

300

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305871



x
1898

IV. 2.

Crosby 162

Die

Donau von Regensburg bis Turn-Severin

in ihrem heutigen Zustande.

Kurzer Reisebericht

von

FRIEDRICH BÖMCHES

Hafenbau-Director i. R.

237/10

Mit vielen Abbildungen im Texte.

Sonder-Abdruck aus der Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines Nr. 26—29, Jahrgang 1894.



Nr. 760

Wien, 1894.

Im Selbstverlage des Verfassers.

Druck von R. Spies & Co.

5.43
66

II 19713 94



Die Donau von Regensburg bis Turn-Severin in ihrem heutigen Zustande.

Kurzer Reisebericht

von

Friedrich Bömches, Hafenbau-Director i. R.

Die im verflossenen Mai unter den Auspicien des Donau-Vereines unternommene Bereisung der Donau von Regensburg bis Turn-Severin bot dem Verfasser dieses Aufsatzes willkommene Gelegenheit, den heutigen Zustand dieser Strecke kennen zu lernen, soweit dies überhaupt bei einer flüchtigen Besichtigung (die ganze Reise hat acht Tage in Anspruch genommen) möglich war. Dankend sei hiebei des überaus reichhaltigen Materials gedacht, welches auf den einzelnen Sectionen der Bauämter sowohl in Bayern, als auch in Oesterreich und hauptsächlich in Ungarn seitens der berufenen, mit der Leitung und Ausführung der Regulirungs-Arbeiten betrauten Organe den Theilnehmern der Studienreise auf das Bereitwilligste zur Verfügung gestellt wurde. Nur mit der Beihilfe dieses zur Ergänzung des persönlichen Augenscheines unentbehrlichen Materials ist es dem Schreiber dieser Zeilen überhaupt möglich geworden, der an ihn seitens der geehrten Redaction der Vereins-Zeitschrift ergangenen Einladung zu entsprechen und im Nachfolgenden einen kurzgefassten Abriss der auf der Excursion gemachten Beobachtungen über den gegenwärtigen Zustand der obgenannten Donaustrecke zu veröffentlichen.

Es sei hiebei im Vorhinein die Bemerkung gestattet, daß der Zweck dieser Zeilen nur darin bestehen kann, den geehrten Lesern der Vereins-Zeitschrift ein möglichst getreues Bild des Gesehenen zu bieten und damit die Anregung zu ferneren Studien auf dem ebenso vielseitigen als interessanten Gebiete der Fluss-Correctionen zu geben. Nur der Vollständigkeit wegen sei im Eingange des gedrängten Berichtes auf den bekannten Zweck der Regulirungsbauten hingewiesen, welche in der Verbesserung der Stromverhältnisse zum Nutzen der Schifffahrt und der Landescultur, sowie zur Sicherung der Uferstrecken gegen Ueberschwemmung besteht. Um diesen Zweck zu erreichen, sind die Flussbau-Ingenieure bestrebt, den im verwilderten Zustande befindlichen Flusslauf in ein dem Wasserregime entsprechendes Normalbett zu concentriren und diesem das zum ungehinderten Abfluss des Wasservolumens nöthige Gefälle zu verleihen. Diese doppelte Aufgabe wird durch Uferversicherungen zur Erhaltung des Durchflussprofils, durch Abbauung von Seitenarmen zur Behebung von Stromspaltungen, durch Errichtung von Leitwerken, zur Einengung von Ueberbreiten und andere Bauten zu erreichen gesucht. Dabei gilt als oberstes Princip, die bewegende Kraft des Hochwassers zur Ausräumung des Geschiebes, resp. zur Vertiefung der Flusssohle möglichst auszunützen, um die kostspieligen, unter gewissen Umständen nur als Palliativmittel dienenden Baggerungs-Arbeiten auf das geringste Maß zu beschränken. Zur Herstellung der zu genanntem Zwecke dienenden Bauwerke wird aus ökonomischen Rücksichten das in möglichster Nähe vorfindliche Material in Verwendung genommen und führt demnach zu den verschiedenen Bauweisen in Stein, in Senkfaschinen, in Senkwalzen und anderen Ausführungs-Methoden.

Diese allgemeinen Bemerkungen vorausgeschickt, sollen in Nachfolgendem die auf Fluss-Correctionen bezüglichen Verfahrungs-

weisen und die damit in den Theilstrecken von Bayern, Oesterreich und Ungarn erzielten Resultate kurz beschrieben werden, wobei neben den Schifffahrts-Verhältnissen auch den Einrichtungen der Umschlagplätze, Winter- und Schutzhäfen u. A. die verdiente Rücksicht gezollt werden wird. Wir müssen jedoch schon bei dem Beginne des Berichtes unser Bedauern darüber aussprechen, daß nicht an die Regulirung des gesammten Donauebietes im harmonischen Ideenaustausche unter den berufenen Organen der Uferstaaten, sondern unabhängig von dem gegenseitigen Einvernehmen in jedem Lande vorgegangen wird. Hiebei ist bei der verschiedenen Organisation der competenten Behörden jede einheitliche Behandlung der Projecte und Ausführungen unmöglich und ebensowenig können die Wirkungen der Regulirungswerke einer eingehenden, auf die Kenntniss der allgemeinen Eigenschaften der Flüsse basirten, kritischen Untersuchung unterzogen werden. Unter so bewandten Umständen liegt daher die Befürchtung nahe, daß in Unkenntnis der in oberen Strecken angewendeten Maßregeln und der erzielten Erfolge, in den unteren Flussläufen schwer wiegende Missgriffe in den principiellen Dispositionen, in der Wahl der Bausysteme und nach anderer Richtung erfolgen können. Es wäre daher im ökonomischen Interesse und vom wissenschaftlichen Standpunkte sehr zu wünschen, daß bei der Regulirung des ganzen Stromgebietes ein einheitliches und harmonisches Zusammenwirken der mit der wichtigen Aufgabe betrauten Behörden der interessirten Staaten erzielt werde.

Nach dieser nicht zu umgehenden Einleitung gelangen wir zu dem Berichte, welcher in drei Abschnitten die oben berührten Fragen behandeln und die bayerischen, österreichischen und ungarischen Strecken des Donaustromes gesondert vorführen wird.

1. Bayern.

Die große Sorgfalt, welche die königlich bayerische Regierung dem Flussbaufache mit Hilfe eines zahlreichen und gut organisirten Techniker-corps seit jeher schenkt und durch die Bauführung in eigener Regie am besten bethätigt, ist wohl bekannt. In dieser Sorgfalt wird sie neuester Zeit durch den Ende 1892 gegründeten „Verein für Hebung der Fluss- und Canalschifffahrt in Bayern“ in Verbindung mit dem vom Prinzen Ludwig der Wasserstraßenfrage geschenkten Interesse auf das Beste unterstützt. Dem künftigen Herrscher Bayerns schwebt der große Plan vor, eine selbst für schwere Schiffe fahrbare Wasserstraße von Frankfurt a. M. bis Passau, also zwischen Rhein und Donau mit Canalisirung des Mains, Verbreiterung des Ludwig-Canals und Beseitigung der Hemmnisse in der Strecke von Regensburg nach Passau durchzuführen.*)

*) Dieser Plan entspricht der modernen Wasserstraßen-Politik, welche es sich zur Aufgabe macht, auf allen fahrbaren Strecken eine solche Leistungsfähigkeit zu erreichen, daß dieselben neben dem Verkehrsmittel der Eisenbahnen ihre volkswirtschaftliche Aufgabe erfüllen können.

Diese Strecke durchzieht die untere Donau-Ebene — die sogenannte niederbayerische Tiefebene — und zeigt, nach der Aufnahme der Iller, größeres Gefälle, grobes Geschiebe und in freiem Zustande eine sehr unregelmäßige Bahn mit meist niederen, stark angebrochenen Ufern. Von dem Eintritt des Flusses in die Region des niederbayerischen Waldes an beugt jedoch der an den Ufern zu Tage tretende Granit einem Ausschreiten des Flusses vor und ist deshalb der Lauf ein mehr langgestreckter und geregelter. Gleichwohl geben häufige und ausgedehnte Felsbänke vielfach Veranlassung zu Eisstopfungen, die jedoch wegen der hohen und geschlossenen Ufer nicht solche Nachteile wie auf der oberen Flussstrecke im Gefolge haben. Die hauptsächlich aus Kalk- und Quarzkies bestehenden Geschiebe sind nicht mehr mächtig, geben aber an übermäßig breiten Stellen Veranlassung zu Hindernissen im Fahrwasser.

Die Regulierungs-Arbeiten werden, abgesehen von weniger wichtigen Querbauten, im reinen Steinbau ausgeführt, zu welchem der beinahe überall zur Verfügung stehende Bruchstein (Granit) das solide und billige Material bietet. So kostet beispielsweise der Kubikmeter Steinwurf im Bau oberhalb Deggendorf 5—6, unterhalb des Ortes $3\frac{1}{2}$ — $4\frac{1}{2}$ Mk. Bei Ausführung der Parallelwerke kommt der in Bayern übliche Grundschwellenbau zur Anwendung (Fig. 1 u. 2), nur macht wegen der größeren

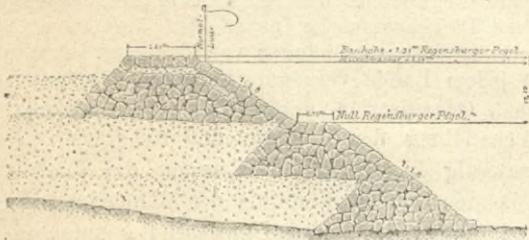


Fig. 1.

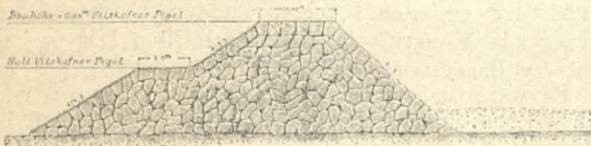


Fig. 2.

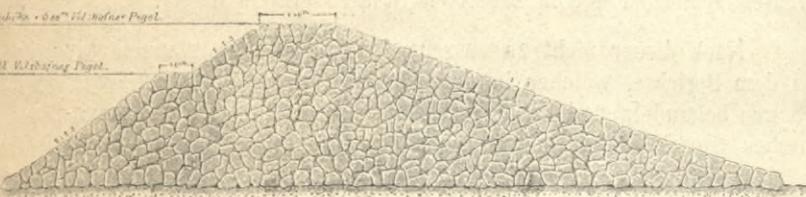


Fig. 3.

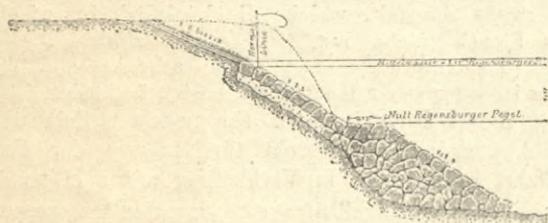


Fig. 4.

(Maßstab für Fig. 1—4 = 1:150.)

Tiefe des Flusses die Vollendung der Bauten nach jedesmaligem Eintritt der Versandung mehrere aufeinander folgende Erhöhungen

Für die Ausarbeitung des Projectes zur Herstellung einer Main--Donau-Wasserstraße (mit einer Fahrtiefe von 2.2 m und für Fahrzeuge von 800—1000 t Ladefähigkeit) sind im bayerischen Budget 300.000 Mk. vorgesehen, wovon ein Drittel für das Jahr 1894/95 bestimmt war. Jedoch ist diese Quote von dem bayerischen Landtag vorläufig nicht bewilligt worden.

nothwendig. Die Zuschlussbauten, deren Herstellung in der Regel mit der Eröffnung des Durchstiches erfolgt, werden nach vorausgegangener entsprechender Versicherung der beiden Uferstrecken sogleich auf ihre ganze Höhe ausgeführt (siehe Fig. 3). Die Uferdeckwerke werden in der aus Fig. 4 ersichtlichen Weise hergestellt. Durchstiche endlich beschränken sich an der unteren Donau auf einen einzigen, welcher noch in den Jahren 1854—1855 bei Niederalteich ausgeführt wurde.

Durch die bisherige Ausführung der Curvenlinien wurde der Lauf des Stromes in den meisten Fällen nahezu in normale Bahnen gebracht, die früher gewöhnlichen Ueberschwemmungen sammt den Eisstopfungen mit ihren nachtheiligen Folgen beseitigt und der an die Ufer grenzende Grundbesitz gesichert. Die Geschwindigkeit variirt zwischen 0.70—1.50 m per Secunde. Nur im Kachlet treten unterhalb der quer durch das Profil streichenden Felssohle hie und da Geschwindigkeiten von 2.5 m auf. Die bisnoch erzielten Normalbreiten des Flußlaufes betragen für die Strecke:

a) oberhalb der Einmündung der Isar	145.93 m
b) unterhalb der Isar- bis zur Innmündung	175.10 m
c) von der Innmündung abwärts	233.50 m

Das relative Gefälle beträgt:

a) unterhalb Regensburg	0.357 ⁰ / ₁₀₀
b) Klm. 235 bis Isarmündung	0.153 ⁰ / ₁₀₀
c) Isarmündung bis Innmündung	0.328 ⁰ / ₁₀₀
d) Innmündung bis Landesgrenze	0.425 ⁰ / ₁₀₀ *

Die gegenwärtig in Ausführung begriffenen Arbeiten gelten hauptsächlich der Erhaltung und Verbesserung der Fahrwasser- verhältnisse und bestehen der Wesenheit nach in Einschränkungs- und Uferdeckwerken, welche in reinem Steinbau ausgeführt werden, dann in Vertiefung der Flußsohle in den durch Felsbänke durch- gezogenen Tiefen der Flußsohle, um die Minimalwassertiefe der Fahrinne zu vergrößern, welche bei Niederwasser 1.10—1.20 m, unterhalb Passau 1.30 m erreicht.

Ausgenommen hievon ist das Kachlet zwischen Hofkirchen und Passau, in welchem die Steilufer der Donau das Bett auf eine Breite von 120 m verengen und die aus der Flußsohle in kugel- oder spitzzackigen Formen emporsteigenden Felspartien die Fahrtiefe auf 0.90 m beschränken. Es war daher schon seit 1820 Aufgabe der Flußbauverwaltung, Tiefe und Breite der Fahr- bahn durch Beseitigung der Felsen zu vermehren. Diese Arbeiten wurden bis zum Jahre 1890 mit verhältnismäßig geringen Mitteln und insoweit unvollständig ausgeführt, als das Heben der losgesprengten Felsstücke wegen der Kostspieligkeit in der Regel unterlassen wurde. Seither werden nun diese Sprengarbeiten mit Aufwand größerer Mittel (20—30.000 Mk. per Jahr) betrieben und besonders darauf gesehen, die abgesprengten Massen sogleich zu heben.

Die Vorrichtungen zum Bohren und Sprengen des aus sehr hartem Granit bestehenden Felsens sind einfachster Natur. Die Bohrungen erfolgen von gewöhnlichen Schiffsgerüsten aus und werden mit Schlag- und Stoßbohrern (25—30 mm Durchmesser) von Hand betrieben. Die in Entfernungen von 0.8—1.0 m von einander getriebenen Bohrlöcher werden bis zur Tiefe von 0.5 m unter die mittelst Sprengung zu erreichende Sohle eingetrieben und erhalten in der Regel eine Ladung von $\frac{1}{2}$ kg Sprenggelatine. Mehrere Bohrlöcher (bis zu zwölf) werden mit einander elektrisch verbunden und mit einer Bernhard t'schen Maschine (Elektrisir- maschine mit Leydener Flasche) gleichzeitig gesprengt. Die Spreng-

*) Zur Ergänzung der auf der Studienreise über die bisher ausgeführten Corrections-Arbeiten gesammelten Notizen wurden die officiellen Angaben des vorzüglichen Werkes: „Der Wasserbau an den öffentlichen Flüssen im Königreich Bayern“, München 1888, benützt und demselben die früher erwähnten Zeichnungen entnommen.

wirkung ist derart, daß abgesehen von vereinzelt größeren Stücken die Zerkleinerung des Felsens in solche von nur ein bis vier Zentner Gewicht erzielt wird*). Das Heben der abgesprengten Massen erfolgt mit einem Priestmann'schen Excavator oder mit einem diesem nachgebildeten Zangenapparat mit Handbetrieb. In den Jahren 1890—93, in welchen die Wasserstände verhältnismäßig hoch, also ungünstig**) zu nennen waren, wurden an 11 Sprengstellen zusammen 7241 Stück Bohrlöcher mit einer Gesamtlänge von 7426 m hergestellt und 3745 m³ Felsen gehoben. Unter Mitrechnung aller Ausgaben (auch der für die Werkzeuge) kostete in diesen Jahren das Absprengen und Heben von 1 m³ Felsen 39·65 Mk., ohne Mitrechnung der Anschaffungs- und Unterhaltungskosten des Spreng- und Hebeapparates 21·10 Mk.

Die in Ausführung begriffenen Corrections-Arbeiten und speciell die weitere Vertiefung des Fahrbettes in dem Kachlet documentiren das Bestreben der Bauverwaltung auf der unteren Donaustrecke Bayerns die der schweren Schifffahrt entsprechenden Tiefen- und Breitenverhältnisse zu schaffen; — in Voraussicht des zunehmenden Durchgangsverkehres, welcher während der letzten Jahre thatsächlich in langsamen, aber stetem Wachsen begriffen ist. Die Rücksicht auf diese erwartete Zunahme bestimmt die Bauverwaltung, auch den Anlande- und Ladeplätzen, sowie den Hafenanlagen die verdiente Aufmerksamkeit zu schenken.

