitigung der Zim- merung von einzelnen Stellen das Material von Oben, in die Eisenbahn- wägen gebracht wurde; später nach Beginn der Felsenbeseitigungsarbeiten

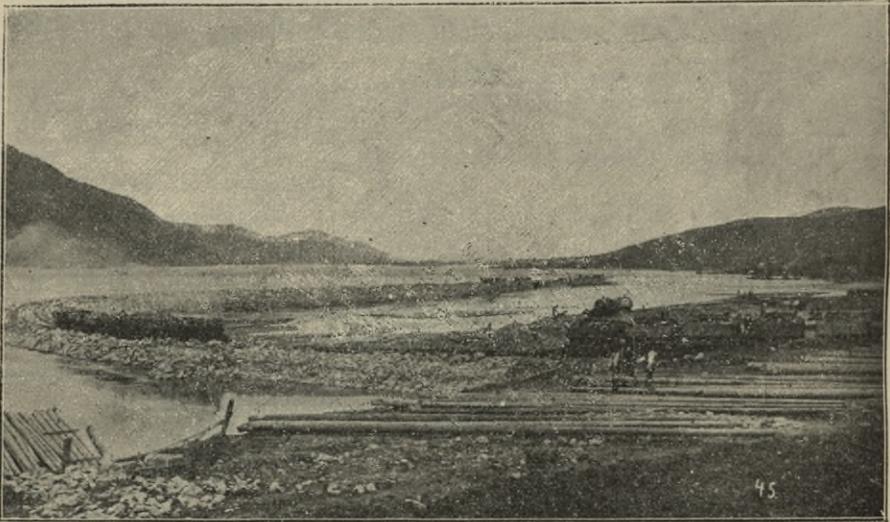


Längeprofil des Eisernen Thor-Kanals.

1. Vergleichende Ebene 32 m. über der Adria.
2. Profil-Nummer.
3. Fortsetzungsweise Entfernungen in Metern.
4. Distanzen von Anfang des Bogens gerechnet.
5. Geplantes kleines Wasser.
6. Der 0 Wasserspiegel des Kanals.
7. Die Cote der Kanalsohle über Adria.

wurde der grösste Theil des Stein- und gemischten Materials aus dem Kanal gewonnen, während das für das Pflaster der Dämme nothwendige Steinmaterial aus dem Kanal und aus dem Sevriner, Kazaner, Szvinyiczaer, Grebener Sóskuter und Biaer Brüchen stammten.

Nachdem der linksseitige Leitdamm des Eisernen Thor-Kanals bis zur Felsenbank Prigrada fertiggestellt war, kam bei niedrigen Wasserstände der Donau, zufolge des sehr geringen Durchsickers durch den Dammkörper im Bette des Kanals, die im freien Strome bestehende grosse Differenz der Wasserspiegel oberhalb und unterhalb der Felsenbank Prigada so vortheilhaft zur Geltung, dass der obere Abschnitt des Kanalsole trocken gelegt wurde; das durch die Dämme Anfangs in bedeu-



Der Eiserne Thor-Kanal in der Zeit vor dem Bau.

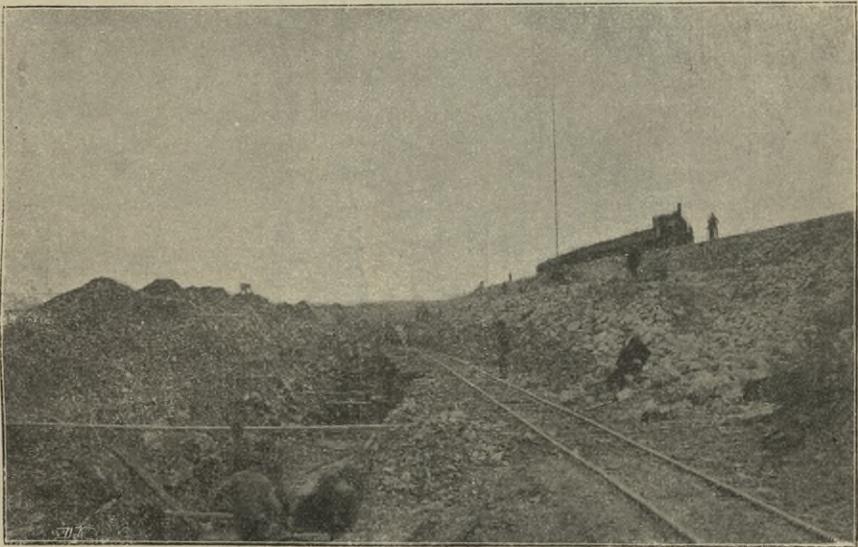
Der obere Sperrdamm mit einem Theil des linksseitigen Ufers.

tender Quantität durchsickernde Wasser aber fand freien Abfluss bis dahin, wo der untere Wasserspiegel im Kanal heraufdrang. Die planmässige Vertiefung des Kanals wurde durch diesen Umstand ausserordentlich vereinfacht.

Das Material dieses zu vertiefenden Stromes des Eisernen Thor-Kanals wurde von Kalkgestein und darunter von damit durchwobenen Schieferschichten gebildet. Die Förderung dieses Materials geschah infolge Trockenlegung des Kanals, was übrigens auch im Entwurfpräliminare vorgesehen war, mittelst einfacher Steinbrucharbeit, und zwar in so grossen Dimensionen, dass es Tage, ja Monate gab, da die Quantität des aus gesprengten Steinmaterials täglich 1000 Kubikmeter überstieg. Diese Vertiefung der Kanalsohle in so grossen Dimensionen wurde natürlich nur auf die Weise möglich, dass im Verhältnisse zu der eingestellten grossen

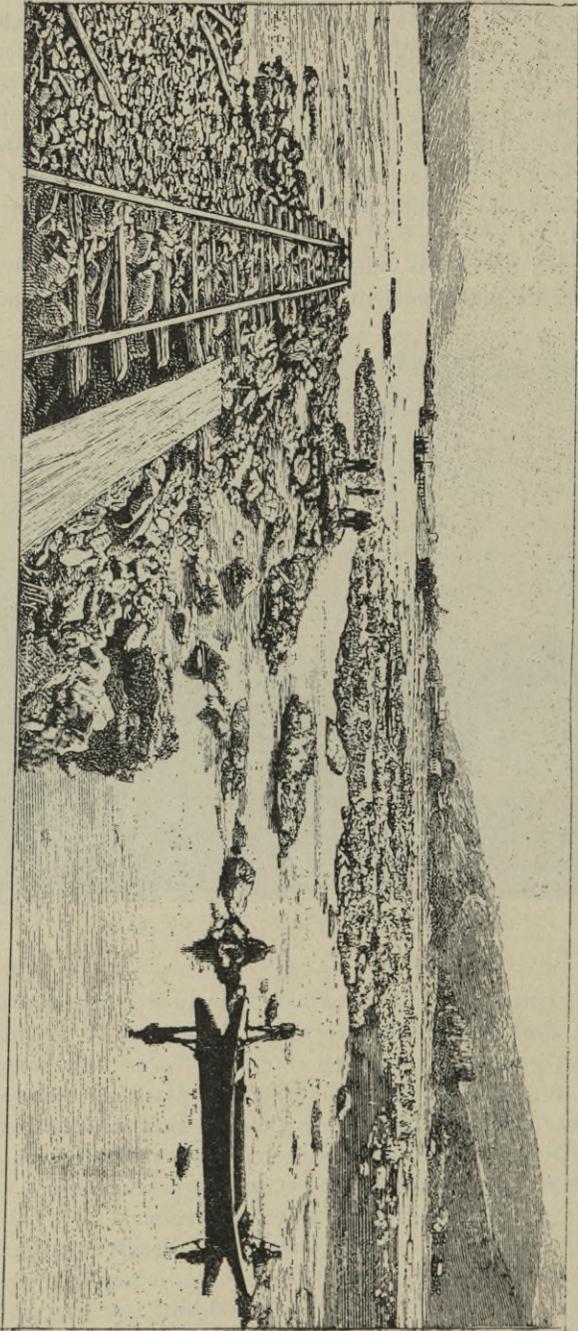
Arbeitskraft auch solche Einrichtungen geschaffen wurden, welche das rasche und massenhafte Beseitigen des Materials ermöglichten. Auf der Kanalsohle nämlich entstand mit dem Vorwärtsschreiten der Arbeit nach und nach ein ganzes Schienennetz und in langen Zügen wurde das ausgesprengte Material nach dem Ufer befördert, wo das zum Dammbau geeignete Material wieder in Zügen auf die Dämme geführt und dort eingebaut wurde; mit dem übrigen aber wurden die hinter dem rechtsseitigen Dammkanal befindlichen abgesperrten Theile und Vertiefungen angeschüttet.

Damit das durch die Dämme sickernde Wasser sich nicht auf den trocken gewordenen Kanaltheil ausdehne, wurde dieses Wasser mit Hilfe



Vertiefung der Eisernen Thor-Kanalsohle.

von Schotter und Sand, welchen die Donau dorthin brachte, neben den linksseitigen Damm geleitet, worauf in folgender Weise zur Felsenbeseitigungsarbeit geschritten werden konnte: Einige Meter von dem Fusse des damals erst geplanten rechtsseitigen Dammes wurde ein ungefähr 4 m. breiter Einschnitt bis zur geplanten Sohlenoberfläche des Kanals hergestellt. Auf die Sohle dieses Einschnittes wurden Geleise gelegt, worauf die Felsenbeseitigungsarbeit systematisch derart begonnen werden konnte, dass nach der theilweisen Absprengung der durchschnittlich 2 m. hohen Felsenwand das gelockerte Material auf Eisenbahnwagen sofort wegtransportirt wurde; der Betrieb war also so eingerichtet, dass die Lockerungs- und Beseitigungsarbeit fortwährend im Zuge war.



Der linksseitige Damm des Eisernen Thor-Kanals erreicht den Felsen Ploosia.

Auf diese Weise aber konnte die Arbeit bloß auf dem oberen Theile des Kanals und bloß bei kleinerem Wasserstande verrichtet werden, u. z. insolange, als der untere Wasserspiegel die ein Gefälle besitzende 2 *m.* unter Null tiefe Kanalsohle nicht erreicht hatte. In Berücksichtigung dieses Umstandes beschloss die Unternehmung parallel mit dem linksseitigen Damme auf die Entfernung von einigen Metern von demselben zum Entwässern und zur Ableitung des durch denn Damm sickernden Wassers einen Fang-Damm zu bauen und denselben quer unter dem oberen Sperrdamm auf + 700 *m.* dem unter demselben befindlichen rechtsseitigen Damm anzufügen, wodurch eine von der Donau ganz abgesperrte Kanalpartie entstehen sollte.

Das Wasser, das auf dieses entwässerte Gebiet durch die Dämme durchsickert, aber beabsichtigte die Unternehmung mittelst einer durch Turbinen betriebenen Pumpe zu beseitigen.

Zu dem erwähnten Zwecke wurde in den vom Ufer bis zum rechtsseitigen Damme reichenden Theile des oberen Sperrdammes eine Schleusse eingebaut. Durch die Schleusse konnten aus der Donau secundenweise 10 *m.*<sup>3</sup> Wasser zu den Turbinen zugelassen werden. Inzwischen zeigte es sich aber, dass das zu umschliessende Becken grösser gemacht werden könne, weshalb die Unternehmung die Turbinen aufgab und den Querdamm nicht unter dem Sperrdamm, nicht auf 700 *m.*, sondern auf 1300 *m.* herstellte, anstatt der Turbinen aber durch Locomobile betriebene Centrifugalpumpen benützte.

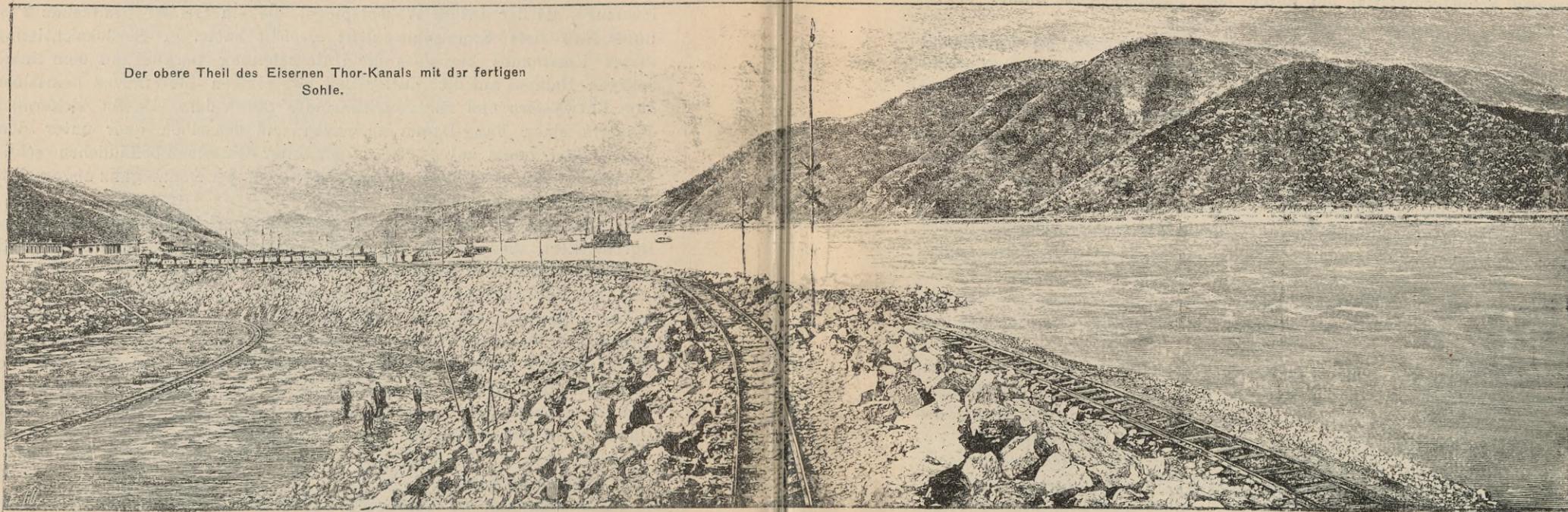
In dem auf die beschriebene Weise trockengelegten Kanaltheile erfolgte die Felsenbeseitigung in der Weise, wie dies schon erwähnt war.