Für die leicht gehenden Schiffe werden die Floßländen benützt, welche fast an allen Anlandeplätzen vorhanden sind und größtentheils aus gepflasterten Böschungen und Holzausschleifen bestehen, so in Deggendorf, Vilshofen, Oberzell und anderen Orten. Ausgedehnte Anlandeplätze, welche zugleich als Ueberladestellen zwischen Schiff und Eisenbahn dienen, befinden sich in Regensburg und Passau, deren wichtigste Einrichtungen hier ihren Platz finden mögen.

Regensburg verfügt über Lände- und Ladeplätze in der Gesamtlänge von nahezu 3000 m, welche in der Form theils von Quaimauern, theils von gepflasterten Böschungen für gewöhnliche Ruderschiffe, Canal- und Dampfschiffe und als sogenannter Freihafen verwendet werden. Die am linken Ufer des rechtseitigen Flußarmes befindliche Quaimauer von 850 m Länge ist mit einem geräumigen Lagerhaus für Getreide, mit Kränen für die Dampfschiffe, mit Geleise-Anlagen etc. ausgerüstet. Außerdem sind Holzausschleifplätze an beiden Ufern des linksseitigen Donauarmes und an diesem eine Lände für das aus dem Nebenfluß Regen anlangende Floßholz. Endlich besitzt Regensburg einen Winterhafen am unteren Wörth. Derselbe befindet sich jedoch im Eigenthum der österreichischen Donaudampfschiffahrts-Gesellschaft und ist räumlich unzureichend, da er höchstens 10 Dampfer und 18 Schleppkähne aufzunehmen im Stande ist.***)

Der Umschlagplatz von Passau ist durch die neuen, auf dem rechten Ufer errichteten Anlagen von Quaimauer und Anschüttungsfläche wesentlich vergrößert worden. Die Ende 1890 begonnenen Arbeiten sollen mit Schluss des Jahres fertiggestellt werden. Dann wird die ganze Quaimauerlänge 770 m betragen,

*) Wir entnehmen diese interessanten Details über die Felsprengungen an der unteren Donau dem vom königl. Bauamtmann Herrn Hensel an die Mitglieder der Studienreise vertheilten Druckbogen. Wir erfuhren ferner vom geehrten Fachmanne, daß außer den Sprengungen mit Bohrminen auch solche mit aufgelegten Patronen (nach Lauer'schem System) ausgeführt werden. Dieselben erhalten eine stärkere Ladung (bis zu 5 kg Dynamit) und werden zwischen die etwa zu weit auseinander stehenden Bohrminen vertheilt, um deren Wirkung zu verstärken.

**) Bei einem höheren Wasserstande als 2 m muss der Betrieb der auf die erwähnte Weise ausgeführten Arbeiten eingestellt werden.

***) Außer in Regensburg werden die Schiffe über Winter noch in der Mündung des Bogen in Deggendorf, bei Vilshofen im Vilsflusse und bei Passau hinter dem sogenannten Pulverthurme oder hinter den Schiffmühlen geborgen. Auf den letzteren Standplätzen überwintern jedoch in der Regel höchstens zwei Schiffe. An anderen Orten werden die Schiffe über Winter an das Land gezogen.

an welcher 24 in doppelter Reihe aufgestellte Schlepper anlegen können, und die Anschüttungsfläche bei einer mittleren Breite von 23 m rund 18.000 m² einnehmen. Die von dem königlichen Bauamtmann Herrn Hensel erdachte Bauart der Quaimauer ist eigenartig und interessant, weil sie in dieser Weise unseres Wissens noch nirgends zur Ausführung gebracht wurde. Wir verweisen diesbezüglich auf die bereits in unserem Organe (siehe Reisebericht des Herrn Ingenieur Kortz in Nr. 48 der „Wochenschrift d. Oesterr. Ingen.- u. Arch.-Ver.“ vom Jahre 1891) veröffentlichte Beschreibung des Gründungssystemes und halten dafür, daß dasselbe seiner eminenten Vorzüge wegen im Flussbaue noch mannigfache Anwendung finden wird. Ein wesentlicher Vortheil besteht in der billigen Herstellung, welche für den laufenden Meter der Quaimauer (mit Einschluss sämtlicher Nebenbrüstungen) 600 Mk. gekostet hat. Unserer Ansicht nach kann dieser immerhin mäßige Preis noch vermindert werden, wenn zur Ausfüllung der Senkkästen anstatt Bêton Donauschotter verwendet würde, welcher — weil nur zur Beschwerung der Kästen dienend — die gleichen Dienste leistet wie jener. — Nach Vollendung der hydrotechnischen Arbeiten soll nächstes Jahr an die Ausrüstung der Quaimauer und Anschüttungsfläche in der den Anforderungen des Handels- und Schiffsverkehrs entsprechenden Weise geschritten werden. Es wird auch die Errichtung eines Winter- und Schutzhafens geplant, welcher allerdings einem dringenden Bedürfnisse abhelfen würde.

Fassen wir den Gesamteindruck zusammen, welchen wir bei der flüchtigen Stromschau der Donau zwischen Regensburg und Passau empfunden haben, so äußert er sich in erster Linie in der Wahrnehmung, daß die ganze Schifffahrtspolitik Bayerns nach Oesterreich-Ungarn gravitirt und dessen Wasserstraßen für wichtiger hält als die Norddeutschlands. Daher das eifrige Bestreben, die Donau in einen für schwere Schiffe zugänglichen Zustand zu versetzen und die Umschlagplätze in einer den modernen Anforderungen des Verkehrs entsprechenden Weise auszurüsten. Das Befahren der genannten Strecke auf dem Dampfer der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft „Gisela“, welcher, wenn wir gut unterrichtet sind, 1·10 m taucht, ging überall anstandslos vorüber (allerdings hatten wir hohes Mittelwasser) und der Anblick der fertigen, den Strom einsäumenden Uferstrecken machte den Eindruck eines regelmäßigen, den Wasser- und Gefällsverhältnissen entsprechenden Bettes. Ob und inwieweit diese Annahme eine richtige ist, wird die Folge und namentlich die Epoche lehren, in welcher die Regulirungs-Arbeiten auf der ganzen Länge des bayerischen Gebietes beendet sein werden. Es ist dies umso mehr zu hoffen, als die Correction nicht nur der Donau, sondern auch ihrer Nebenflüsse in einer methodischen und einheitlichen Weise durch im Wasserbau erprobte Fachmänner geschieht. Die Resultate dieser vieljährigen Arbeiten finden eine ebenso wissenschaftliche als erschöpfende Darstellung in dem früher erwähnten, von der königlichen obersten Baubehörde im Staatsministerium des Innern veröffentlichten Werke, welches eine wahre und seltene Fundgrube des auf hydrotechnischem Gebiete Wissenswerthen enthält und namentlich durch die so schätzenswerthe Preisentwicklung der in eigener Regie ausgeführten Wasserbauten lehrreiche Winke für Bauverwaltungen anderer Staaten bietet.

Es wäre demnach zu wünschen, daß das genannte Werk durch zeitweilige Nachträge mit Namhaftmachung der in dem abgelaufenen Zeitraume gemachten Erfahrungen und erzielten Resultate ergänzt würde. Mit diesem Wunsche schließen wir diesen Theil unseres gedrängten Berichtes und fügen demselben noch den wohlverdienten Dank für die uns seitens der Vertreter der königlich bayerischen Baubehörde erteilten Aufklärungen und Belehungen hinzu. Es waren dies die Herren: Eickemeyer, königl. bayr. Regierungs- und Kreisbaurath, vom königl. bayr. Regierungs- und Kreisbauamte in Landshut, Nägele, Bauamtmann, vom königl. bayr. Straßen- und Flussbauamte in Regensburg, Hensel, vom königl. bayr. Straßen- und Flussbauamte in Deggendorf.

2. Oesterreich.

Die österreichische Donaustrecke von Engelhartzell bis Theben umfasst eine Länge von rund 348 km. Vom ersten Orte bis Linz fließt der Strom (mit Ausnahme der kurzen Strecke Feldkirch—Ottensheim) in einem schon von der Natur aus geregelten Bette. Hier jedoch theilt sich der Fluss in zahlreiche Arme, um bei Grein, eingekellt zwischen beiderseitigen Steilufern, in einem verengten Bette bis Krems zu fließen. Von hier bis Theben theilt sich der Strom in der niederösterreichischen Tiefebene in zahlreiche, Auen und Inseln bildende, Arme mit zunehmender Geschwindigkeit und größerer Wassermenge.

Durch die Aufnahme des Inn schon bei Passau zu einem mächtigen Strom geworden, betritt die Donau in einer Breite von 233 m das österreichische Gebiet. Die Verhältnisse der nun folgenden an beiden Ufern liegenden Nebenflussgebiete sind sowohl in Bezug auf Bodengestaltung als auch atmosphärischen Niederschlag sehr ungleich. Während die auf der nördlichen Seite oder dem linken Ufer entspringenden Flüsse der Donau eine verhältnismäßig unbedeutende Wasservermehrung zuführen, zeigt sich das hydrographische Netz in weit größerer Fülle und Mächtigkeit auf dem rechten Ufer. Hier sind es die Flussgebiete der Traun und der Enns, sowie die der kleineren Alpenflüsse Niederösterreichs, deren Bodenbedeckung durch dichten und meist forstgerecht gepflegten Waldbestand ausgezeichnet ist und daher im Vergleiche zur Lauflänge der Flüsse eine bedeutende Wassermasse liefert. Die vermehrte Wassermenge erheischt naturgemäß auch eine größere Durchflussöffnung und finden wir auf der Strecke Stein—Wien die Normalbreite mit 300 m und unterhalb Wien mit 380 m bemessen. Durch diese Profile fließt ein Wasservolumen, welches in der Secunde zwischen 700 und 4700 m³ variirt. Diese große Differenz im Volumen, verbunden mit dem unregelmäßigen, in zahllose Arme zersplitterten Laufe des Stromes bilden Schwierigkeiten, deren Lösung sowohl an technisches Wissen als auch an finanzielle Kraft besondere Anforderungen stellt, um aus dem verwilderten Zustande des Stromes einen geregelten zu schaffen.

Ob die zur Correction der österreichischen Donaustrecke aufgewendeten Geldmittel genügend sind, wird die Folge lehren. Jedenfalls sind sie nicht unbedeutend und haben (nach Oelwein) in dem Jahrzehnt von 1884—1893 die Summe von 14,118.800 fl. verschlungen, wovon auf Niederösterreich allein (181 km) 12 Millionen entfallen.*) Die für letzteres jährlich ausgegebenen Summen werden durch das Reichsraths-Gesetz vom Mai 1882 gedeckt, durch welches ein Betrag von 24 Millionen Gulden für die Regelung des Donaulaufes von der Iper-Mündung bis zur Grenze bei Theben votirt wurde. Jedoch ist die Verausgabung dieser Summe an die Bedingung geknüpft, dieselbe auf den Zeitraum von 20 Jahren zu vertheilen. Ob diese arge Verzögerung vom hydrotechnischen und besonders handelspolitischen Standpunkte zu billigen ist? Diese Frage wurde schon im Laufe der früheren Jahre von berufener Seite verneint und competenten Ortes das Ansuchen um die Gewährung einer kürzeren Baufrist gestellt, jedoch ohne jeden positiven Erfolg. Die mit der Correction der niederösterreichischen Strecke betraute Donauregulirungs-Commission trifft demnach ihre Vorkehrungen und sucht die in technischer Beziehung nicht zu leugnenden Uebelstände der Situation nach Möglichkeit zu beseitigen.**)

*) Auch die Zuflüsse der Donau, als: Inn, Salzach mit Saale, Traun und Enns werden regulirt und haben die Kosten im abgelaufenen Jahrzehnt je 271.000, 863.600, 648.500 und 62.700 fl. betragen. Die neueren Regulirungsprojecte für die genannten Flussläufe sind bereits aufgestellt und werden nach Maßgabe der bewilligten Mittel zur Ausführung gelangen.

***) In der letzten Zeit scheint übrigens eine Wendung zum Besseren durch ein rascheres, für die Arbeiten eingeschlagenes Tempo eingetreten zu sein, da in dem verflossenen Baujahre eine Gesamtsumme von 1,746.000 fl. für Neubauten und Erhaltungsarbeiten zur Verwendung gebracht wurde, von welcher auf die I. Ober-Ingenieur-Abtheilung (Iper-Mündung—Nussdorf) 573.700 fl., auf die II. (Nussdorf—Albern) 301.800 fl. und auf die III. (Albern—Theben) 863.000 fl. entfallen. Hievon kommen auf Baggerungen je 235.600 fl., 244.400 fl., 49.400 fl.

Das Hauptaugenmerk der Commission war und ist auf die Behebung der wiederholt aufgetretenen Ueberschwemmungen*) und nur in zweiter Linie auf die Verbesserung der Schiffahrtsverhältnisse gerichtet. Nach welchen Principien und Systemen nun die Commission vorgeht, um ihrer Aufgabe nach beiden Richtungen zu entsprechen, ist schon wiederholt durch Wort und Schrift erörtert und namentlich durch die seitens des Oberbauleiters Herrn k. k. Ober-Baurath F ä n n e r gemachten Mittheilungen über Stand und Erfolge der Arbeiten zur Kenntnis unseres Vereines gebracht worden. Aus denselben erhellt, daß die früher eminente Gefahr der Ueberschwemmungen wesentlich abgeschwächt und der größte Theil der noch vor einem Jahrzehnt bestandenen Schiffahrts-Erschwernisse beseitigt worden ist. Diese Erschwernisse bildeten in dem durch außerordentliches Niederwasser ausgezeichneten Jahre 1887 den Gegenstand der eingehendsten Discussion im Schoße des Donau-Vereines, in welcher die Organe der Baubehörde, auf die seit 1882 erzielte Besserung der Stromverhältnisse hinweisend, die zuverlässige Aussicht eröffneten, daß das durch die Regulirungs-Arbeiten angestrebte Ziel, auf der ganzen Linie der Fahrinne eine Tiefe von 3 m unter Null zu schaffen, auch sicher erreicht werden würde. Diese Erwartung ist schon heute zum größten Theile in Erfüllung gegangen und deutet die auch von den Schiffahrts-Interessenten anerkannte wesentliche Verbesserung der Wasserstraße darauf hin, daß die angewendeten Verfahrungsweisen und ausgeführten Bauten sich bewähren. Wir glauben daher von einer detaillirten Aufzählung der regulirten Strecken absehen und uns auf die kurze Beschreibung der betreffenden Typen für die Bauwerke beschränken zu sollen.**)

Die Uferschutz-, Hufschlag- und Anlandebauten werden in der Regel bis zur Höhe des natürlichen Terrains nach Profil der Fig. 5 durchgeführt. Die zweifüßige Böschung und der an die-

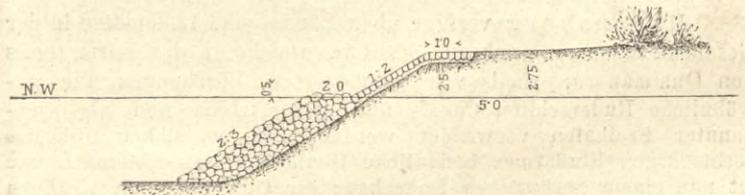


Fig. 5.

selbe anschließende 1 m breite Streifen der Krone wird mit einer 0.30 m starken Steinpflasterung, welche auf einer Schotterunterlage ruht, bedeckt. Zur Stütze und zum Schutze des Pflasterfußes wird ein Grundwurf angearbeitet, welcher 2 m Kronenbreite hat und bis 0.50 m ober Nullwasser reicht. Die Böschung des Grundwurfes wird in der Regel wie 1:1½ angelegt.

Die Leitwerks- und Abschlussbauten werden nach Profil der Fig. 6 in der Regel aus Schotter und nur an jenen Stellen mit Bruchsteinen ausgeführt, in welchen eine große Wasserspiegeldifferenz zu erwarten steht. Die Höhe dieser Bauten erreicht, wenn das Terrain, in welches sie eingebunden werden, es ermöglicht, 2.5 m ober Null. Die Krone wird 3 m, wenn es besondere Verhältnisse bedingen, 4 m breit gemacht. Die beiderseitigen Böschungen sind zweifüßig. Krone und Böschungen werden

*) Nach F ä n n e r haben die bekannten größten Ueberschwemmungen ohne Eisgang in den Jahren 1787, 1862 und 1883 stattgefunden, während in Folge von Eisstopfungen die Strecke Wien—Theben in den Jahren 1830, 1847, 1849, 1850, 1871, 1876 und 1880 überschwemmt wurde.

***) Als weniger bekannt gedenken wir der Kilometrirung, welche im vergangenen Jahre auf der ganzen niederösterreichischen Strecke zur Durchführung gekommen ist. Sie wurde in der Weise vollzogen, daß der Kilometer 0 in der Mitte des Stromes genau in den Meridian des Stefansdomes fällt und von hier sowohl stromauf- als -abwärts die Kilometer laufen, und zwar 136.5 km bis an die oberösterreichische Grenze, wo sich die Kilometrirung bis zur bayerischen Grenze fortlaufend anschließt und 49 km bis an die ungarische Grenze bei Theben. Die Gesamtauslagen für diese Kilometrirung haben sich auf 8100 fl. belaufen.

mit 0.30 m starken Steinen eingepflastert. Die Ausführung der Arbeiten beginnt in der Regel mit der Herstellung des stromseitigen Grundwurfes, welcher 2 m Kronenbreite erhält und bis

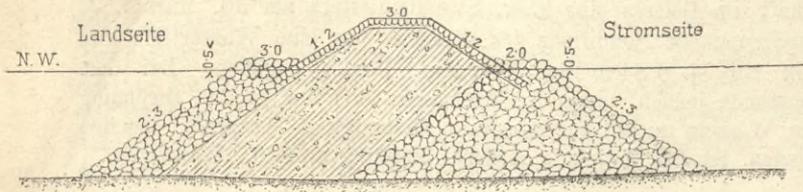


Fig. 6.