Zu geeigneter Zeit wurde der von 1300—1700 *m.* reichende Kanaltheil ebenfalls trockengelegt, indem man den Fangdamm bis zum 1700-ten Strommeter ausbaute und von hier querüber bis zum 1800-ten Strommeter einen Querdamm im Anschlusse an den rechtsseitigen Damm baute. Mit dem Anwachsen des entwässerten Bassins hielt das Anwachsen des durch die Dämme sickernden Wasser nicht Schritt, denn mittlerweile verschlammte der linksseitige Damm derart, dass an einzelnen Stellen in einer Länge von 200—300 *m.* kein Wasser durchsickerte.

Dieser Umstand wirkte so vortheilhaft, dass mittelst Vermehrung der Locomobile und der Pumpen (es waren 6 Locomobile und 6 Pumpen zur Hand, doch arbeiteten meistentheils nur zwei derselben) die Trockenlegung des ganzen Kanals vom oberen Sperrdamme bis zum unteren Querdamme, also in einer Länge von 1800 *m.* ermöglicht wurde, ja, der parallel mit dem linksseitigen Damme zum Auffangen und Ableitung des durchsickernden Wassers dienende Damm konnte schon bei mittlerem Wasserstande sammt dem darunter befindlichen Felsenmaterial beseitigt werden; selbstverständlich wurde der untere Sperrdamm zunächst mit dem linksseitigen Damme verbunden.

Unterdessen wurde unter Benützung des aus dem Kanalbette ausgehobenen Stein- und Schotter-Materials sowohl an dem linksufrigen, als

Der obere Theil des Eisernen Thor-Kanals mit der fertigen Sohle.



Der untere Theil des Eisernen Thor-Kanals mit der fertigen Sohle.



auch an dem rechtsufrigen Damm weiter gebaut, während mit dem überflüssigen Schottermaterial die durch den rechtsseitigen Damm durchschnittenen Stromtheile aufgeschüttet wurden.

Nachdem es sich nach entsprechender Vertiefung der Kanalsohle herausgestellt hatte, dass das weiche Schiefergestein derselben, auf welche sich beide Dämme des Kanals stützen, nicht im Stande sein werde, der Unterwaschung Trotz zu bieten, schien es nothwendig, diese natürlichen Felsenufer des Kanals mittelst Steinpflaster zu sichern, demzufolge der Damm an beiden Ufern mit je 1.8 *m.* breiten Banketten versehen wurde.

Der rechtsseitige Damm des Kanals wurde unter der zur Ableitung des Wassers des Kasaina-Thales gebauten Brücke an das Ufer sich anschmiegend gebaut. Dieser Damtheil, welcher in einer Höhe von 3 *m.* ober dem kleinen Wasserspiegel mit einem 3 *m.* breiten Bankett gebaut wurde, hatte die Bestimmung, dass an demselben auf das Passiren des Kanals wartende Schiffe selbst landen können, zu welchem Zwecke derselbe zu je hundert Metern mit Stiegen, mit Haftringen und Pflöcken versehen ist.

Die Böschungen beider Dämme wurden mit einem aus 45 *cm.* dicken, grossen, bearbeiteten Steinen auf sorgfältigste (mit einer Berührungsfläche von 25 *cm.*) verfertigten Steinpflaster versehen; die Krone des linksseitigen Dammes wurde mit einem 30 *cm.* dicken Steinpflaster versehen, während der obere Theil des rechtsseitigen Dammes mittelst einfacher Ausgleichung des gemischten Auffüllungsmaterials zu Stande gebracht wurde.

Den Gegenstand sehr sorgfältiger Studien bildete der entsprechende Ausbau der oberen Mündung des Kanals. Die secundliche Quantität des bei den verschiedenen Wasserständen in den Kanal zu leitenden Wassers nämlich steht in keinem geraden Verhältnisse zur Erhöhung des Wasserspiegels; während nämlich beim Wasserstande 0 mehr als die Hälfte der im ganzen Bette der Donau secundenweise abfliessenden Wassermenge (1680 *m.*<sup>3</sup>) abzuleiten ist, ist mit dem Zunehmen des Wasserstandes ein immer geringerer Theil des gesammten Wasserquantums abzuleiten. Dem entsprechend wurde das linksseitige Leitwerk des Kanals entworfen, welcher von dem linksufrigen Damme ausgehend, in einer Länge von ungefähr 500 *m.* mit einer trichterartigen Erweiterung gegen die Mitte des Stromes und mit einer von 60 *cm.* über dem grössten Wasser bis zu 1 *m.* über dem kleinsten Wasser derart gebaut, dass in dem Kanale bei jedem Wasserstande nur das durch das demselben entsprechende Normalprofil beanspruchte Wasser hineingeleitet wird.

Den unterhalb des unteren Sperrdammes befindlichen, sowie den oberhalb des oberen Sperrdammes befindlichen Theil des Dammes musste man durch entsprechende Aussprengung des Felsengrundes mittelst Felsbrechern und Bohren, wie durch Ausbaggern des gelockerten Felsenmaterials vertiefen. Die Durchführung dieser Arbeiten geschah ebenso, wie wir dies bei den auf den oberen Katarakten (insbesonders bei Kozla und Jucz)

verrichteten Felsenbeseitigungsarbeiten bereits ausführlich mitgeteilt haben.

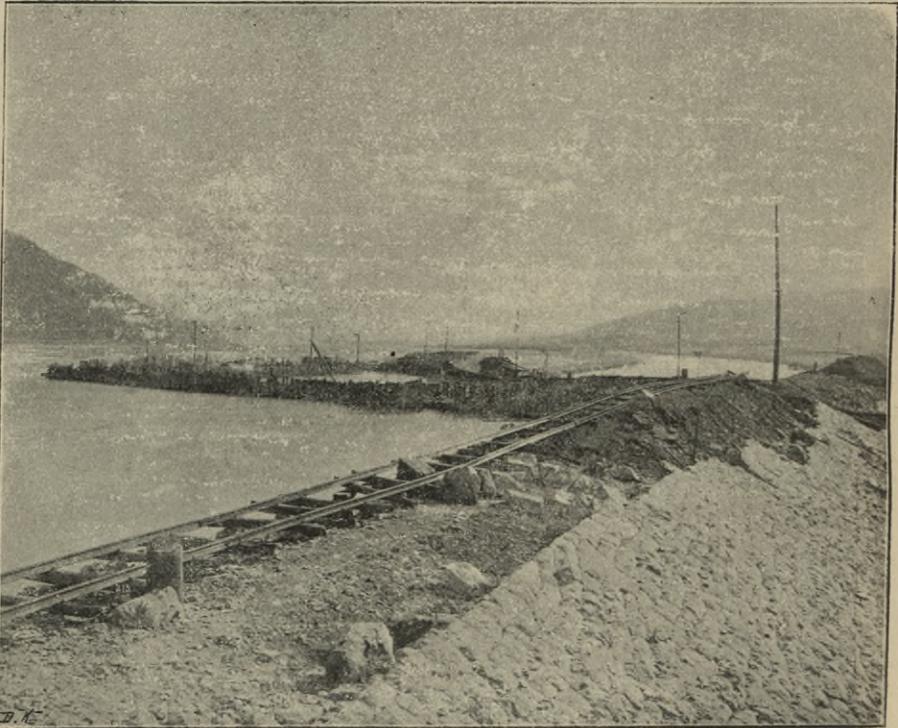
Nach Beendigung der Felsenbeseitigung und nachdem die Dämme vollständig ausgebaut waren, war noch die schwierigste Aufgabe übrig, nämlich die Beseitigung des oberen Sperrdammes und die Vertiefung der darunter befindlichen Felsensohle. Zu diesem Zwecke liess die Unternehmung eine vom rechtsseitigen Damme (ungefähr 150 m. oberhalb des Sperrdammes) ausgehende, in Querrichtung beinahe bis zum Leitwerk, von hier aber parallel zur Richtung des Kanals bis zum oberen



Die Vertiefung der Sohle des Eisernen Thor-Kana's.

Ende des linksseitigen Dammes eine Spundwand herstellen. Die Spundwand wurde aus zwei, der Reihe nach auf eine Entfernung von  $3\frac{1}{2}$  bis 4 m. von einander in den gelockerten Stromgrund geschlagenen 9 m. langen Stahlschienen, aus auf diese in zwei verschiedenen Höhen befestigten Zangenhölzern und aus dazwischen eingetriebenen 8 cm. dicken Bohlen gefertigt. Die in zwei Reihen eingeschlagenen Stahlschienen befanden sich durchschnittlich einen Meter von einander entfernt. Jede Schiene wurde mit der in der andern Reihe ihr gegenüberstehenden mit einem Querverband versehen, wodurch die beiden parallelen Bohlenwände zu einem festen

Gefüge verbunden wurden. Die Zwischenräume dieser Bohlenwände wurden dann mit Lehm ausgefüllt, ferner wurde auf der wasserfreien Seite zur Stütze der Spundwand ein Steinwurf angebracht, das durch die Spundwand sickernde Wasser fand in dem beim Fusse der Spundwand hergestellten Graben bis zum Orsovaer Wasserstande von  $+ 3.5$  m. freien Abfluss. Zum Auffangen des von unten bergwärts sich anstauenden Wassers wurde unterhalb dem zu beseitigenden Sperrdamme ein kleinerer Lehmdamm hergestellt und das durch diesen sickernde Wasser mit Hilfe von Pumpen beseitigt.



Die zur Entfernung des oberen Sperrdammes des Eisernen Thor-Kanals errichtete Spundwand.

Durch dieses Verfahren wurde es möglich den oberen Sperrdamm des Kanals im Trockenem mit Hilfe von Eisenbahnwagen zu entfernen. Auch wurde es möglich, das darunter befindliche Felsenbett dem Sohlniveau des Kanals entsprechend zu vertiefen, respective die Felsen im Trockenem zu lockern und ebenfalls in Eisenbahnwagen zu entfernen.

Nach der Beseitigung des oberen Sperrdammes und der Entfernung des dortigen Felsengrundes wurde die Spundwand nach Entfernung der in derselben angebrachten Schienen (was nur darum möglich war, weil der Lehm steinhart gefroren war) am 29. Februar 1896 mit 525 kg.

Dynamit gesprengt, worauf in einigen Stunden das Wasser im Kanal bereits freien Abfluss fand. Und hiemit war der Bau des Eisernen Thorkanals im Grossen und Ganzen auch schon erledigt und erübrigte bloss kleinerer Pflasterungsarbeiten und die Ergänzungen des Leitwerkes des Kanals, sowie die auf dem Stromabschnitte oberhalb des Kanals geplante Sohlenvertiefung. Die Herstellung des Kanals kostete, die oberhalb und unterhalb desselben nöthigen Stromvertiefungs- (Felsenbeseitigungs-)Arbeiten nicht miteingerechnet, ungefähr  $4\frac{1}{2}$  Millionen Gulden, während die Kosten der dazu gehörigen Stromvertiefungen (bei Orsova, beim Eisernen Thore und beim kleinen Eisernen Thore) ungefähr 2 Millionen betragen.

Nachdem im Kanal der Wasserspiegel sich ausgeglichen, konnte man die Richtung desselben beobachten und die Geschwindigkeit des Wassers messen. Die in dieser Beziehung erfolgten Beobachtungen und Messungen zeigten, dass im Kanale der Wasserspiegel nicht parallel mit der Sohle sei, was übrigens ganz natürlich ist, weil zufolge der durch die Felsenbank Prigrada verursachten sehr grossen Stauung des am oberen Ende des Kanals eine viel grössere, mitunter das doppelte Steigen des Wassers entspricht, demzufolge das Wasser des Kanals nur bei kleinem Wasserstande mit der Sohle parallel sein kann. Es ergab sich ferner, dass im Kanal die Richtung des Wasserabflusses nicht parallel mit der Richtung des Stromes sei, sondern die Abflussrichtung sich von der rechtsseitigen oberen Dammkrümmung zum oberen Ende des linkseitigen Dammes hinüberzieht, von dort wieder auf die rechte Seite hinüberschlägt, nachdem das Wasser ein Drittel des Kanals passirt, neigt es sich wieder dem linken Ufer zu und fliesst von hier regelmässig weiter. Die Geschwindigkeit des Wasserabflusses ist ebenfalls keine gleichmässige. Bei der oberen Mündung hat das Wasser eine starke Strömung und im oberen Drittel des Kanals wechselt die Geschwindigkeit desselben zwischen 4 und 5 Metern, während in den unteren zwei Dritteln die Geschwindigkeit 3—3.5 Meter beträgt. Diese Geschwindigkeiten entsprechen übrigens den bei dem Entwurfe des Planes gemachten Berechnungen und wenn die im Wasserabfluss gleich nach Eröffnung des Kanals eintretenden Unregelmässigkeiten der Schifffahrt Schwierigkeiten bereiten würden, lassen sich dieselben durch entsprechende Ergänzung der Kanalmündung sehr leicht beseitigen und der Kanal entspricht dann thatsächlich der nach dem Plane an dieselbe sich knüpfende Erwartung, dass auch Schiffe, die 2.5 Meter tief tauchen, beim dem Nullpunkte des Orsovaer Pegels entsprechenden kleinen Wasserstande den Kanal passiren, respective in demselben heraufgeschleppt werden können, während vor dem Bau des Kanals den Eisernen Thor-katarakt die 1.83 Meter tieftauchenden Donauschiffe nur dann mit voller Ladung passiren konnten, wenn der Wasserstand mehr als + 3.5 Meter am Orsovaer Pegel betrug. Dies ist es, worin die für den öffentlichen Verkehr so grosse Bedeutung des Kanals prägnant zum Ausdrucke gelangt.