0.5 m ober Null reicht, dann erfolgt die Schotteranschüttung, welche an der Landseite sofort mit Bruchsteinen in Form einer Berme überdeckt wird. Die Berme erhält eine Kronenbreite von 2—3 m und reicht 0.5—1 m ober Null.

Der Inundationsdamm wird nach Profil der Fig. 7 in der Höhe von 5.8 m über Nullwasser und mit einer Kronenbreite von 4 m hergestellt. Derselbe erhält landseitig eine 3füßige und strom-

Was nun die oberösterreichische Donau von circa 170 km Länge betrifft, so kann von derselben nicht gleich Günstiges wie von der niederösterreichischen berichtet werden. Ob die vielleicht ungenügenden Geldmittel oder das aus Spar-samkeitsrücksichten noch häufig angewendete System des Faschinenbaues hieran die Schuld trägt, konnten wir nicht in Erfahrung bringen. Thatsache ist, daß dort noch eine große Anzahl wunder Punkte besteht. So ist die von der schweren Schifffahrt verlangte Tiefe von 3 m. nur auf kurzen Strecken vorhanden, dann ist die Fahrbahn durch Versandungen und Geschiebe-Ablagerungen an manchen Stellen so verengt worden, daß sie für das Ausweichen in entgegengesetzter Richtung sich begegnender Schiffe ungenügend ist, endlich wird an zahlreichen Punkten das Flussbett durch felsigen Untergrund oder durch isolirte große Steinblöcke (sogeannte Kugeln) in der Tiefencôte so alterirt, dass darunter die Schifffahrt namentlich bei Niederwasser empfindlich leidet.

Wenn diese nicht zu läugnenden Uebelstände heute noch auf der currenten Strecke der oberösterreichischen Donau bestehen und dringende Abhilfe erheischen, so sind dafür in der letzten

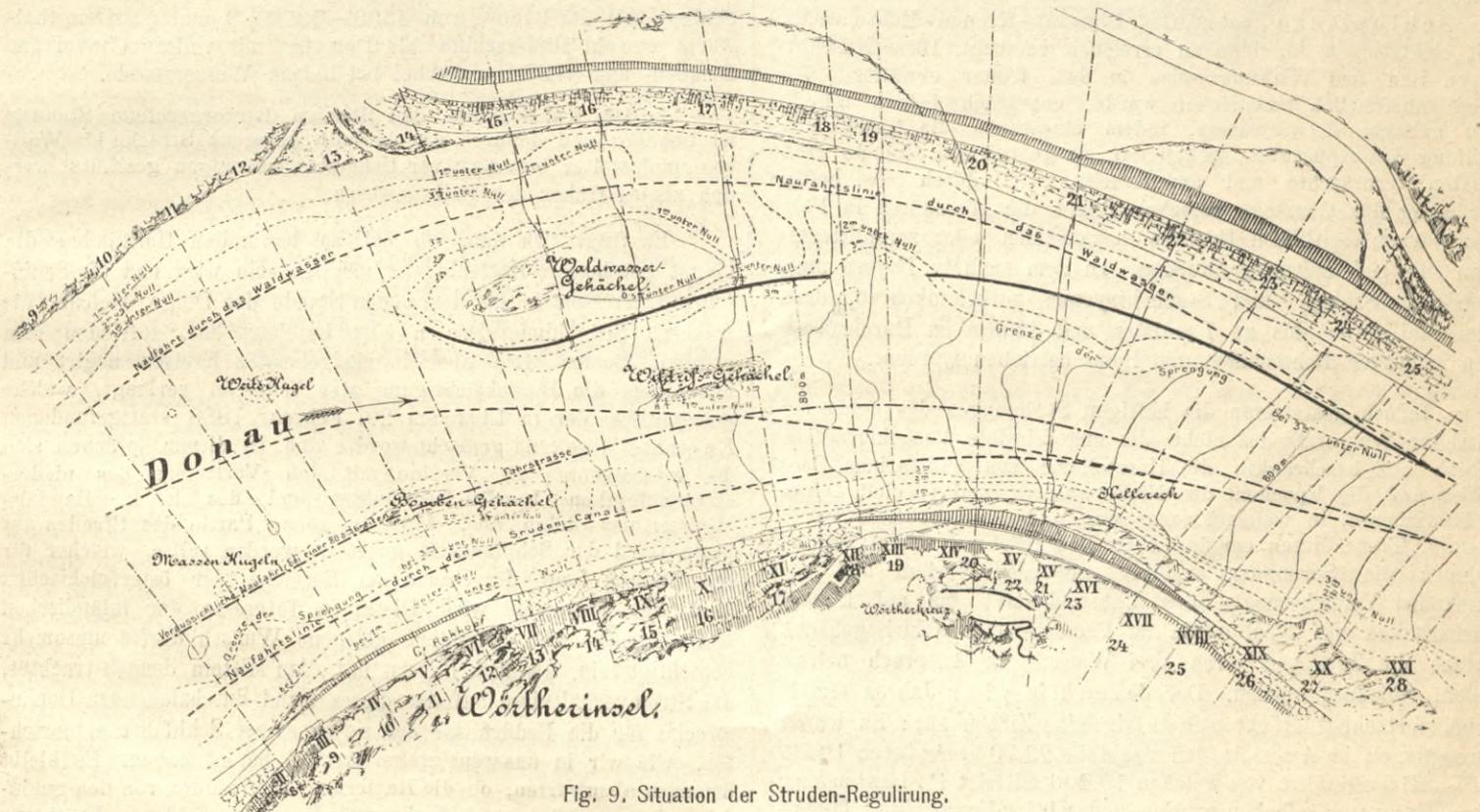


Fig. 9. Situation der Struden-Regulirung.

seitig eine 2füßige Böschung, welch' letztere bis zur Höhe von 5 m ober Nullwasser gepflastert wird.

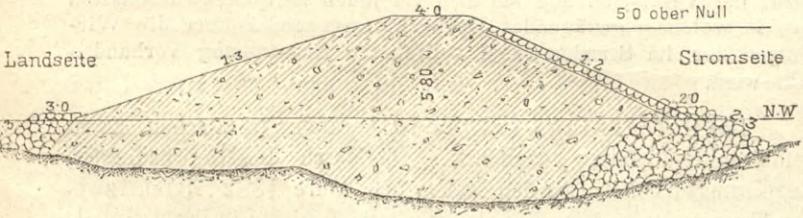


Fig. 7.

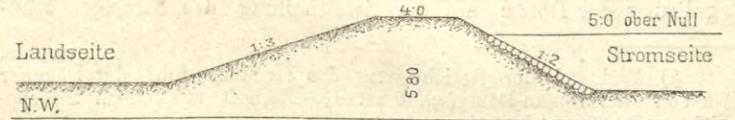


Fig. 8.

An jenen Stellen, wo der Inundationsdamm über Donauarme geführt wird, erfolgt dessen Herstellung nach dem Profil der Fig. 8.

Zeit zwei wichtige Herstellungen im Interesse der Schifffahrt zur Ausführung gekommen. Es sind dies die Regulirung des Struden bei Grein und die Hafenanlage in Linz.

Die Regulirung des Struden hat den Gegenstand eines sehr eingehenden und die Frage nach allen Richtungen beleuchtenden Vortrages gebildet, welcher vom k. k. Hofrath Herrn Rössler im Vereine gehalten und in dem zweiten Hefte der Zeitschrift vom Jahre 1891 vollinhaltlich veröffentlicht wurde. Nach den Mittheilungen des Vortragenden bestand die am Struden geplante Regulirung der Donau in der Herstellung einer Wasserstraße, welche eine nutzbare Breite von 80 m und eine Tiefe von 3 m unter dem am Strudener Pegel fixirten Nullwasser erhalten soll. Die Entscheidung darüber zu treffen, ob und an welchen Orten Leitwerke und sonstige Versicherungen anzubringen sein werden, wurde jenem Zeitpunkte vorbehalten, in welchem genügendes Beobachtungsmaterial über die Wirkungen der im Struden-Canal zu vollführenden Ausräumung vorhanden sein wird. Unter diesem Vorbehalte umfasste das Regierungsproject zunächst die Abtragung des sogenannten Bomben- und

Wildrissgehächels sowie die Verbesserung der rechtsseitigen Uferlinien nächst der Wörther Insel. (Siehe umstehende Skizze der Situation [Fig. 9] im Maßstabe von 1 : 6000, welche einem von der Bau-Unternehmung gelieferten Plane entnommen ist.)

Die Ausführung dieser Arbeit erheischte außer der Herstellung von Trockenmauerwerk, Steuwürfen und Pflasterungen noch Felsensprengungen im Betrage von 35.000 m³, davon 71% unter Wasser. Diese submarinen Sprengungen bildeten den eigentlich interessanten Theil der unter sehr erschwerten Localverhältnissen zu besorgenden Arbeiten. Diese sind noch ungünstiger als im Bingerloche am Rhein und beim eisernen Thor an der unteren Donau und kennzeichnen sich durch eine außergewöhnliche Geschwindigkeit des Stromes sowie eine sehr starke Zerklüftung des Flussbettes, welche zu den bekannten Wirbeln und Gegenströmungen Veranlassung gibt. In Berücksichtigung dieser ungünstigen Momente musste man von der am Rhein und der Elbe angewendeten Taucherglocke zur Herstellung der Bohrlöcher Umgang nehmen und sich von der heftigen Strömung, welche eine feste Verankerung des Bohrschiffes in hohem Grade erschwerte, unabhängig machen. Dieses wurde durch die dem Unternehmer, Herrn A. Schlepitzka patentirte Diamant-Kronen-Bohrmaschine mit elektrischem Antriebe zu erreichen versucht. Diese Maschine, deren Bau und Wirkungsweise in dem früher erwähnten Vortrage ausführlich beschrieben wurde, entsprach jedoch nicht den gehegten Erwartungen, indem einestheils die häufige Umstellung des Apparates wegen der ausgebreiteten Objecte große Kosten verursachte und andererseits, weil durch die heftige Strömung das Gestänge verschoben und die Diamanten in Folge des starken seitlichen Druckes herausfielen oder zersplitterten. Man sah sich daher gezwungen, zu dem auch in Bayern angewendeten Schlag- und Stoßbohrsystem zurückzukehren, deren Gussstahlbohrer (bis zu 7 m lang und 48 mm im Durchmesser) von montirten Bohrschiffen mit Hand betrieben wurden.

Jedoch gestatteten die heftigen Strömungen des hohen und mittleren Wasserstandes nicht die ungefährdete Verankerung der Schiffe und beschränkte die Herstellung von submarinen Bohrminen auf die Epochen des Niederwassers und, speciell auf die Wintermonate, in welchen sozusagen allein gearbeitet werden konnte. Trotz dieser empfindlichen Beschränkung der Arbeitszeit nahmen die Sprengungen ihren normalen Verlauf und sind (nach den Versicherungen des Unternehmers) bis auf kleinere Nacharbeiten am Canal sowie am Bomben- und Wildrissgehächel, welche die Zeit von circa drei Wochen in Anspruch nehmen sollen, vollendet worden. Der demnach in vier Jahren erzielte Arbeitsfortschritt drückt sich in folgenden Ziffern aus: Es wurden Sprengungen im Ausmaße von ungefähr 22.700 m³ (davon 10.700 auf Land) ausgeführt, von welchen 19.200 mittelst Priestmann'schem Excavator gehoben wurden und wieder Verwendung fanden; ferner Trockenmauerwerk im Belaufe von 1500 m³, Pflasterungen von 4000 m² u. s. f. Mit der Beendigung der genannten Arbeiten ist auch der für dieselben veranschlagte Kostenbetrag von circa 350.000 fl. erschöpft worden.

In welcher Weise ist nun die erhoffte Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse am Struden durch die Ausführung der Regulierungsarbeiten erreicht worden? Diese Frage konnte in ihrer Gänze von den Theilnehmern der Stromschau umsoweniger beantwortet werden, als die Besichtigung der neuen Situation kaum eine Stunde währte und die Durchfahrt bei hohem Mittelwasser stattfand.*) Nach den jedoch von verlässlicher Seite erhaltenen Auskünften lassen sich die erzielten Resultate in Folgendem zusammenfassen:

*) Da überhaupt im Momente der Besichtigung nicht gearbeitet wurde, so war weder ein Bohrschiff, noch ein Priestmann'scher Excavator noch irgend ein anderes Arbeits-Werkzeug sichtbar. Als Ersatz für den persönlichen Augenschein dienten sehr schöne, von dem Unternehmer vorgezeigte photographische Aufnahmen von der Oertlichkeit und den im Strudencanal in Ausführung begriffenen Arbeiten.

1. Das Bombengehächel ist auf 0·60 m und die Wildriss auf 1 m unter Null Strudener Pegel abgeräumt.

2. Die von den Organen der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft im Beisein des k. k. Strombauleiters am 30. März l. J. vorgenommene Sondirung des Strudens hat eine Wassertiefe von 2 m bei + 0·84 m des Strudener Pegels ergeben. Bei dem Umstande jedoch, daß die Messungen bei der großen Strömung des Wassers nicht auf absolute Genauigkeit Anspruch machen können, ist das Ergebnis fernerer Messungen noch abzuwarten.

3. Der Wasserspiegel hat in Folge des erweiterten Flussprofils eine Senkung von 0·18 m erlitten und sind trotz der erfolgten Abspregung der Felsriffe und Felskuppen die örtlichen Stauungen und Wirbelbewegungen des Wassers nicht ganz behoben worden. Nach einer anderen Version hat die Wasserspiegel-senkung im vergangenen December 0·24 m erreicht und dürfte heute 0·32 m betragen.

4. Die Strömung im Canale selbst ist zwar eine geringere, hat aber dessen Fahrbarkeit weder stromauf- noch abwärts verbessert. Jetzt wie früher zieht bergwärts ein Dampfer nur einen Schlepp mit der Ladung von 4500—5300 q*) und passiren thalwärts sowohl Ruderschiffe als Dampfer mit vollem Convoi das Bomben- und Wildrissgehächel bei hohem Wasserstande.

5. Die früher durch den Struden hervorgerufene Stauung ist behoben und dadurch die oberhalb gelegene Strecke bis Wallsee und weiter besser vor Ueberschwemmungen geschützt worden als es früher der Fall gewesen.

Es fragt sich nun, ob bei so bewandten Umständen die längst gewünschte Kettenlegung möglich sein wird und die Schifffahrts-Interessenten mit dem neuen Stande der Dinge, welcher die früheren Stromhindernisse nicht beseitigt hat, zufrieden sein werden. Beides wird aber in maßgebenden Kreisen negirt und neuerdings die Berücksichtigung der Wünsche verlangt, welche gelegentlich der in Linz am 20. Februar 1888 stattgefundenen Enquête**) geltend gemacht worden sind. In dieser sprachen sich die Interessenten im Vereine mit den Vertretern des niederösterreichischen Landes-Ausschusses und des k. k. Handelsministeriums dahin aus, daß die ganze Partie des Struden auf jenen Grad der Schiffbarkeit gebracht werden sollte, welcher für den übrigen Lauf der Donau im Bereiche der österreichischen Monarchie angestrebt wird. Dieser im Interesse der inländischen und internationalen Schifffahrt gelegene Wunsch dürfte umsoweniger berechtigt sein, als auch Bayern mit allen Mitteln danach trachtet, die Stromverhältnisse auf der dieses Land durchziehenden Donau-strecke für die Bedürfnisse der schweren Schifffahrt einzurichten, wie wir in unserem ersten Artikel betont haben. Es bleibt demnach abzuwarten, ob die Regierung sich zu der von den Schifffahrts-Interessenten und Sachverständigen empfohlenen Eröffnung des Hössganges entschließen oder in Fortsetzung des eingeschlagenen Weges zu denjenigen Mitteln, resp. Ergänzungsbauten greifen wird, deren Entscheidung sie sich für jenen Zeitpunkt vorbehalten hat, in welchem genügendes Beobachtungsmaterial über die Wirkungen der im Struden-Canal vollführten Ausräumung vorhanden sein wird.

Die Hafenanlage in Linz ist berufen, einem schon längst gefühlten Bedürfnisse abzuhelpen. Die durch dieselbe bedingten Regulierungsarbeiten wurden schon im Jahre 1882 durch zwei von Taussig und Oelwein verfasste Projecte in ihren Grundzügen gekennzeichnet. Während jedoch das erstere lediglich die Regulirung der Donau mit der Zweitheilung des Stromes bean-

*) Während der Besichtigung des Strudens fuhr der Dampfer „Andor“ der Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft mit einem Schleppschiff von 4500 q Ladung bergwärts.

**) Siehe: „Protokoll, aufgenommen in Linz am 20. Februar 1888 bei der k. k. oberösterreichischen Statthaltereie“ und „Gutachten der Experten der ersten k. k. priv. Donau-Dampfschiffahrts-Gesellschaft über das Project der Regulirung des Donau-Struden“.

Budapest, Zombor, Neusatz, Weisskirchen und Orsova. Von diesen Sectionen nehmen die erste und letzte insoweit das vornehmlichste Interesse in Anspruch, als deren Schiffahrts-Hindernisse schon historisch geworden sind und ihre Beseitigung zu den schwierigsten Problemen der hydrotechnischen Wissenschaft gehört. Wir werden daher diesen beiden in unserem Berichte einen hervorragenden Platz einräumen und die übrigen bloß in zweiter Linie berühren. Vorerst sei es uns jedoch gestattet, die charakteristischen Momente des Donaustromes auf seinem Laufe von der österreichischen bis zur rumänischen Grenze kurz zu skizziren.

Die Donau durchbricht auf dem Laufe durch Ungarns Gauen vier Gebirgspforten und durchfließt die beiden, zwischen den Ausläufern der Alpen und den Vorgebirgen der Karpathen gelegenen Tiefebene, welche in ihrer Fortsetzung in die Drau- und die slavonische Ebene übergehen.

Die erste der Gebirgspforten befindet sich gleich beim Eintritte in das Land bei Theben, die zweite zwischen Gran und Visegrad, wo die Ausläufer der Karpathen durch das Granthal bis an's linke und die Vorberge des Bakony bis an das rechte Ufer heranreichen, dann das dritte zwischen Peterwardein und Pálanka, wo die slavonischen und Banater Gebirge bis hart an's Ufer treten und die vierte endlich zwischen den Steilufern der Katarakte längs des Süd-Banater Gebirgszuges. In den Gebirgspforten fließt der Strom im geschlossenen Bette, während er in der Tiefebene sich in viele Serpentinaen und abzweigende Arme theilend, eine große Menge von Inseln und Sümpfen bildet. Von den ersteren nennen wir die größten, die zwei durch ihre Fruchtbarkeit bekannten Schütt-Inseln zwischen Pressburg und Komorn, die Csepel-Insel unterhalb Budapests und dann die ausgedehnte Mohacs-Insel in der Umgebung der gleichnamigen Stadt. Diese Insel ist beinahe vollständig versumpft und zeigen sich solche mit Wasser bedeckte Niederungen in den ganzen Strecken zwischen Tolna und der Draumündung. Von dort an besitzt das Bett eine ziemlich gleichförmige Durchflußöffnung und macht sich nur bei Peterwardein und unterhalb der Savemündung durch Bildungen von Serpentinaen und Inseln bemerkbar.

Diese wechselnde Situation von bewaldeten Gebirgspforten und sumpfigen Tiefebene übt naturgemäß einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung der Wassermenge, welche hauptsächlich durch die Beschaffenheit des von ihr durchzogenen Gebietes bedingt ist. Je länger ein Fluss innerhalb gebirgiger Regionen und regenreicher Gegenden fließt, je weniger das rasche Verdampfen des Wassers durch höhere Temperaturgrade begünstigt wird und je undurchlässiger die oberen geologischen Schichten sind, desto besser wird das Flussgebiet zur Bildung einer größeren Wassermasse sein, während mit dem Eintritte der entgegengesetzten Factoren die günstigen Grundbedingungen fehlen und der Fluss unter normalen Verhältnissen nicht jene Mächtigkeit erlangen kann, als dies sonst der Fall wäre. Deutliche Beweise hiefür finden sich innerhalb einzelner Strecken des Stromes, so zwischen Budapest und der Draumündung. Unterhalb der Hauptstadt beträgt dessen Breite ungefähr 1000 m und dessen Tiefe 6—11 m, während diese oberhalb der Draumündung nur 6—800, resp. 6·3—7·6 m messen. Der Strom hat also auf dieser kurzen Strecke ein Bedeutendes an Volumen verloren, weil die vorerwähnten Bedingungen der Wasserbildung nicht vorhanden sind.

Eine mächtige Verstärkung erfährt der Strom durch die Aufnahme der Drau, der Save und der Theiß, deren Gebiete sich zum großen Theile intensiver Niederschläge und ausgedehnter Waldbestände erfreuen, im Gegensatze zur Leitha und Raab, deren Flussverhältnisse weniger günstig sind.

Der Waldreichthum des östlichen Tirol, dann der Steiermark und von Kärnten wirken zusammen, um die Drau zu einem reichen Nebenfluss der Donau zu gestalten. In hohem Grade inter-

essant sind die Flussgebiete der Save und der Theiß. Der obere Theil der Save gehört den Alpen, der mittlere dem Karste und der untere dem bosnisch-serbischen Berglande an. Innerhalb der Alpen sind die Verhältnisse in Bezug auf Niederschlagsmengen günstig, dann tritt die Karstformation mit allen schädlichen Attributen ein, welche sich in spärlichen Niederschlägen und zahllosen Gängen des zerklüfteten Felsbodens äußern. Einen bedeutenden Kraftzuwachs erhält jedoch die Save durch die bosnischen und serbischen Gebirge, denen die Una, der Urbas, die Bosna und die Drina entfließen. Das Gebiet dieser Flüsse ist ein wald- und wasserreiches Gebirgsland, dessen Effect auf den Savefluss ein so mächtiger ist, daß dieser trotz der schon oberhalb der Kulpamündung eintretenden Versumpfung mit einer Breite von nahezu 700 m bei Semlin in die Donau mündet. Ein noch größeres Nebenflussgebiet ist jenes der Theiß. Es ist mit seiner Lauffläche von über 1030 km und der großen Anzahl bedeutender Zuflüsse (Bodrog, Körös, Maros u. a.) im Kleinen, was das Gebiet der Donau im Großen ist.

Trotz der wesentlichen Verstärkung durch die eben genannten Flussgebiete und später noch durch das der Morava wird das Flussbett der Donau in seinem weiteren Laufe durch die bei 152 km langen Engen von Bazias bis zum Eisernen Thor auf eine minimale Breite bei häufig wechselnder Tiefe herabgedrückt. Die Erklärung hiefür liegt in den abnormen Bodenverhältnissen, welche den Strom zwingen, sich durch die felsigen Pforten der banatischen und serbischen Gebirge den Ausweg in das walachische Tiefland zu bahnen.

Wir haben geglaubt, den hydrographischen Verhältnissen des Stromgebietes in Transleithanien wegen des eigenthümlichen, durch wechselnde Situationen ausgezeichneten Charakters eine größere Aufmerksamkeit schenken zu sollen und gehen nun auf die Regulierungsarbeiten in den früheren Sectionen über, indem wir mit der ersten von Theben (Dévény) bis Radvány*) beginnen, welche die sogenannte obere Donau umfasst.

Die vor dem Anfange der einheitlichen Regulierung in dem Zeitraume von 1832—1880 ausgeführten Bauten betrafen die damals noch 130 km lange Strecke Theben—Neu-Szöny und bestanden in Uferschutzwerken, Absperrungen, Baggerungen, Leinpfaden und der Anlage eines Schutzdammes bei Engerau. Die genannten Werke wurden mittelst Bühnen hergestellt und kosteten rund 5,631.000 fl. Das System der Bühnen, welche überdies in großen Entfernungen von einander angelegt wurden, bewährte sich jedoch bei dem starken Gefälle und dem aus losem Kies bestehenden Material nicht, so daß sie weder auf die Verbesserung der Schiffahrt, noch auf die Beseitigung von Eisstopfungen einen nachhaltigen Einfluss nahmen.

Die Ausführung der auf einheitlichem Plane basirten Regulierung der oberen Donau erfolgte auf Grund der von den königlich ungarischen Flussämtern in Pressburg und Komorn im Jahre 1881 dem königlich ungarischen Communications-Ministerium vorgelegten Entwürfe und wurde unmittelbar nach der Vergebung der Arbeiten im August 1885 begonnen,**) mit der contractlichen Verpflichtung der Vollendung in längstens zwölf Jahren. Der Kostenanschlag beläuft sich auf die früher genannte Bausumme von 17 Millionen Gulden.

*) Wir entnehmen die wichtigsten Daten unseres Berichtes über diese Strecke dem uns von Herrn Rank, Ministerial-Ober-Ingenieur in Pressburg, freundlichst zur Verfügung gestellten Exposé.

**) Mit der Anordnung und Ueberwachung der Regulierungs-Arbeiten auf der oberen Donau sind die Bauämter in Pressburg und Komorn betraut, welche dem königl. ungar. Ackerbau-Ministerium direct unterstehen, jedoch in dringenden Fällen ermächtigt sind, die in Folge von Aenderungen des Flusslaufes oder anderer Umstände für nothwendig erkannten Modificationen der ursprünglichen Entwürfe selbstständig zu treffen und dem Unternehmer anzuordnen. Als solcher erscheint die Firma Popper Stefan & Naschauer Jacob, welche bei der am 31. August 1885 stattgefundenen öffentlichen Verhandlung ein Angebot mit 31% Nachlass machte und als billigster Offerent die Bauausführung erhielt.

Die 144 km lange Strecke befand sich auf fünf Sechstel ihres Laufes in einem äußerst verfallenen Zustande und galten als die bedenklichsten Punkte die Stellen zwischen Körtvélyes—Nagybodak*) von 11.5 km und Nagybodak—Remete von 4.5 km Länge, dann die unterhalb Pressburg bestandene sogenannte Lettenhaufen-Stromenge, welche bei jedem stärkeren Eisgange das städtische Gebiet mit Ueberschwemmung bedrohte u. a. m. Unter solchen Umständen handelte es sich bei dem Beginne der Arbeiten um die Regulirung solcher Strecken, an welchen es das Bedürfnis der Schifffahrt am meisten erheischte, um dann später erst zum methodischen und einheitlichen Vorgange zu schreiten. So wurde im ersten Jahre 1886 die dringendste Strecke Böös—Szap und im nächsten die von Böös aufwärts in Angriff genommen u. s. f., um dann erst im Jahre 1891 an die oberwähnte, von Körtvélyes bis Nagybodak, als die Verbindung der oberen und unteren Baustrücke, die Hand anzulegen.

Der uns zugewiesene Raum gestattet nicht, die in den einzelnen Theilstrecken seit 1886 bis heute vollführten Arbeiten zu beschreiben, wir können daher nur im Allgemeinen die Art und das System derselben angeben. Die wichtigsten Arbeiten bestanden in umfangreichen Baggerungen zur Erweiterung der sowohl für die Schifffahrt lästigen als auch beim Eisgange gefährdenden Stromengen, in der Absperrung unnöthiger oder von der Schifffahrt früher benützter Seitenarme behufs Concentrirung der Wassermenge in dem regulirten Strombette, in Parallelwerken zur Einengung von Ueberbreiten, in Durchstichen, endlich in Verlandungen todter oder aufgelassener Donauarme. Die Werke werden in reinem Steinbau nach den in den Profilen Fig. 10 für Uferschutzwerke, Fig. 11 für Parallelwerke, Fig. 12 für Absperr-

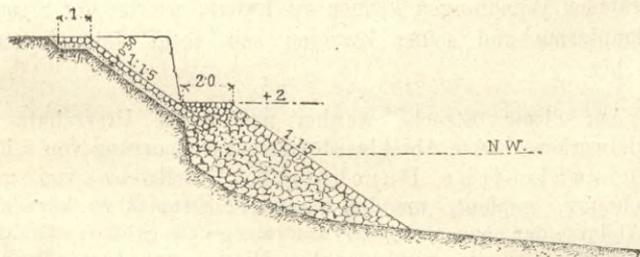


Fig. 10 (1:300).

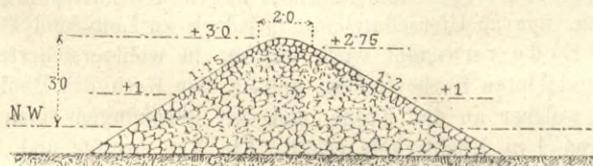


Fig. 11 (1:300).

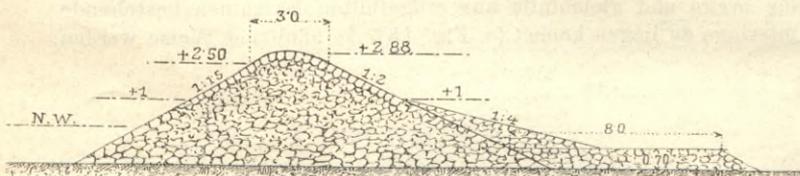


Fig. 12 (1:300).

dämme angegebenen Dimensionen ausgeführt. Die Verlandungen werden in großem Maße hergestellt und belaufen sich bis Ende 1892 auf 5,696.000 m³. Diese Cubatur ist aus den durch Trocken- aushebung und Baggerung gewonnenen, jedoch größtentheils aus

*) Diese in eine Unzahl von Armen und Rinnsalen verzweigte Strecke litt unter einem fortwährenden Wechsel des Stromstriches, so daß ein Dampfer bei der Bergfahrt dem vor wenig Tagen thalwärts eingeschlagenen Wege nicht mehr folgen, sondern einen neuen aufsuchen mußte. Ungezählte Male kam es vor, daß selbst bei niedrigem Mittelwasser 6—8 Dampfer einen halben bis einen Tag sich gegenseitig Hilfe leisten mußten, um den ganzen Convoi flott zu machen. Selbstverständlich, daß unter solchen Verhältnissen die Schifffahrt auf dieser mit Recht gefürchteten Stelle zahlreiche Havarien zu beklagen hatte.

solchen Schottermassen zusammengesetzt, welche der Strom durch die Stoßkraft des Wassers innerhalb sieben Jahren aus dem regulirten Strombette ausgewaschen und theils durch die künstlich gelassenen Oeffnungen, theils über die nur bis zum höheren Mittelwasser reichenden Steinwerke hinter die Regulirungslinien als Verlandung abgelagert hat.

Eine wichtige Frage bildete die Bestimmung der Normalbreiten in den einzelnen Theilen des neuen Strombettes. Diese wurden (abweichend von der im General-Projecte des Jahres 1881 enthaltenen Breite) während der Bauperiode successive bestimmt, und zwar auf Grund der fixirten Mittelwasserstände, der Abflussgeschwindigkeiten, der im Interesse der Schifffahrt angestrebten Wassertiefe und derjenigen Flussprofile, welche sich der Strom seinem Regime gemäß selbst geschaffen hat. Die ausgeführten Bauten wurden überall gegenüber denen des General-Projectes reducirt und variiren die Breiten von 300 bis 420 m. Die Fig. 13 und 14

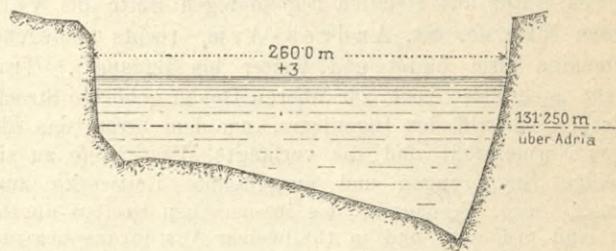


Fig. 13. Längen 1:5000, Höhen 1:500.

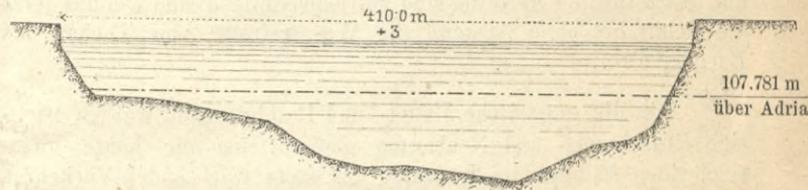


Fig. 14. Längen 1:5000, Höhen 1:500.

zeigen die Profile des neuen Strombettes, von denen das erste (260 m) in der Ausbildung begriffen und das zweite (410 m) vollendet ist.

Durchstiche wurden an den für zweckmäßig erkannten vier Stellen in der Länge von 0.4—5 km ausgeführt und verkürzten die Gesamtlänge des Stromstriches um 12.4 km.

Es erübrigt noch, der Arbeits-Kategorien zu gedenken, welche in der nun achtjährigen Baupoeche (1886 bis Ende 1893) zur Ausführung gelangt sind. Diese betragen an:

Baggerungen	5,610.000 m ³ ,
Erdarbeiten	681.000 m ³ ,
Steinarbeiten	2,582.000 m ³ ,
Pflasterungen	438.200 m ² .

Die zur Ausgabe gebrachte Summe beträgt 9,255.400 fl. Für das Jahr 1894 wird die Regulirung der Donau von Bajes bis unterhalb Gönyö, d. h. auf die Länge von 22 km, sammt den Ergänzungsarbeiten auf anderen Strecken fortgesetzt und außerdem die endgiltige Regulirung des oberen Theiles vom Wieselburger Arm begonnen. Ebenso ist hier längs des Armes ein hochfluthfreier Inundationsdamm aus Erde im Bau begriffen.

Die bis Ende 1897 noch rückständigen Arbeiten sind so vertheilt, daß die gesammte Regulirung noch innerhalb der contractlichen Baufrist von zwölf Jahren vollendet und nach dem Urtheil kompetenter Stimmen mehr geleistet werden wird als im Projecte von 1881 vorgesehen war.

Wir gelangen zur Beantwortung der Frage, betreffend den hydrotechnischen Erfolg der bis heute ausgeführten Arbeiten. Dieser Erfolg ist nach dem Urtheile kompetenter Stimmen aus den Schifffahrtskreisen ein günstiger und haben die bis nun beendigten Correctionen des Stromes in ihrem Einflusse auf die Ver-

besserung der Wasserstraße den gehegten Erwartungen entsprochen, so daß die früher mit Recht gefürchtete Strecke Pressburg—Gönyö nunmehr nahezu mit der gleichen Sicherheit befahren wird als die der niederösterreichischen Donau. Es ist somit die gewisse Aussicht vorhanden, daß nach der bis Ende 1897 eintretenden Vollendung der noch übrigen Bauten die Strecke Theben—Radvány zu den bestregulirten des mächtigen Stromes gezählt werden wird. *)

In unserem Berichte über die Regulirung der Donau im Bereiche Transleithaniens fortfahrend, werden wir, getreu unserem Eingangs erwähnten Programme, die in den currenten Strecken bis Orsova in Ausführung begriffenen Arbeiten kürzer behandeln, um mehr Raum für die, ein erhöhtes Interesse beanspruchende Correction der unteren Donau-Katarakte zu gewinnen. **)

Von Radvány abwärts bewegt sich der Strom in dem schon von Natur aus ziemlich regelmäßigen Bette bis Verőce, in dessen Nähe der St. Andrea-Arm, rechts abbiegend, die gleichnamige Insel bildet und weiter bis Budapest. Trotzdem erheischt auch diese noch zur oberen Donau gehörige Strecke den energischen Eingriff des Ingenieurs, um dem Strom das hier zuständige Normalprofil und die verlangte Wassertiefe zu sichern. Ausgiebige Baggerungen und ausgedehnte Leitwerke zur Verbesserung, resp. Verengung des in manchen Stellen überbreiten Bettes sind projectirt und in theilweiser Ausführung begriffen, so namentlich unterhalb Verőce und an der Ausmündung des St. Andrea-Armes in die große Donau. Die Resultate der bis nun hergestellten Arbeiten sind zufriedenstellend und benützt jetzt die Schifffahrt ohne Anstand die Wasserstraße von Theben bis Budapest.