### K) Das Kleine Eiserne Thor.

Da auf den Stromabschnitte unterhalb des Eisernen Thor-Kanals, bei dem sogenannten Kleinen Eisernen Thore laut den während der Durchführung der Regulierungsarbeiten gemachten Aufnahmen die der Breite und der inzwischen hergestellten grösseren Tiefe des Kanals entsprechende Schifffahrtsstrasse ebenfalls mangelte, musste man dafür sorgen, dass auf dieser Strecke durch Aussprengung der von der Sohle emporragenden Felsen auf eine Tiefe von 3 Metern unter Null, bzw. mit Beseitigung derselben für jene tiefergehenden Schiffe, die den Eisernen Thor-Kanal zu passiren im Stande sind, auch bei dem kleinsten Wasserstande die gehörige Schifffahrtsstrasse gesichert werde. Die Herstellung dieser Schifffahrtsstrasse macht die Aussprengung von ungefähr 16.000  $m^3$  Felsens unter Wasser, respective Beseitigung derselben nothwendig und die Durchführung wird auf dieselbe Art und mit denselben Mitteln geschehen, wie wir dies schon hinsichtlich der in den oberen Katarakten errichteten Kanäle ausführlich dargelegt haben. Die Ausführung dieser Ergänzungsarbeit wurde im Jahre 1895. durch die Gesetzgebung votirt und sammt jener des bei Szvinyicza ebenfalls ergänzungsweise geplanten Kanals der Unternehmung übertragen und ist die vollständige Fertigstellung der Arbeit für das Ende des Jahres 1898. in Aussicht genommen.

\*

In grossen Zügen versuchten wir im Obigen, — hie und da auch auf die Details eingehend, — diese im grossen Style angelegten Arbeiten zu beleuchten, deren nach vielen Richtungen hin ganz eigenartige Natur im Vereine mit den in den Verhältnissen liegenden ausserordentlichen Schwierigkeiten, welche auch nebst der bedeutenden Masse der auszuführenden Arbeiten im Vergleiche zu der Verhältnissmässig sehr knapp bemessenen Arbeitszeit an die Exekutive eine grosse und schwere Aufgabe stellten.

Den vereinten Bemühungen der kön. technischen Bauleitung und der Unternehmung, ihrer anerkennenswerthen, fachkundigen und unermüdlichen Thätigkeit gelang es die inmitten der Arbeit aufgetauchten zahlreichen Schwierigkeiten zu bewältigen und in verhältnissmässig kurzer Zeit grossartige, beinahe einzig dastehende Arbeiten durchzuführen, deren besondere internationale Bedeutung von den Grossmächten Europas zu wiederholten Malen dokumentirt wurde.

Durch die kataraktenreichen Abschnitte des Donaustromes ist die hindernissfreie Schifffahrt vom Schwarzen Meere bergwärts in einer Länge von mehr als 2000 Kilometern über die Grenzen Ungarns, ja auch Oesterreichs gesichert.

Der Traum, das grosse Ideal des grossen Széchenyi, es ist zur Wirklichkeit geworden.

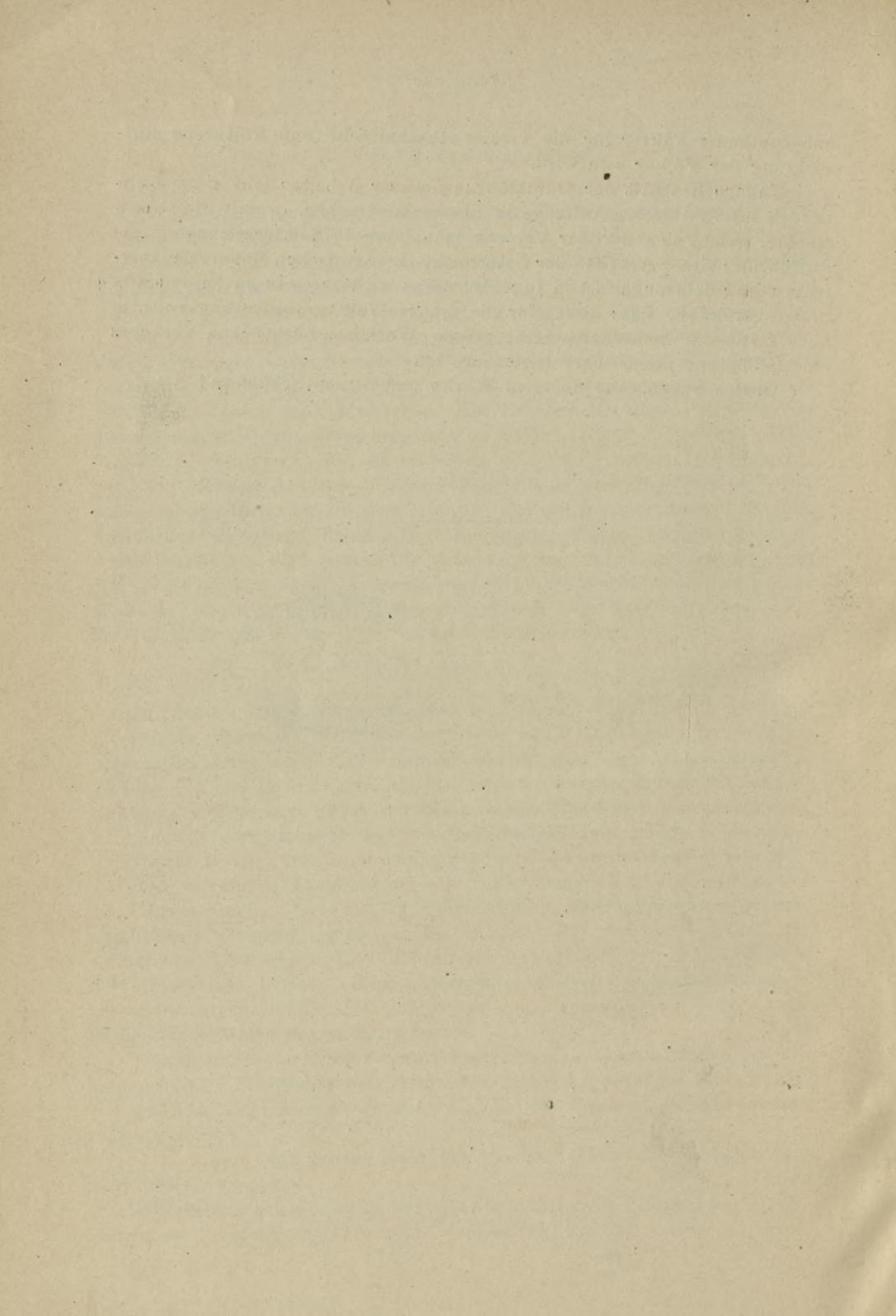
Mit diesem Akte wird hoffentlich für die Donauschifffahrt ein neues, blühendes Zeitalter heranbrechen, welche in Zukunft sicherlich kein

unbedeutender Faktor für die volkswirtschaftliche und kulturelle Entwicklung der Völker sein wird.