Für die ungarische Haupt- und Residenzstadt werden wichtige Ergänzungs- und Neubauten geplant, um die heute unzureichenden Anlagen im Interesse des stets wachsenden Verkehrs und der Sicherung des städtischen Weichbildes gegen Wasser-

*) Wir müssen zur Ergänzung unseres bisherigen Berichtes über Ungarn noch nachtragen, daß das gegenwärtig in Ausführung befindliche Regierungsproject der Regulirung sich auf die in früheren Jahren hergestellten Bauwerke stützt und die von denselben angestrebte Trage des Strombettes adoptirt. Aeltere Bauten, deren hauptsächlichste Tendenz dahin gerichtet ist, durch Abbauung der Seitenarme ein gleichmäßiges, in gestreckten Curven sich bewegendes Flussprofil zu schaffen, finden sich in fast ununterbrochener Reihenfolge von Theben bis unterhalb Medve (also auf nahezu zwei Drittel der Strecke), von wo an die in Parallel- und Leitwerken bestehenden Neubauten beginnen und oberhalb Süttő, dann bei Nyerges-Ujfalu, bei Gran, zwischen Nagy-Maros und Verőce, dann bei Waitzen und endlich ober- und unterhalb Budapest in größerem Maßstabe ausgeführt werden. Aeltere Bauten finden sich unterhalb Radvány nur in vereinzeltem Maße, reichen aber trotzdem bis an das thalseitige Ende der ausgedehnten Czepele-Insel, längs welcher, sowie stromauf- und abwärts von Pest sie in größerem Maßstabe hergestellt worden sind.

**) Die nun folgenden Daten sind beinahe ausschließlich dem von dem königl. ungarischen Ackerbauminister herausgegebenen und dieses Jahr im Druck erschienenen Werke: „Az országos vízépítészeti és talajjavítási hivatal elöterjesztése a Közép-Duna szabályozása tárgyában“ (zu deutsch: Vorlage des staatlichen Wasserbau- und Bodenverbesserungs-Amtes betreffend die Regulirung der mittleren Donau) entlehnt. Dieses in Druck und Graphik ausgezeichnete Werk enthält neben hydrotechnischen Erhebungen und Daten allgemeiner Natur, eine detaillirte Beschreibung der projectirten Regulirungsbauten der Flussbauämter in Komorn, Budapest, Zombor, Neusatz und Weisskirchen, dann die Correctur der Pest-Ofner Strecke, Betrachtungen über die Bedeutung der Donau als internationale Wasserstraße und endlich die Winterhäfen. Zur Erläuterung des Textes dienen Situationspläne (im Maßstabe von 1:75.000) des gesammten Flusslaufes von Theben bis Alt-Moldova, sowie von dem Projecte eines Winterhafens bei Budapest in dem Soroksárer Donauarm. — Des ungarischen Idioms nur unvollständig mächtig, konnten wir leider nur in geringem Maße den sehr interessanten Inhalt des Werkes zur Vervollständigung unseres Berichtes verwenden. — Da heute die Kenntnis der ungarischen Sprache noch kaum über die Grenzen Transleithaniens gedrungen ist, so wäre es wünschenswerth, daß sowohl im Interesse der hydrotechnischen Wissenschaft, als auch zur größeren Verbreitung des auf diesem Gebiete in Ungarn geleisteten das officiële Werk in deutscher Uebersetzung veröffentlicht werden würde.

gefahr zu vervollständigen. Die Ergänzungsbauten betreffen den Schutz der Margarethen-Insel gegen den Eisgang, die Erhöhung der bestehenden Leitwerke zwischen der Insel und Neupest, sowie unterhalb der Eisenbahnbrücke, den Bau eines Treppenquais am Ofner Ufer u. a. m., deren Gesamtkosten sich auf mindestens 1 Million Gulden belaufen. Als ein für die Hauptstadt sehr wichtiger Neubau ist die Anlage eines großartigen Winter- und Schutzhafens im Soroksárer Donauarm geplant, welcher mit Vorhafen, Doppelschleuse, Zufahrtscanal u. a. versehen werden soll. Die mit Baggerungen in großem Maßstabe und kostspieligen Fundirungs-, sowie mechanischen Arbeiten verbundenen Bauten sollen einen Geldaufwand von 9—10 Millionen Gulden erheischen.

Unterhalb Budapest befindet sich die schon Eingangs erwähnte und bis Tolna reichende Strecke, welche früher von der Schifffahrt ebenso gefürchtet war wie die von Pressburg—Gönyö. Hier erscheinen nun in beinahe ununterbrochener Reihenfolge die projectirten Bauten, bestehend in Baggerungen und Leitwerken von großem Umfange. Das Bausystem ist das gleiche wie auf der oberen Donau zwischen Theben und Budapest und werden die Werke in reinem Steinbau ausgeführt.

Von Tolna an ändert der bisher in einem ziemlich gleichmäßigen Bette sich bewegende Strom seinen Charakter und zeigt bis Borrovo (unterhalb der Draumündung) das Bild eines zerrissenen, in geradezu schlangenartigen Krümmungen getheilten Laufes. Es ist höchst interessant, diesen Lauf auf den das obgenannte Druckwerk begleitenden Situationsplänen (1:75.000) zu verfolgen und ihn mit der eingezeichneten Huszár'schen Aufnahme vom Jahre 1830 zu vergleichen, um die merkwürdigen und rapiden Wandlungen kennen zu lernen, welche der Stromlauf im Hauptarme und seinen Zweigen seit sechs Jahrzehnten erlitten hat.

Auf dieser Strecke werden nun außer Uferschutz- und Parallelwerken, sowie Abschlussdämmen zur Sperrung von seichten Armen zahlreiche Durchstiche, theilweise von großer Ausdehnung, geplant, um den Lauf des Stromes zu kürzen und dem Abflusse der concentrirten Wassermenge ein größeres Gefälle zu bieten. Das für die erstgenannten Werke zur Anwendung gelangende Bausystem ist jedoch von dem auf der oberen Donau insoweit verschieden, als das Steinmaterial, wegen der kostspieligen Beschaffung, nur zu Uferschutzbauten, jedoch zu Leit- und Parallelwerken Erde verwendet wird, welche, in wohlversicherten, aus Reisig gebildeten Korbeylindern gefüllt, den Kern des Baukörpers bildet, welcher an der Krone und den Böschungen einen Steinbelag von 1 m Mächtigkeit erhält. Ein 3 m breiter und 1:1½ geböschter Grundwurf, ebenfalls aus Bruchsteinen, schützt an der Stromseite den Fuß des Werkes, welches in seiner Gänze auf eine breite und gleichfalls aus erdgefüllten Faschinen bestehende Unterlage zu liegen kommt (s. Fig. 15). In ähnlicher Weise werden

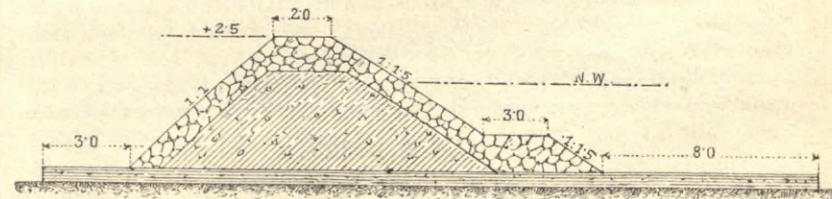


Fig. 15 (1:300).

auch die Absperrdämme hergestellt. Nur functioniren sie als Grunddämme bis zur Höhe von 4 m unter Null und werden erst nach Eröffnung des dazu gehörigen Durchstiches auf die Normalhöhe gebracht (s. Fig. 16).

Die Herstellung der Durchstiche erfolgt in der Weise, daß eine 50—80 m breite Rinne für das künftige Bett im Trockenem gebaggert und im passenden Momente der stromaufwärts stehen gebliebene Damm durchbrochen wird. Nun beginnt die Stoßkraft des Wassers ihre Arbeit, um das Bett nach beiden Seiten bis zur Normalbreite zu erweitern. Die Versicherung der Ufer in dem

bereits vollständig ausgebildeten Durchstiche findet statt, wenn der Abbruch bis zur Kante vorgerückt ist. Es werden dann Stein- oder Kies-Senkfaschinen als Grundwurf vorgelegt, das

lage sowohl bei dem einen als bei dem anderen Systeme consequent beibehalten wird. Die Anordnung der Korbeylinder, welche entweder nur mit Erde oder mit Erde und Steinen gefüllt sind,

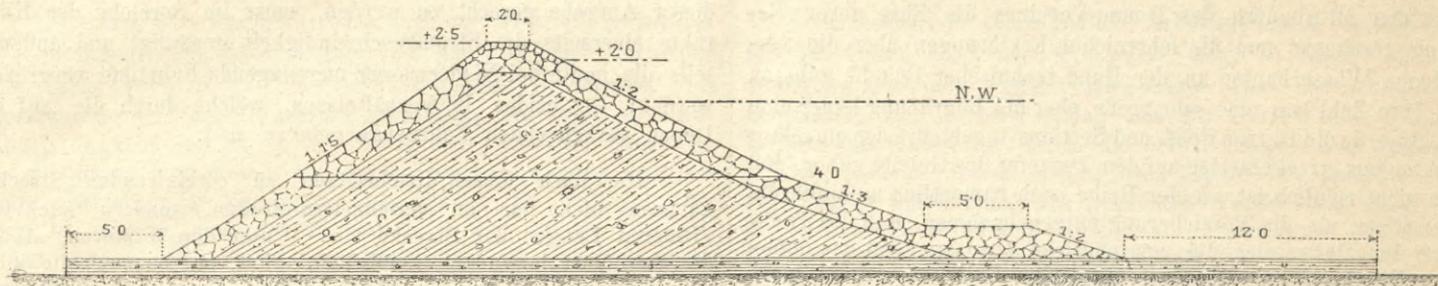


Fig. 16 (1:400).

Ufer abgebösch, dessen Befestigung durch Abpflastern bis zur Höhe von 0.30 m über Mittelwasser vorgenommen. Ueber diese Höhe dienen zum Schutze des Ufers Rasendecken.

Die Uferleinbrüche in den ausgebildeten Durchstichen haben in der letzten Zeit so rasch stattgefunden, daß mit ihrer Deckung auf gewöhnliche Weise nicht mehr gefolgt werden konnte. Da namentlich diese auch zu Zeiten höherer Wasserstände eintreten, bei welchen die Materialbeschaffung sehr schwierig ist, so werden an Stellen, welche einen baldigen Abbruch bis zur Normallinie (die angestrebten Uferlinien des erweiterten Bettes) voraussehen

ist aus Fig. 17 ersichtlich. Dort, wo das Steinmaterial zu kostspielig ist, werden die Absperrdämme nur aus abgepfälten Faschinen hergestellt, ohne mit einer schützenden Steinlage bedeckt zu werden, wie aus Fig. 18 erhellt.

Die Corrections-Arbeiten auf der mittleren Donau sind seit drei Jahren, wenn wir nicht irren, an den nothwendigsten Punkten begonnen und mehrere bedeutende Werke vollendet worden. Die bisher erzielten Resultate werden von den leitenden und ausführenden Organen als zufriedenstellend bezeichnet, und die Schifffahrt-Beflissenen bestätigen, daß die früher bösen Partien von Budapest bis Tolna sich wesentlich gebessert haben. Es ist demnach zu hoffen, daß die auf den anderen Strecken thalwärts in Ausführung begriffenen und noch ferner geplanten Anlagen und Correctionswerke gleichfalls ihrem Zwecke entsprechen werden, was allerdings erst nach der gänzlichen Vollendung der Arbeiten mit Bestimmtheit constatirt werden kann. Es bleibt übrigens abzuwarten, welche Resultate mit den in großer Zahl projectirten Durchstichen und mit den Erdfaschinen bezüglich ihrer Dauerhaftigkeit werden erzielt werden.

Wir haben noch über die von der Schifffahrt verlangten Umschlagplätze und Winterhäfen zu berichten. Von ersteren ist nicht viel zu sehen und beschränken sich deren Anlagen auf die größeren Stationen, als Pressburg, Gran, Budapest und einige kleineren Orte der mittleren Donau, auf welchen jedoch eine rationelle Verbindung zwischen Strom und Schiene fehlt, wie solche beispielsweise seit Jahren in Regens-

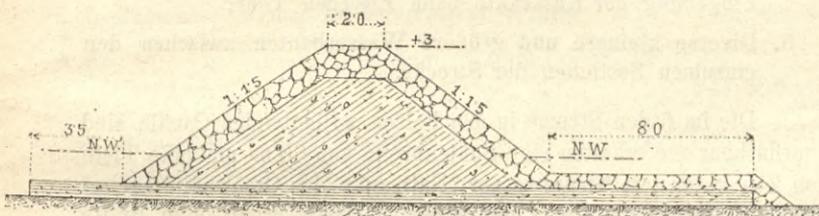


Fig. 17 (1:300).

lassen, hohe Steinhaufen, sogenannte Steinschlaufen aufgesetzt, deren Steine beim Abbruch des Ufers abrollen und einen vorläufig genügenden Schutz gegen weiteren Abbruch bilden. Die Regulierung und Verstärkung dieser Steindecken sowie die Abböschung des Ufers und die Belegung desselben mit Rasen erfolgt dann später.

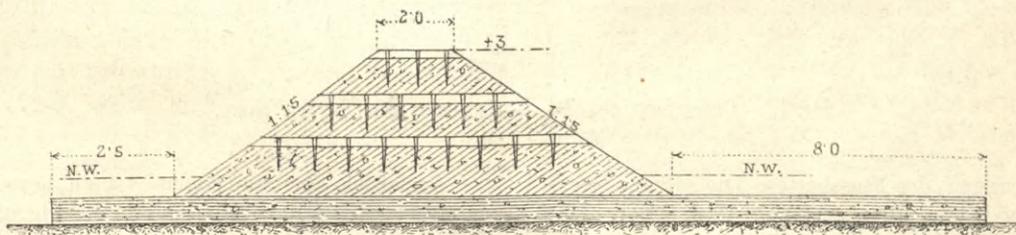


Fig. 18 (1:200).

Von Borrovo an zieht sich der Strom in einem mehr concentrirten Bette fort, zeigt jedoch eine ausgesprochene Neigung zu Inselbildungen, welche namentlich bei Peterwardein, unterhalb Karlowitz und bei Semlin größere Dimensionen annehmen. Dieser Charakter der Inselbildung findet sich auch von Belgrad weiter bis Alt-Moldova vor, wo der Strom in das von beiden Seiten durch Gebirgsausläufe eingeeengte Thal tritt und die bekannten Katarakte der unteren Donau bildet, über welche unten ausführlich berichtet werden wird.

Auf der soeben skizzirten Strecke von Borrovo bis Alt-Moldova kommen häufig, mittelst Traversen an das Ufer gelehnte, Staudämme behufs Einengung des überbreiten Strombettes, ferner Uferdeck- und Leitwerke von größerer Ausdehnung vor. Die Ausführung dieser Werke geschieht nur zu geringerem Theile im Steinbau nach den früher vorgeführten Typen, hauptsächlich im Faschinenbau, wobei jedoch die früher erwähnte Unter-

burg und Passau besteht. Ueber die Winterhäfen kann Besseres berichtet werden, wenigstens was deren Zahl betrifft. So gibt es deren auf der oberen Strecke bei Komorn, bei Gran und Budapest, dann ferner auf der mittleren Strecke bei Apatin, bei Cserevics, bei der Savemündung und bei Pancsova. Jedoch sind alle, mit Ausnahme von Budapest, nur Nothhäfen und die meisten der Versandung ausgesetzt, so daß die Frage der in moderner Weise eingerichteten Winterhäfen eine dringende geworden ist. Die Wichtigkeit dieser Frage wird auch vollständig von der ungarischen Regierung anerkannt und beabsichtigt dieselbe, drei große Winterhäfen, einen in Pressburg für die obere, einen in Budapest für die mittlere und einen in Orsova für die untere Donaustrecke anzulegen und mit allen von der heutigen Schifffahrt geforderten Attributen auszurüsten.

Zum Schlusse des Berichtes über die Regulierungsarbeiten auf der currenten Strecke der Donau von Theben bis Orsova

richten wir warm empfundene Worte des Dankes an die geehrten Vertreter des königlich ungarischen Ackerbau-Ministeriums und die werthen Collegen vom Baufache in den einzelnen Sectionen, welche den Mitgliedern des Donau-Vereines die Ehre ihrer Begleitung geschenkt und die lehrreichen Erklärungen über die verschiedenen Wasserbauten an der Hand technischer Behelfe geboten haben. Ihre Zahl war eine sehr große, aber die Begrüßung leider eine so flüchtige, da die Herren Chefs und Sections-Ingenieurs der einzelnen Bauämter uns streckenweise auf dem Dampfer das Geleite gaben, daß es uns nicht möglich ist, sie der Reihe nach namentlich aufzuführen. Dafür mögen sie die Versicherung entgegennehmen, daß die Theilnehmer der Donaureise die unermüdliche Ausdauer und das opferwillige Entgegenkommen ihrer ungarischen Collegen stets in dankbarer Erinnerung behalten werden. Ein besonderer Dank sei aber den Herren gesendet, welche so freundlich waren, uns das Opfer der steten Begleitung auf der ganzen Strecke zu bringen. Es waren dies, wenn wir uns recht erinnern, die Herren Koloman von Kenessey, Ober-Inspector der königlich ungarischen General-Inspection, Zsák, königlich ungarischer Baurath, beide in Budapest, und Rudolf Rank, königlich ungarischer Ministerial-Ober-Ingenieur in Pressburg.