Ungarn hat mit der Durchführung dieser Arbeiten jenem auszeichnenden internationalen Auftrage in Ehren entsprochen, womit die Grossmächte, welche den Berliner Vertrag vom Jahre 1878 unterzeichneten, die Ausführung dieser Arbeiten der österreichisch-ungarischen Monarchie übertragen und dem ungarischen Ingenieurcorps wird es stets zu besonderem Stolze gereichen, dass dieses für die ganze Welt so bedeutungsvolle, ja auch historisch bemerkenswerthe grosse Werk des öffentlichen Verkehrs eine Schöpfung ungarischer Ingenieure ist.

Gottes Segen ruhe auf dem Werke und dessen Schöpfern!





## INHALTS-VERZEICHNISS.

---

	Seite
<i>I. Capitel.</i> Beschreibung der Kataraktenstrecke der unteren Donau . . .	1
<i>Illustrationen:</i> 1. Bazias . . . . .	3
2. Drenkova . . . . .	6
3. Das Eiserne Thor beim kleinsten Wasserstande . . . . .	9
4. Die Greben-Spitze vom Fluss abwärts . . . . .	10
5. Die Greben-Spitze von dem ungarischen Ufer . . . . .	11
6. Der Eingang des Kasan-Passes . . . . .	13
7. Der Kasan-Pass mit der Széchenyi-Strasse . . . . .	14
8. Der Kasan-Pass . . . . .	15
9. Orsova . . . . .	16
10. Die Kronen-Kapelle bei Orsova . . . . .	17
11. Ada-Kaleh . . . . .	18
<i>II. Capitel.</i> Gestaltung des Strombettes, Wasserabfluss- und Eisgangs- verhältnisse auf der unteren Donau . . . . .	21
<i>A)</i> Form des Flussbettes . . . . .	21
<i>B)</i> Abflussverhältnisse . . . . .	28
<i>Illustrationen:</i> 12. Die durchschnittliche Gestaltung der Wasserstände . . . . .	31
13. Das Längenprofil des Donaustromes von Bazias bis unterhalb des Eisernen Thores . . . . .	33
<i>C)</i> Eisgangverhältnisse . . . . .	37
<i>D)</i> Die Wassermängen der unteren Donau . . . . .	41
<i>III. Capitel.</i> Schiffahrt auf der unteren Donau . . . . .	45
<i>Illustration:</i> 14. Kleemann's Boot zwischen den Wellen des Kataraktes beim Eisernen Thore im Jahre 1768 . . . . .	52
<i>IV. Capitel.</i> Römische Arbeiten an der unteren Donau . . . . .	54
<i>Illustrationen:</i> 15. Tiberius-Tafel . . . . .	55
16. Domitianus-Tafel . . . . .	56
17. Vespasian-Tafel . . . . .	57
18. Kaiser Trajan's Andenken mit dem Bau der Trajan- Brücke . . . . .	59

	Seite
19. Die Trajan-Tafel. Der Trajan-Weg und die Ruinen der Trajan-Brücke . . . . .	63
20. Die Trajan-Tafel im Kasan-Pass . . . . .	64
V. <i>Capitel.</i> Die Arbeiten des Grafen Stefan Széchenyi und Paul Vársárhelyi's . . . . .	66
<i>Illustrationen:</i> 21. Paul Vársárhelyi . . . . .	67
22. Apparat für Aufnahme der Stromsohle . . . . .	70
23. Graf Stefan Széchenyi . . . . .	73
24. Der Stenka-Katarakt . . . . .	88—89
25. Der Kozla-Dojke-Katarakt . . . . .	88—89
26. Der Izlas-Katarakt . . . . .	88—89
27. Der Jucz-Katarakt . . . . .	92
28. Das Eiserne Thor . . . . .	94
29—31. Querschnitte von der Széchenyi-Strasse . . . . .	97
32. Schwimmendes Gerüst bei dem Bau der Széchenyi-Strasse . . . . .	98
33. Széchenyi-Tafel im Kasan-Pass . . . . .	99
VI. <i>Capitel.</i> Die Pläne Wex und Mac Alpin's . . . . .	102
VII. <i>Capitel.</i> Arbeiten der internationalen Commission . . . . .	104
VIII. <i>Capitel.</i> Beschluss des Berliner internationalen Congresses im Interesse der Schiffbarmachung der Katarakte an der unteren Donau . . . . .	108
IX. <i>Capitel.</i> Gutachten und Vorschläge der durch die ung. Regierung berufenen ausländischen Experten . . . . .	110
X. <i>Capitel.</i> Projects-Verhandlungen . . . . .	112
XI. <i>Capitel.</i> Neuere Aufnahmen und Entwürfe. Feststellung der Regulierungs-Pläne . . . . .	114
XII. <i>Capitel.</i> Verfügung zur Inangriffnahme der Regulierungs-Arbeiten, Uebertragung der Arbeiten an eine Unternehmung und feierlicher Beginn derselben . . . . .	126
<i>Illustrationen:</i> 34. Die Anwesenden beim feierlichen Beginne der Regulierungsarbeiten am ung. Ufer in Greben . . . . .	136
35. Die Beginnungs- (sogenannte Baross-) Tafel . . . . .	139
XIII. <i>Capitel.</i> Allgemeine Uebersicht der Regulierungs-Arbeiten . . . . .	140
<i>Illustrationen:</i> 36. Personal der k. ung. Bauleitung der Regulierungs-Arbeiten . . . . .	141
37. Julius Hajdu . . . . .	142
38. Hugo Luther . . . . .	142
39. Moritz Ottermann . . . . .	143
40. Georg Rupcsics . . . . .	143
41. Gabriel Baross und seine Begleiter am Grunde des Eisernen Thor-Kanals . . . . .	146
42. Handelsminister Béla Lukács und seine Begleiter auf dem Damme des Eisernen Thor-Kanals . . . . .	147
43. Ihre Majestäten Alexander König von Serbien und seine Mutter Königin Nathalie am Grunde des Eisernen Thor-Kanals . . . . .	151
44. S. k. u. k. Hoheit Erzherzog Josef und seine Begleiter beim Eisernen Thor . . . . .	152
45. Handelsminister Ernst Daniel und seine Begleiter beim Eisernen Thor . . . . .	159