Wir gelangen nun zur letzten Section des in der Regulirung begriffenen Stromlaufes. Es ist die Section der unteren Donau, zwischen Alt-Moldova und Turn-Severin, welche auf der circa 136 km langen Strecke die unter dem Collectiv-Namen „Das eiserne Thor“ bekannten Katarakte umfaßt. Die hier in Ausführung befindlichen Arbeiten erwecken das hervorragendste Interesse des Wasserbau-Technikers, weil sie sich mit der Lösung eines besonders schwierigen und bei anderen Flusscorrectionen unter gleichen Umständen nicht vorgekommenen Problems beschäftigen. Es ist das Problem der submarinen Massenerstörung von felsigem Untergrund.

Die charakteristischen Merkmale des grossen Durchbruches der Donau durch das Banater Gebirge bestehen in einer sehr variablen Tiefe, in einem äusserst unregelmässigen Gefälle und

Stromes, bildet die Aufgabe der Corrections-Arbeiten, welche am 15. September 1891 in Gegenwart des seither verstorbenen Handelsministers Herrn v. Baross feierlich eröffnet wurden. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, muss im Bereiche der Katarakte einerseits die Stromgeschwindigkeit gemässigt und andererseits die heute bei Niederwasser ungenügende Fahrtiefe vergrößert werden; — beides in Verhältnissen, welche durch die auf der Donau verkehrenden Fahrzeuge geboten sind.

Die nach diesen Grundsätzen zu corrigirenden Strecken kommen nicht nur an vereinzelt Stellen, sondern auch auf größeren Längen der Strecke vor. Unter den letzteren, als für die Schifffahrt besonders gefährlich, sind zu nennen die unter dem Namen Stenka, Kozla, Izlas, Jucz und Eisernes Thor bekannten Stromschnellen.*) Die auf die Regulirung dieser Strecken bezüglichen Arbeiten sind sehr bedeutend und bestehen der Wesenheit in folgenden Herstellungen:

1. Vier im offenen Strome einzuschneidende Schifffahrts-Canäle, und zwar bei Stenka, Kozla-Dojke, Izlas-Tachtalia-Greben und bei Jucz.
2. Theilweise Abgrabung der Bergspitze bei Greben.
3. Errichtung von zwei Staudämmen, und zwar von Greben bis Milanovacz, dann von Jucz bis Kolubinje.
4. Anlage eines durch hochwasserfreie Dämme begrenzten Schifffahrts-Canales längs des rechtsseitigen Ufers behufs Umgehung der Katarakte beim Eisernen Thor.
5. Diverse kleinere und größere Wasserbauten zwischen den einzelnen Sectionen der Strecke.

Die im freien Strome in den Felsen zu bettenden Canäle sind überfluthbar und erhalten eine Sohlenbreite von 60 m und eine Tiefe von 2 m unter dem Niederwasser (Nullpunkt des Orsovaer Pegels.) Der hochwasserfreie Canal am Eisernen Thor erhält eine Breite an der Nullwasserlinie von 80 m und eine Tiefe von 3 m.**) Querschnitt und Dimensionen der den Canal einschließenden Dämme, welche ganz in Stein ausgeführt werden, sind aus Fig. 19 ersichtlich.

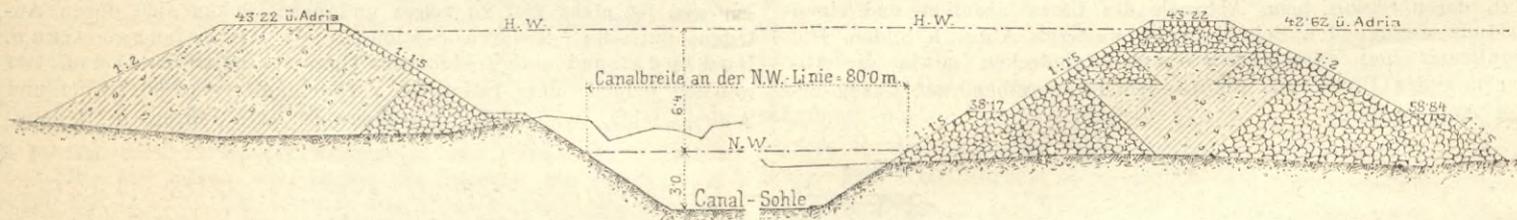


Fig. 19. Querschnitt des Schifffahrtscanales am Eisernen Thore.
Maßstab 1:400.

in einer bedeutenden Einengung des Flussbettes. Die hieraus resultirenden Uebelstände gipfeln in einer geringen Wassertiefe (bis zu 0,80 m), in einer großen Stromgeschwindigkeit (4–5 m pro Secunde), endlich in den außerordentlich raschen Schwankungen des Wasserspiegels (binnen 48^h fällt und steigt das Niveau um 5–6 m). Diese für die Schifffahrt höchst ungünstigen Verhältnisse machen die Befahrung der unteren Donau nicht nur zu einer von beständigen Havarien bedrohten, sondern gestalten dieselbe auch zu einem empfindlichen Verkehrshindernisse bei Niederwasser. Der Betrieb wird dann von einer besonderen Gattung Fahrzeugen mit geringerer Tauchtiefe und Ladung für Personen und Waaren besorgt, von denen die ersten umsteigen und die anderen umgeladen werden müssen. Ja bei außergewöhnlichem Niederwasser erleidet der Betrieb sogar Stillstandsepochen, in welchen ein ganz großer Schiffspark mit seiner kostspieligen Ausrüstung an Besatzung und Material während mehr oder weniger langer Zeit zur vollständigen Unthätigkeit verurtheilt wird (so geschehen z. B. im October 1890).

Diese Hindernisse, welche einen regelmäßigen Schifffahrtsbetrieb unmöglich machen, zu beseitigen, d. h. die gleich günstigen Fahrbedingungen zu schaffen, wie in den regulirten Theilen des

Bezüglich der Staudämme ist zu bemerken, daß der erste (von Greben bis Milanovacz) durch die eigenthümlichen Stromverhältnisse der gedachten Strecke bedingt ist. Das Profil des Donaubettes oberhalb Greben besitzt nämlich die durchschnittliche Breite von 700 m, verengt sich bei Greben auf 425 m und verbreitert sich sogleich unterhalb dieses Ortes auf 1400 m, so daß hier

*) Ausführlicheres über Situation und Anlage der Canäle siehe „Wochenschrift“ 1890, Seite 287 u. ff.

**) Die Tiefe für den Canal am Eisernen Thor betrug ursprünglich auch nur 2 m, wurde jedoch nachträglich auf 3 m erhöht. Diese Thatsache gereicht dem Verfasser des Berichtes zu umso größerer Befriedigung, als derselbe schon im Jahre 1890, gelegentlich einer Kritik des officiellen Bedingnisheftes für die Arbeiten am Eisernen Thor, auf die Nothwendigkeit hingewiesen hat, daß mit Rücksicht auf den internationalen Charakter des Stromes die Tiefe von 2 m umso weniger genügend sei, als die an dem Main-Frankfurter-Canal ursprünglich mit 2 m bemessene Tiefe bald um 0,50 m erhöht, und bei der Canalisirung der Seine zwischen Paris und Rouen die vor einem Jahrzehnt bestandene Tiefe von 2 auf 3,20 m gebracht worden sei (siehe „Die Wasserstraße“ vom 1. März 1890, Nr. 17). Schreiber dieses ist der Meinung, daß in nicht allzu ferner Zeit die Fahrtiefe auf der ganzen Strecke zwischen Alt-Moldova und Orsova bis 3 m erhöht werden müsse, da diese Tiefencôte auf dem gesammten Laufe von Regensburg bis an die rumänische Grenze angestrebt wird.

insbesondere bei Hochwasser ein bedeutender Wassersturz entsteht, welcher von den bergfahrenden Schiffen nur schwer bewältigt werden kann.

Ueberdies ist zwischen Greben und der Ortschaft Swynicza auf eine Länge von 1900 m die von der Schifffahrt verlangte Tiefe nicht vorhanden. Um diese doppelten Hindernisse des Wassersturzes und der Untiefe zu beseitigen, ist neben der Abgrabung der Grebenspitze in der Breite von 150 m die Erbauung des erwähnten Staudammes in einer Länge von circa 6200 m behufs entsprechender Verengung des Donaubettes geplant. Der Damm ist mittelst mehrerer Traversen an das seichte Ufer gebunden, um die Verlandung der abgesperrten Fläche zu bewerkstelligen.

Der zweite, unterhalb Jucz projectirte Staudamm hat eine Länge von 3030 m und bezweckt, das Profil des Stromes auf circa 350 m zu verengern und das Gefälle zu vermindern, nachdem das außerordentliche Gefälle von Jucz durch die Vertiefung der Felssohle in genügender Weise nicht behoben werden kann.

Beide Dämme werden in Steinwurf hergestellt und deren Kronen (3 m breit), sowie Böschungen abgepflastert. Letztere erhalten Neigungen von 1:1, von 1:1.5 und von 1:2, je nach den Bedürfnissen der örtlichen Lage.

Die Ausführung der genannten Werke erheischt nachstehende Menge der einzelnen Arbeitsgattungen:*)

1. Felsenbeseitigung im strömenden Wasser . . .	176.900 m ³
2. " " stillen Wasser oder im Trockenen	247.300 m ³
3. Erzeugung und Verwendung von Anschüttungs- und Steinwurfs-Material	1,300.000 m ³
4. Pflasterungen der Dämme und Ufer	90.000 m ²

Der Vollendungstermin für sämtliche übernommene Arbeiten ist der 31. December 1895. Die Vergebung der Arbeiten erfolgte an ein Consortium, bestehend aus der Berliner Discobank, sowie den Herren Hugo Luther (Maschinenfabrik in Braunschweig) und Betriebsdirector Julius Hajdu. Letzterer ist jedoch vor zwei Jahren aus dem Consortium geschieden.

Jeder Fachmann wird bei Prüfung obiger Ziffern sofort erkennen, daß es sich hier um hydrotechnische Leistungen ersten Ranges handelt, welche noch durch den Umstand an Bedeutung gewinnen, daß unter gleich schwierigen Verhältnissen submarine Felsvertiefungen weder in Europa noch jenseits des Oceans zur Ausführung gelangt sind. Kommt noch dazu der verhältnismäßig sehr kurze Bauperioden von 4½ Jahren. Bringt man von diesen nur 6 Monate für vorbereitende Arbeiten und Construction der Baumaschinen in Abzug und rechnet man pro Jahr 8 Monate (im Winter kann bei normalen Verhältnissen nicht gearbeitet werden) zu 22 Arbeitstagen von 16 Stunden (also mit Nacharbeit), so findet man eine Leistung pro Stunde:

a) für die Felsenbeseitigung im strömenden Wasser (Canäle der vier Katarakte)	von 15.70 m ³
b) für die Felsenbeseitigung im ruhigen Wasser oder im Trockenen (Canal des Eisernen Thores) "	21.95 m ³
c) für Erzeugung von Anschüttungs-, Steinwurfs- und Pflaster-Material (Staudämme u. Traversen) "	118.60 m ³

Scheiden wir diese Leistungen nach Arbeits-Kategorien, so finden wir eine solche:

*) Nachstehende Ausmaße sind der gelegentlich der Vergebung der Arbeiten erschienenen Denkschrift über die Regulirung der unteren Donau-Katarakte entnommen, dürften jedoch in Folge der auf 3 m erhöhten Wassertiefe des Canals am Eisernen Thor, sowie anderer Mehrarbeiten um 10—15% erhöht worden sein. Ein Auszug aus dem Bedingnisheft ist in der „Wochenschrift“ 1890, S. 41, veröffentlicht.

für Felsenbeseitigung in den Canälen von 37.65 m³

„ Materialbeschaffung für Dämme und Traversen „ 118.60 m³

So bedeutend das stündliche Arbeitsquantum von 118.60 m³ auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so bildet dessen Bewältigung doch den weniger schwierigen Theil der Aufgabe, da Gewinnung und Herbeischaffung des für Dämme und Traversen benötigten Materiales durch die örtliche Lage sehr begünstigt werden, welche dessen Zufuhr vom Lande aus gestattet. Die regelmäßige Entwicklung der genannten Werke kann daher durch die genügende Eröffnung ausgiebiger Steinbrüche und zweckmäßige Benützung von Schleppbahnen um so sicherer erzielt werden, als hier die schädlichen Einflüsse der klimatischen und Stromverhältnisse sich weniger geltend machen können, als bei den submarinen Arbeiten.

Hier handelte es sich in erster Linie um die Feststellung der Methoden, welche zur Vertiefung des felsigen Strombettes in fließendem, wie in ruhigem Wasser zur Anwendung kommen sollten. Diese Frage hat seit Jahren die Ingenieure und die Regierung Ungarns beschäftigt. Letztere beabsichtigte anfänglich, die gedachten Arbeiten mit den als zweckmäßig erkannten Apparaten in eigener Regie auszuführen oder wenigstens dem Unternehmer vorzuschreiben. Nachdem jedoch die zu diesem Behufe angestellten Versuche nicht befriedigende Resultate ergaben und die ausgeschriebene Preisbewerbung zu keinem positiven Ergebnisse geführt hatte, entschloss sich die Regierung, die Wahl der anzuwendenden Methoden dem Ermessen der Unternehmung zu überlassen.

Diese befand sich in nicht geringer Verlegenheit, da sie bei den anerkannt niedrigen Preisen der Vergebung und der Kürze des Bauperioden gezwungen war, das Vollendetste auf dem Gebiete der submarinen Felsvertiefungen einzuführen, um Zeit wie Geld zu sparen. Die Arbeiten am Rhein bei Bingen, am Lorenzostrome und im Hafen von Buffalo, endlich am Suez-Canale wurden besichtigt, um Ideen für Verfahrensweisen und Bau der an der unteren Donau anzuwendenden Apparate zu sammeln. Die am Rhein übliche Methode der Taucherglocke zur Herstellung der Bohrlöcher konnte der geringen Wassertiefe und der großen Stromgeschwindigkeit wegen bei den Katarakten keine Anwendung finden. Wohl eigneten sich aber die in Amerika und Aegypten benützten Werkzeug-Maschinen zu der fraglichen Arbeit, erheischten jedoch wesentliche, den veränderten Verhältnissen angepasste Modificationen. Die den eingeführten Verfahrensweisen zu Grunde liegenden Apparate sind principiell verschieden, da die ersten die Vertiefung des felsigen Bodens durch Sprengen und die anderen durch Zertrümmern bewerkstelligen. Es ist interessant, die Construction und Wirkungsweise dieser Apparate mit einander zu vergleichen, sowie die Versuche zu verfolgen, welche die Unternehmung mit denselben angestellt hat.)*

Daß am Eisernen Thore in derselben primitiven Weise vorgegangen werde, wie am Struden, war im vorhinein schon ausgeschlossen. Die Beschränkung der Arbeitszeit auf die Wintermonate und die Anwendung des Schlag- und Bohrsystemes hätten das zu bewältigende Quantum der submarinen Sprengungen auch in der doppelten Anzahl Baujahre nicht bezwingen können, weil durch die Handbohrung nur enge Bohrlöcher (45 mm) für kleine Sprengladungen hergestellt werden und diese Arbeit nicht nur höchst mühsam, sondern auch auf den niederen Wasserstand (bis 1.50 m) beschränkt ist. An die Stelle der Handbohrung musste die Maschinenbohrung treten, um nicht nur weite Bohrlöcher zur Aufnahme größerer Ladungen zu erzielen, sondern dieselben auch in kürzerer Zeit und selbst bei hohem Wasserstande ausführen zu können. Bei dem maschinellen Betriebe muss jedoch die Bohrmaschine äußerst feststehen, weil sonst ein centrales Bohren unmöglich wird. Da hiezu die bisher bewährten schwimmenden Gerüste nicht mehr ausreichten, trachtete man das Feststellen der Bohr-

*) Ueber die mit dem Thunhart'schen Felsenbrecher und Felsenbohrer bei Jucz durchgeführten Versuche, s. „Zeitschrift“ 1891, S. 147.

maschinen auf andere Weise zu erzielen. So gelangte man zu den solid construirten und mittelst Füßen auf den Flussgrund gestützten Bohrschiffen, von denen das französische und amerikanische als die vornehmsten Typen der modernen Bohrtechnik gelten können.