46. Der erste Personendampfer passirt den Eisernen Thor-Kanal . . . . .	163
<i>XIV. Capitel.</i> Betriebseinrichtung der Regulierungs-Unternehmung . . . . .	167
<i>Illustration:</i> 47. Die Orsovaer Schiffswerfte der Eisernen Thor-Regulierungs-Unternehmung . . . . .	168
<i>XV. Capitel.</i> Die bei den Regulirungs Arbeiten benützten Arbeits-Maschinen . . . . .	172
<i>Illustrationen:</i> 48. Sondirschiff . . . . .	173
49-50. Oberansicht und Seitenansicht des Sondirschiffes . . . . .	174
51. Querschnitte des Sondirschiffes . . . . .	175
52. Der Peilwagen des Sondirschiffes . . . . .	176
53. Oberansicht des Sondirwagen . . . . .	177
54. Graphische Darstellung der Felsenbeseitigungsarbeiten unter Wasser . . . . .	178
<i>B)</i> Felsenlockerung . . . . .	179
<i>a)</i> Schiffe mit Felsenbrechern . . . . .	180
<i>Illustrationen:</i> 55. Felsenbrechschiff . . . . .	180
56. Brechschiff . . . . .	181
57. Skizze des Steinbrechmeissels . . . . .	182
<i>b)</i> Bohrschiffe . . . . .	184
<i>Illustrationen:</i> 58. Bohrschiff Nr. I . . . . .	185
59. Längenschnitt und Grundriss des Felsenbrechschiffes . . . . .	186
60. Vorderansicht und Durchschnitt des Bohrschiffes . . . . .	187
61. Partie eines Bohrschiffes . . . . .	188
62. Bohrschiff Nr. II . . . . .	189
63. Bohrschiff Nr. VII . . . . .	190
64. Skizze des Bohrapparates . . . . .	191
<i>c)</i> Felsenbaggerung . . . . .	193
<i>Illustrationen:</i> 65. Der grosse Bagger „Vaskapu“ . . . . .	193
66. Löffelbagger . . . . .	194
<i>d)</i> Sondirung . . . . .	198
<i>Illustrationen:</i> 67. Peil-(Universalschiff) . . . . .	199
68. Rahmen des Sondirschiffes . . . . .	200
69. Partie des Sondirschiffes. Die Sondirrahmen und die zur Bewegung derselben dienende Vorrichtung . . . . .	201
70. Skizze des Universalschiffes . . . . .	202
71. Drahtseilschiff . . . . .	203
<i>e)</i> Seilschiff . . . . .	203
<i>XVI. Capitel.</i> Durchführung der Regulierungsarbeiten . . . . .	205
<i>A.</i> Katarakt Stenka . . . . .	205
<i>Illustration:</i> 72. Plan des Kataraktes Stenka . . . . .	206
<i>B)</i> Kozla-Dojke . . . . .	208
<i>Illustrationen:</i> 73. Plan des Kataraktes Kozla-Dojke . . . . .	209
74. Längenprofil des Kataraktes Kozla-Dojke . . . . .	211
<i>C)</i> Izlas-Tachtalia . . . . .	213
<i>Illustrationen:</i> 75. Plan der Strecke Izlas-Tachtalia-Greben-Szvinyicza . . . . .	215
76. Durchschnitt der Kanalsole . . . . .	216
77. Regulierungsplan des Kataraktes Izlas-Tachtalia . . . . .	217
<i>D)</i> Greben-Milanovac . . . . .	218

<i>Illustrationen</i> : 78. Querprofil des eingezwängten Bettes von Greben-Milano- novacz . . . . .	219
79. Abtragung der Greben-Spitze mit dem Anfange des Staudammes . . . . .	221
80. Abtragung der Greben-Spitze während der Arbeit . .	222
81. Das Wasser stürzt sich über den oberen Schnitt des am 2. December 1891 abgestürzten Grebener Dammes	233
82. Die bereits abgetragene Grebener Spitze . . . . .	234
83. Schichtenplan der grösstentheils schon abgetragenen Grebener Spitze mit den zur Steinbeförderung dien- enden Arbeitsgeleisen und mit dem anschliessen- den Damme . . . . .	225
84. Plan des Kataraktes Jucz . . . . .	228
85. Längenprofil des Kataraktes Jucz . . . . .	229
86. Der Eiserne Thor-Kanal vom oberen Sperrdamm ab- wärts. Bau der Dämme und Vertiefung der Felsen- sohle . . . . .	232—233
87. Plan des Kanals zwischen Orsova und dem Eisernen Thore . . . . .	234
<i>E</i> ) Szvinyicza . . . . .	235
<i>F</i> ) Jucz . . . . .	235
<i>G</i> ) Orsova—Eisernes Thor . . . . .	238
<i>Illustration</i> : 88. Plan des Orsovaer Umschlagplatzes . . . . .	238
<i>H</i> ) Orsovaer Quai . . . . .	249
<i>Illustration</i> : 89—90. Querschnitte des Uferquais . . . . .	239
<i>I</i> ) Der Eiserne Thor-Kanal . . . . .	240
<i>Illustrationen</i> : 91—92. Plan und Querprofil des Eisernen Thor-Kanals . .	241
93. Längprofil des Eisernen Thor-Kanals . . . . .	242
94. Der Eiserne Thor-Kanal in der Zeit vor dem Bau. Der obere Sperrdamm mit einem Theil des linksseitigen Ufers . . . . .	244
95. Vertiefung der Eisernen Thor-Kanalsohle . . . . .	245
96. Der linksseitige Damm des Eisernen Thor-Kanals erreicht den Felsen Plocsia . . . . .	246
97—98. Der obere Theil des Eisernen Thor-Kanals mit der fer- tigen Sohle. Der untere Theil des Eisernen Thor- Kanals mit der fertigen Sohle . . . . .	248—249
99. Die Vertiefung der Sohle des Eisernen Thor-Kanals . .	251
100. Die zur Entfernung des oberen Sperrdammes des Eisernen Thor-Kanals errichtete Spundwand . . . . .	252
<i>K</i> ) Das kleine Eiserne Thor . . . . .	254

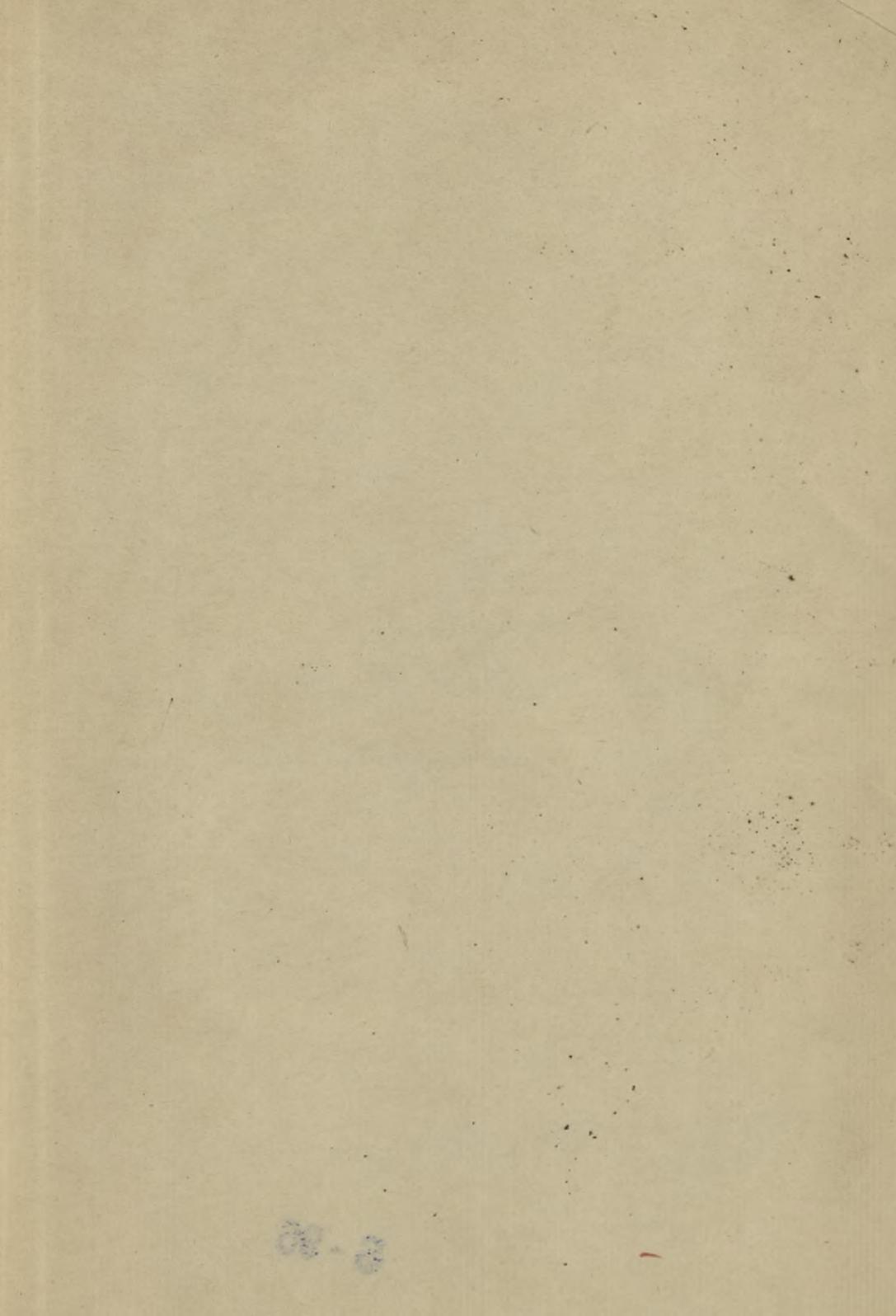


UEBERSICHTS-PLAN  
DER  
DONAU-KATARAKTEN-STRECKE  
ZWISCHEN  
MOLDOVA UND TURN-SEVERIN

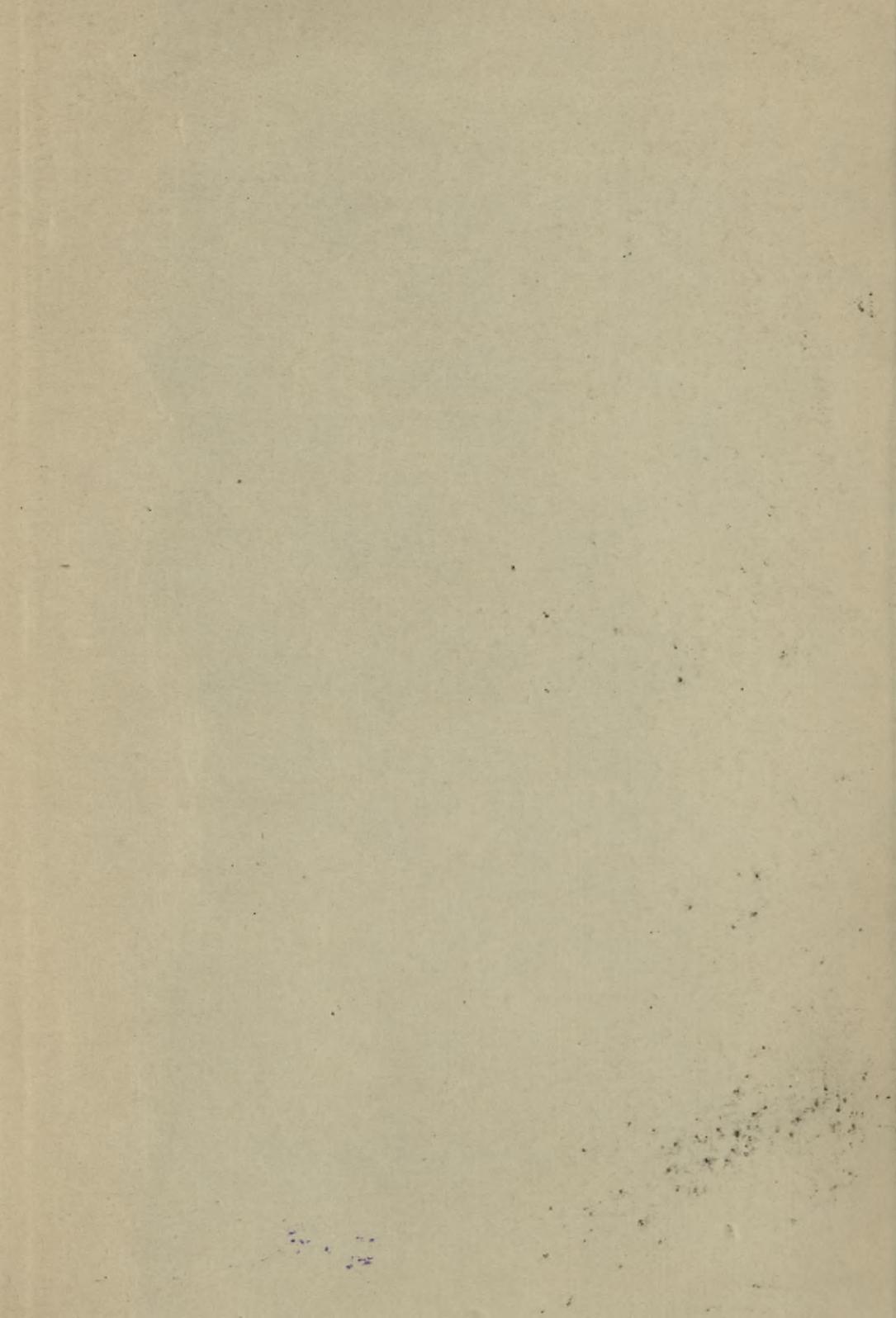




S. 61



6-96



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294633