Das französische Bohrschiff (System Fontan und Tedesco, siehe Fig. 20 *), wurde am Panama-Canal verwendet und

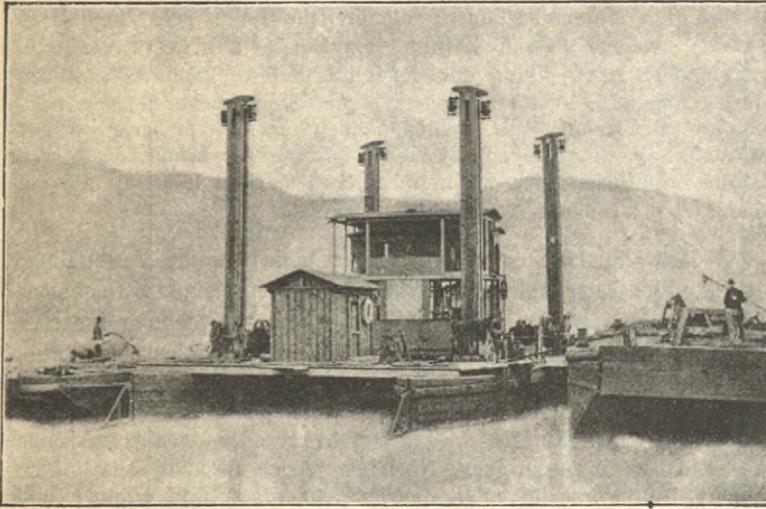


Fig. 20. Französisches Bohrschiff.

besteht der Wesenheit nach aus zwei gekuppelten Booten, welche in dem sie trennenden Zwischenraume von 12 m ein bewegliches, auf Schienen laufendes Gerüst tragen. An diesem Gerüste sind fünf mittelst einer durchlaufenden Transmission (durch Dampf) bewegte Bohrmaschinen befestigt, welche Bohrlöcher von 80 mm Durchmesser bis auf die Tiefe von 3 m zu machen im Stande sind. Die in Röhren zum Schutze gegen den Wasserdruck eingeschlossenen Bohrstangen haben eine abwärts fortschreitende Rotations-Bewegung, welche automatisch unter der Wirkung des Eigengewichtes und einer regulirbaren Ueberlastung erfolgt. Die aus mehreren Theilen zusammengesetzte Stange hat einen hohlen Querschnitt, um dem Druckwasserstrahl zur Entfernung des Bohrmehles den Durchgang zu gestatten und wird am Ende mit einem Bohrkopf armirt, welcher je nach Beschaffenheit des Gesteines ein Stahlbohrer, ein Kreuzbohrer aus schwarzen Diamanten oder ein Bohrmeißel sein kann.

Da das die Bohrmaschinen tragende Gerüste auf Schienen läuft, so ist es verschiebbar und gestattet mehrere Reihen von je fünf Bohrlöchern von einem Standpunkte aus zu machen, so daß nach Schluss der Tagesarbeit die mit Dynamit geladenen Minen von Land gezündet werden können, ohne das zeitraubende Abschwenken und Wiederaufstellen des ganzen schwerfälligen Apparates.

Das amerikanische Bohrschiff (nach den Plänen des englischen Ingenieurs Gilbert, siehe Fig. 21), besteht der Wesenheit nach aus einem stark gebauten, ebenfalls mittelst vier Füßen auf der Flusssohle ruhenden Prahme, in dessen rückwärtigem Theile vier Schlitze im Abstände von 1.35 m von einander angeordnet sind, in welchen die mit ihren Schutzvorrichtungen eingesetzten verstellbaren Bohrer mittelst Dampf gehandhabt werden. Diese sind stählerne, massive Kronenbohrer und bestehen der Länge nach aus mehreren Stücken, um den verschiedenen Wasser- und Bohrtiefen angepasst zu werden. Als Bewegungs-Mechanismen functioniren Ingersoll'sche Bohrmaschinen. Stützen dienen zur Führung der Bohrer und verhindern das seitliche Verschieben derselben in Folge des Wasserdruckes. Das Bohrmehl wird durch einen Druckwasserstrahl mit Hilfe eines Spülrohres beseitigt, welches nach Entfernung des

*) Die nachfolgenden Abbildungen der verschiedenen Apparate sind den fotografischen Aufnahmen der Firma: G. Hutterer in Orsova entnommen.

Bohrers bis auf den Boden des Loches eingesetzt wird. Die mittelst Röhren in das Bohrloch eingeführten Dynamitpatronen werden von Land elektrisch gezündet.

Wie ersichtlich, differiren die vorgeführten Systeme wesentlich, und zwar sowohl in Beziehung auf die Armirung der Schiffskörper, als auch auf die Construction der Bohrwerkzeuge. Die mit beiden gemachten Versuche führten zur Erkenntnis der Superiorität des amerikanischen Bohrschiffes, welchem wegen der größeren Stabilität und der leichteren Manöverfähigkeit des Schiffskörpers, der sichereren Führung und erhöhten Widerstandsfähigkeit der Bohrer*) sowie anderer Vortheile wegen der Vorzug gegeben wurde. Jedoch wurde das amerikanische Bohrschiff nicht in der beschriebenen Construction verwendet, sondern fortwährenden Studien und wesentlichen Verbesserungen unterzogen, welche mit einem großen Aufwande von Kosten und leider auch mit beklagenswerthen Verlusten an Menschenleben erkaufte wurden.

Eine in der Sprengtechnik wichtige Principienfrage kam hierbei zur Entscheidung und galt der Lösung des Problems, ob Flächen- oder Reihensprengung für den raschen und ökonomischen Gang der Arbeiten vortheilhafter sei. Die Unternehmung scheint sich für die letztere entschieden zu haben,**) da sie eben einen colossalen, nach amerikanischem Muster gebauten Apparat mit einem Kostenaufwande von über 250.000 fl. fertiggestellt hat.

Dieses in außergewöhnlichen Verhältnissen erbaute Schiff besteht der Wesenheit nach aus einem eisernen Ponton von 37.5 m Länge und 15 m Breite, welcher an der Langseite 11 Stück Patent-Bohrmaschinen trägt und auf vier Füßen (schmiedeeiserne Röhre von 400 mm Durchmesser) aufrucht, zu deren Ergänzung noch vier hölzerne Hilfsfüße vorgesehen sind, so daß der Ponton nöthigenfalls auf acht Punkten unterstützt werden kann. Diese Vorsicht ist umso gebotener, als das Eigengewicht

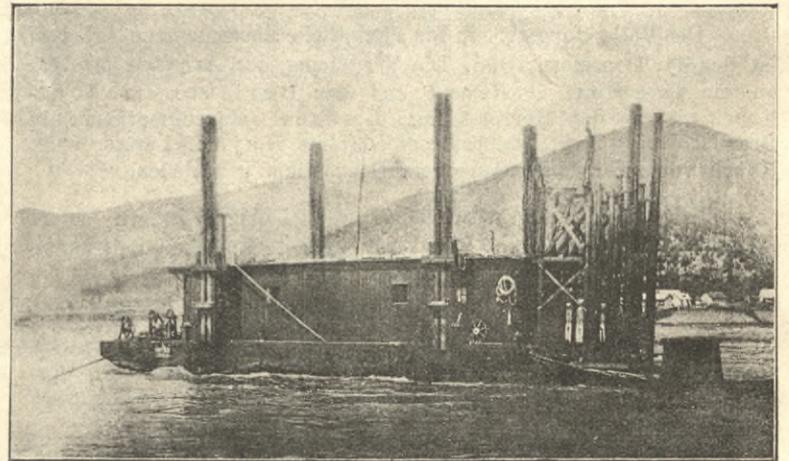


Fig. 21. Amerikanisches Bohrschiff.

des Schiffes sammt maritimer und mechanischer Ausrüstung gegen 800 t beträgt. Die erstere besteht aus englischen Ketten (von

*) Der Stoßbohrer bewährte sich mit Rücksicht auf die nicht homogene Bodenbeschaffenheit besser als die Rotationsbohrer, deren Stahlkegel sich rasch abnützte und verbog und selbst die eingesetzte Diamantkrone verlor ihre Spitze. Die Flusssohle besteht nämlich aus zerklüftetem, mit Kiesschichten durchsetztem Felsboden von verschiedener Mächtigkeit. Das Gestein ist der Hauptsache nach ein spröder, harter Kalkstein, welcher mit Calcitadern durchsetzt und gewöhnlich unter 60° gegen den Horizont geneigt ist. Diese Natur des Gesteines findet sich speciell beim Eisernen Thor vor, während dasselbe in Schichten aus Granit bei Stenko und aus Serpentin bei Jucz vorkommt. Diese Schichten besitzen eine Mächtigkeit von 0.40—0.80 m.

***) Auch der in der Sprengtechnik sich des besten Rufes erfreuende k. u. k. Genie-Oberst (jetzt Brigadier) J. Lauer weist in seiner „Methode zur Zerstörung von Felsen in Flüssen“ (Wien 1892, Spielhagen & Schurich) auf die wichtigen Vortheile des schichtenweisen Absprengens hin, welche dadurch geboten werden, daß die Verspannung des Gesteines nach einer Seite aufgehoben ist.

1 und $\frac{3}{4}$ " engl.) zum Verankern und Laviren des Fahrzeuges sammt Leitrollen und Dampfwinden, sowie einer Centrifugalpumpe zum Ausheben des Sickerwassers. Die maschinelle Installation begreift in sich einen beweglichen Bohrwagen, welcher die Bohrmaschine sammt Bohrer in der Längsrichtung des Schiffes von 1,5 zu 1,5 m verschieben kann, die hydraulischen und Dampfmaschinen zum Betriebe der Winden, der Füße und der Bohrstangen (Differential-Hochdruckdampfmaschine sammt Accumulator für 50 bis 60 Atm. Druck), eine Dynamo-Maschine für Zündung der Bohrminen und elektrische Beleuchtung bei Nacharbeit, eine complete Reparaturs-Werkstätte und andere Einrichtungen verschiedener Art.

Der Arbeitsvorgang mit diesem Riesenwerkzeuge dürfte ungefähr folgender sein: Der Ponton wird zur Sprengstelle geschafft und mit dem Bug nach bergwärts durch Verankerung der Kette (mit Dampf) und Aufstimmung der Füße (hydraulisch) fixirt. Nun beginnt der Bohrwagen seine Arbeit und stellt die Bohrmaschine in Entfernungen von 1— $1\frac{1}{2}$ m ein, worauf die Stützrohre und Bohrstangen gesenkt und mit dem Bohren begonnen wird. Die aus einem Stück bestehenden und über 7 m langen Stangen aus Stahl haben einen kreisförmigen Querschnitt

Dieses mit allen, auf mehrjährigen Erfahrungen basirten Verbesserungen ausgerüstete Bohrschiff dürfte wohl ein Unicum in der Reihe der modernen zu submarinen Bohrungen dienenden Apparate*) bilden und kann jeder Specialist in diesem Fache auf die mit demselben zu gewärtigenden Resultate begierig sein. Die Versuche, welche mit dem seit wenig Wochen in Thätigkeit befindlichen Apparate angestellt wurden, sollen nach den Aussagen der Unternehmung äußerst zufriedenstellende sein. Wir müssen jedoch diese Aussagen umsommer „cum grano salis“ entgegennehmen, als die an das neue Werkzeug gestellten Ansprüche ziemlich hoch gespannt sind. Während nämlich bei Mittelwasser und mittelstarken Felsschichten mit dem bisher verwendeten Typus eines amerikanischen Bohrschiffes (vier Bohrer) eine 16stündige Tagesleistung von 30 bis 40 m³ erzielt wurde, hofft man mit dem neuen Apparate (11 Bohrer) eine solche von 112—128 m³ (also nahezu das Vierfache) zu erreichen. Ob diese Erwartung nicht eine utopische ist, werden die Erfahrungen des Jahres lehren.

Neben den Bohrschiffen, welche zur Herstellung submariner Bohrlöcher behufs Sprengung mit Dynamitpatronen dienen, kommen noch Ingersoll'sche Bohrmaschinen zur Verwendung, welche

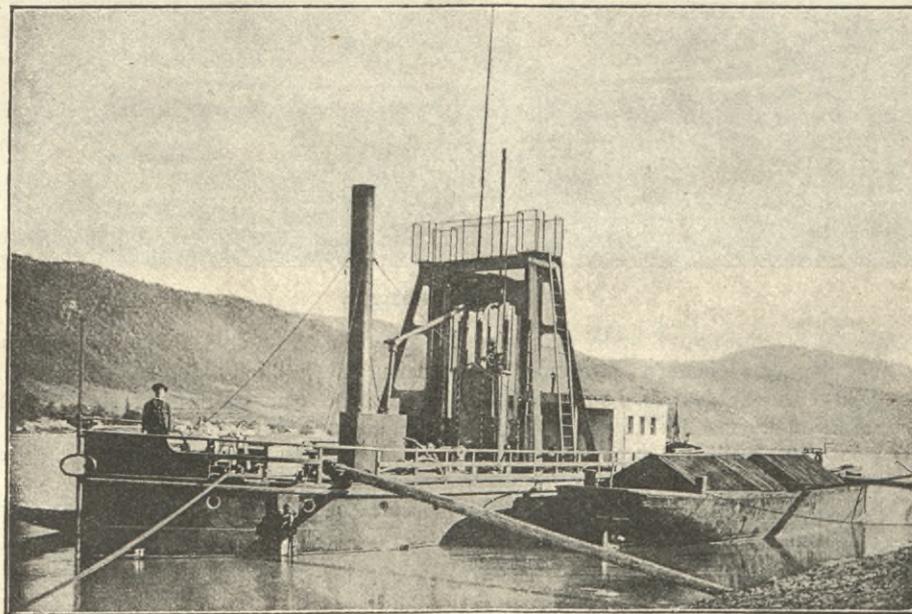


Fig. 22. Felsenbrecher.

und sind an ihrem Ende zu einer sternförmigen Krone von ungefähr 80 mm erweitert, die jedoch nicht separat ist. Sobald das Bohrloch angesetzt ist, wird ein Stützrohr in den Felsen leicht eingetrieben, einerseits zur Führung der Bohrstange und andererseits um die Verlegung des Bohrloches durch Sand oder Schlamm zu verhindern. Das Bohrloch beginnt mit einem oberen Durchmesser von 90 mm und endet am Boden mit 120. Nach Erreichung der gewünschten Bohrlochtiefe wird durch Eintreibung eines Druckwasserstrahles das Bohrmehl beseitigt und erfolgt hierauf das Laden mit der vollkommen adjustirten und mit dem Kabel versehenen Patrone.*) Ist dieses geschehen, so werden die Stützrohre gehoben und die Bohrmaschine über die zweite und fernere Stelle der Bohrlochlinie gebracht und der gleiche Vorgang befolgt, bis alle Bohrminen hergestellt und geladen wurden. Dann werden die Schiffe durch Heben der Füße in die schwimmende Lage gebracht und endlich abgeschwenkt. Hierauf wird die Dynamo-Maschine durch die Haupttransmissionswelle in Gang gesetzt und durch Verbindung mit dem Accumulator die gleichzeitige Zündung aller Bohrladungen bewerkstelligt.

*) Die Ladung beträgt für die 1 m von einander abstehenden Bohrlöcher $\frac{5}{4}$ kg Dynamit mit 65% Nitroglycerin Gehalt, für Minen in Entfernungen von $1\frac{1}{2}$ m jedoch $2\frac{1}{2}$ kg Dynamit mit 93% Nitroglycerin Gehalt.

zur Zeit niedriger Wasserstände für Trockensprengung benützte werden. Diese auf schwer belasteten Dreibeinen ruhenden Apparate sind Stoßbohrer, welche durch Dampf betrieben werden. Mit ihnen kann in der Stunde ein 0,127 m weites und 1— $1\frac{1}{2}$ m tiefes Bohrloch erzeugt werden. Die Bohrlöcher werden gleichfalls mit Wasser gespült, mit Dynamit geladen und elektrisch gezündet.

So viel über die mit Hilfe von Bohrminen unter Wasser und im Trockenen besorgten Sprengungen. Die Unternehmung verwendet jedoch — wie früher erwähnt — neben dem Bohrschiff noch solche Apparate, welche ohne Benützung von Sprengstoffen und daher ohne die kostspielige Herstellung von Bohrlöchern die Vertiefung der Felssohle bewerkstelligen. Diese am Canal von Suez vorgefundenen Werkzeuge wurden nach den an der unteren Donau herrschenden Strom- und Bodenverhältnissen modificirt und kamen bei Beginn der Arbeit in Verwendung. Ein solcher Apparat, F e l s e n s t a m p f e, siehe Fig. 22**), auch Kutter genannt,

*) Das früher citirte, unseres Wissens vollständigste Werk vom k. u. k. Oberst J. L a u e r enthält keine moderne Construction von in so vorzüglichster Weise montirten Bohrschiffen wie das oben beschriebene.

**) Diese Abbildung stellt eine andere Type als die im Nachstehenden beschriebene Construction dar, welche, wie wir erfahren, zur vorzugsweisen Verwendung gelangt. Leider konnten wir von derselben keine Photographie erhalten.

besteht der Wesenheit nach aus einem auf einem festen Prahme montirten Rammbar von 8—10 t Gewicht, welcher mittelst endloser Kette auf eine gewisse Höhe gehoben und von dort auf den Felsboden fallen gelassen, denselben schichtenweise zertrümmert. Der Prahm hat einen Tiefgang von 0·90 m und ist mit Dampfkessel, Pumpe, Dampfwinde und einem hohen Scheerengerüste versehen, welches den circa 8 m langen und an dem unteren Ende einen meisselartigen Stahlkeil besitzenden Ramm-

Tage gefördert werden. Am billigsten und raschesten erfolgt diese Förderung mittelst eines Baggerschiffes von schwerer Bauart, (siehe Fig. 23) welches mit einer Dampfmaschine von 300 Pferdekraft und zwei Schiffsschrauben zur Eigenbewegung versehen ist. Die Leistung dieses Kübelbaggers ist eine sehr große und erreicht bei zweckmäßiger Verkleinerung des Materiales eine 16stündige Tagesarbeit von 800 m³. Neben dem genannten Apparate werden noch Löffelbagger von außergewöhnlichen Dimensionen

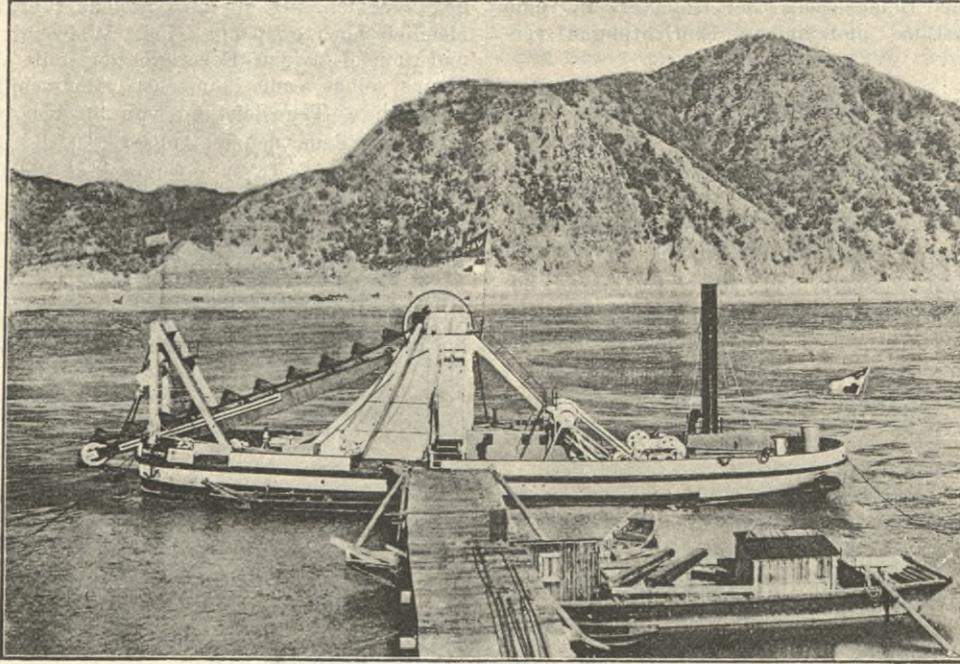


Fig. 23. Kübelbagger.

bär trägt. Derselbe macht 33—40 Schläge per Stunde und kann in der gleichen Zeit 5 m³ Fels in verkleinertem Zustande lösen. Man versichert, mit diesem nach dem Lobnitz'schen Systeme gebauten Werkzeuge Felsstücke von 1—1½ m Mächtigkeit zu durchstoßen, wobei bei sehr hartem Gestein in zwei

(siehe Fig. 24) und Priestmann'sche Greifer verwendet und dienen schließlich kleinere Krahe als willkommene Aushilfswerkzeuge zur Entfernung des Steinmaterials bei Trockensprengungen u. s. w.

Die bis jetzt mit der Stampfe erzielten Resultate scheinen

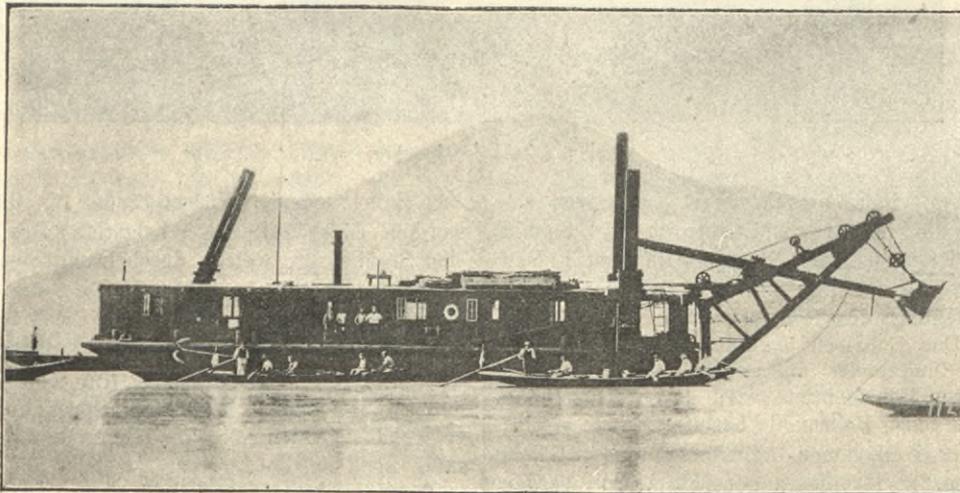


Fig. 24. Löffelbagger.

Schichten von 0·60—0·80 m vorgegangen wird. Da jedoch die in den Katarakten zu machende Vertiefung die Côte von 0·80 m nicht übersteigt, so bewährt sich die Stampfe schon deshalb als vorzügliches Werkzeug, weil das von ihr zertrümmerte Material in einem für die leichte Herausschaffung günstigen Größenverhältnisse erzeugt wird.

Dies ist nämlich die zweite Aufgabe der Unternehmung, da sich die anfänglich gehegte Erwartung, daß die Strömung das zertrümmerte Gestein wegführen werde, nicht bestätigt hat. Diese Trümmer müssen also behufs Wiederverwendung zu

sehr befriedigend zu sein, da die Unternehmung deren zwei besitzt. In der That erzeugt dieses kräftige Werkzeug nicht nur ziemlich gleichartiges und daher durch die Kübelbagger leicht förderbares Material, sondern bietet auch — gegenüber den Bohrschiffen — den schwer wiegenden Vortheil, jeder Gefahr einer Explosion enthoben zu sein und dadurch gänzlich oder für längere Zeit dem Betriebe entzogen zu werden. Den heikelsten und theuersten Bestandtheil des Apparates bildet der Rammbar, welcher 4000 fl. pro Stück kostet und häufigen Brüchen, sowie der nach 40.000—70.000 Schlägen erfolgenden Abnützung seiner Spitze

ausgesetzt ist und in beiden Fällen durch einen neuen ersetzt werden muss. *)

Bohrschiff und Stampfe sind also die zwei wichtigsten Apparate, mit welchen an den Katarakten die Vertiefung des Flussbettes vorgenommen wird. Da jedoch bei der zerklüfteten Natur desselben die künftige Sohle nicht so eben hergestellt werden kann wie beim Erdaushub, so werden noch Nacharbeiten notwendig, um die bei der Peilung des neuen Profils constatirten Erhöhungen zu entfernen. Dieses geschieht durch wiederholtes Sondiren und Ausführen von Stampf- und Bagger-Operationen, welche ebenso zeitraubend als kostspielig sind, da der Aufwand an Arbeit in sehr ungünstigen Verhältnissen zur erzielten Leistung steht. Um diese verschiedenen Operationen zu vereinfachen und damit Geld und Zeit zu sparen, wird von der Unternehmung das sogenannte *Universalschiff* verwendet, um an die durch Sprengen oder Zertrümmern erzielte Vertiefung der Canalstrecken die letzte ausgleichende Hand zu legen, behufs der Fertigstellung des programmmäßigen Profils. Dieses Schiff ist mit einem Peilrahmen zur Constatirung der noch aus der Sohle hervor-

Wir haben zur Vervollständigung der vorgeführten Apparate noch des Sondenschiffes zu gedenken, welches zur Aufnahme der Flussprofile vor und nach der Regulirung der Canäle in den Katarakten und zu der darauf basirten Berechnung des durch die Unternehmung zu Tage geförderten Material-Cubus in Verwendung steht. Nach der am Rhein üblichen Methode zur Berechnung der unter Wasser wegzuräumenden Felsmassen sollen dem hiezu verwendeten Sondenschiffe Fehlerquellen anhaften, indem die auf den Wasserspiegel bezogenen Ablesungen der Tiefencöten durch die Strömung und den Wellenschlag in empfindlicher Weise alterirt werden, daher zu unliebsamen Differenzen mit dem Unternehmer, respective zu dessen Schädigung bei der Bestimmung der für submarine Sprengungen zu vergütenden Summen führen können. Diese Fehlerquellen werden mit dem bei den Katarakten in Verwendung stehenden Sondenschiffe dadurch vermieden, daß dieselben beim Ablesen der Tiefencöten vor und nach der Sprengung nicht auf den Wasserspiegel, sondern auf das Deck des Schiffes, dessen Seehöhe vorher bestimmt wurde, bezogen werden. Das Sondenschiff functionirt zur allgemeinen Zufriedenheit, wie sich

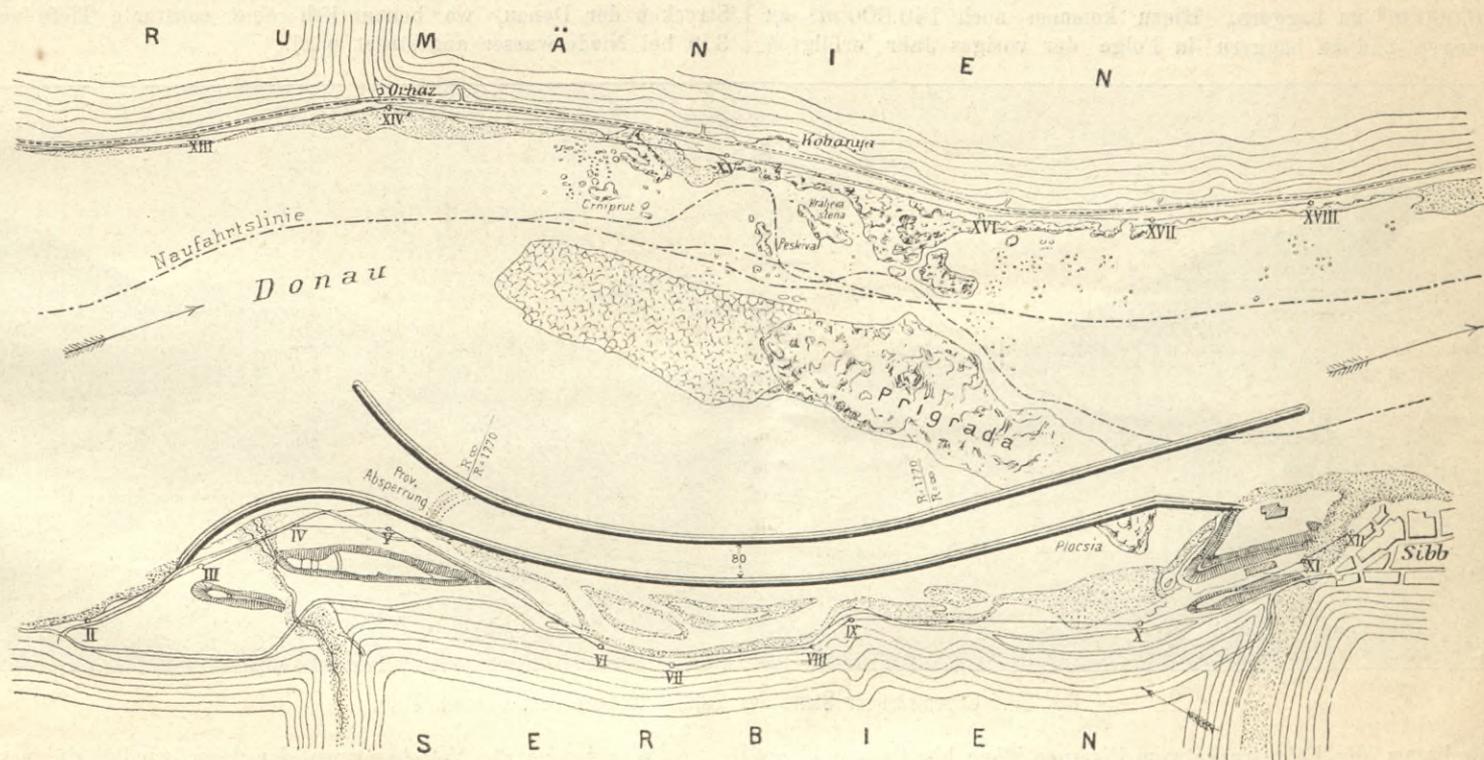


Fig. 25. Situation der Stromschnellen am Eisernen Thor und des neuen Schiffahrtscanales.
Maßstab 1:18000.

ragenden Felsspitzen, einer Stampfe zu deren Beseitigung und einem Excavator, sowie einem Priestmann'schen Greifer zur Entfernung des zertrümmerten Gesteines ausgerüstet. Dieser der neuesten Zeit angehörende Apparat functionirt sehr gut und bietet den Vortheil einer außerordentlichen, aus dem Zusammenwirken der verschiedenen Werkzeugmaschinen entspringenden Zeitersparnis. **)

*) Trotz dieses in finanzieller Beziehung schwer wiegenden Uebelstandes sind die anderen Vorzüge des Apparates so evident, daß die Verwaltung der Rheinstrom-Correction in Coblenz bei H. Luther in Braunschweig ein Stück Felsbrecher nach dem an der unteren Donau erprobten Muster von 340.000 Mk. in Bestellung gebracht hat. Derselbe erhält einen eisernen Schiffkörper und soll bis October d. J. in Betrieb stehen, um Vergleichsversuche zwischen den Leistungen des am Rheine üblichen Systemes des Taucherschacht-Schiffes und der Stampfe an der unteren Donau anzustellen.

**) Von der ersprießlichen Verwendung des Universalschiffes konnten sich die Theilnehmer an der Donaufahrt bei dem unter strömendem Regen stattgefundenen Besuch desselben am 26. Mai d. J. überzeugen. Derselbe bildete den Schluss der im Canal von Juz nach Colubinje (Richtung von Thal nach Berg) in folgender Reihenfolge aufgestellt gewesen Apparate: zwei Felsenstampfer, ein Kübelbagger, ein Priestmann'scher

die Theilnehmer der Excursion bei dessen Besuche haben überzeugen können.

Mit geringeren Schwierigkeiten als die Vertiefung des Flussbettes in den oberen Katarakten war die Herstellung des großen, durch die Massenaushebung des Materiales imponirenden Canales am Eisernen Thor verbunden. Die Situation*) ist aus Fig. 25 ersichtlich, in welcher die gestrichelten Linien den bei verschie-

Bagger, ein Löffelbagger, ein Universalschiff. Die Apparate waren 200 bis 300 m der eine von dem andern entfernt.

*) Sehr treffend wird die Situation des Eisernen Thores von Dr. A. Penck in seinem Werkchen „Die Donau“, Wien 1891, geschildert. Er sagt: „Das Eiserne Thor ist ein Felsenwehr, welches das Bett des Stromes durchsetzt. Derselbe fließt bei hohem Wasser verhältnismäßig ruhig über dasselbe hinweg, auf $2\frac{1}{2}$ km sich um 3.3 m senkend; ist aber niedriges Wasser, so tauchen die Kuppen des Riffes aus demselben auf und der Strom schießt in einzelnen Furchen mit 4 m Geschwindigkeit dahin, auf der ganzen Strecke um 5.2 m fallend. Nach Ueberwindung dieses Riffes hat das Wasser zwei tiefe Kolke, den einen 49 m, den anderen 51 m tief eingerissen und hier 955 km von seiner Mündung entfernt, sein Bett zweimal unter das Meeresebene 16 und 18 m tief eingeschnitten.“

denen Wasserständen sich bildenden Stromstrich bezeichnen. Hier gestattete die provisorische Absperrung der bergseitigen Einfahrt mittelst eines Steindammes, die Sohle des künftigen Canals trocken zu legen und deren Vertiefung durch entsprechende Vermehrung der Angriffspunkte, resp. Arbeitskräfte derart zu forciren, daß die programmäßige Tiefe von 3 m bereits fertiggestellt worden ist. Die Errichtung der zwei hochfluthfreien Steindämme konnte, weil vom Lande gefördert, auch vollendet werden, so daß mit der eben in Ausführung begriffenen Pflasterung der inneren Böschungen die letzte Hand an das großartige Werk gelegt wird, dessen Vollendung noch vor Ende des Jahres mit Sicherheit entgegen-gesehen wird. Der gegenwärtige Zustand des Canals ist aus der perspectivischen Ansicht der Fig. 26 erkenntlich.

In gleich vorgeschrittenem Zustande befinden sich die Canäle bei Stenka und Jucz, welche Ende October als fertig übergeben werden sollen. Bei Kozla-Dojke sind zwei Drittel der Aushubmenge und in Izlas-Tachtalia 25.000 m³ gesprengt und gebaggert worden. Es bleiben somit für dieses und das nächste Jahr der Rest von den oben genannten Canälen zu sprengen und noch über 160.000 m³ zu baggern. Hiezu kommen noch 140.000 m³ zu sprengen und zu baggern in Folge der voriges Jahr erfolgten

Beschädigungen, theils wegen unzuweckmäßiger Construction außer Gebrauch gestellt werden mußten.

Wie dem auch sei, der Schwerpunkt für die die Regulierungsarbeiten an der unteren Donau besuchenden Ingenieure liegt nicht in dem Zeitpunkte von deren definitiver Vollendung, sondern in der Beantwortung der Frage: Bieten die in technischer Beziehung getroffenen Maßnahmen auch die Gewähr dafür, daß der damit angestrebte Zweck der Schaffung von gleich günstigen Fahrbedingungen auf der unteren Donau, wie auf den regulirten Theilen des Stromes auch voll und ganz erreicht werde? Es kommen hier, wie bereits erwähnt, zwei Probleme zur Lösung, nämlich: Vermehrung der Wassertiefe und Verminderung der Stromgeschwindigkeit in den zu corrigirenden Strecken.

Es ist wohl kein Zweifel, daß es mit Hilfe der geschilderten Verfahrungsweisen gelingen wird, die beabsichtigte Tiefe von 2 m unter dem Orsovaer Nullpunkt in den oberen Katarakten zu erzielen. Nur werden mit derselben noch nicht die gleich günstigen Fahrbedingungen geschaffen, wie auf den currenten Strecken der Donau, wo bekanntlich eine constante Tiefe von 3 m bei Niederwasser angestrebt wird.

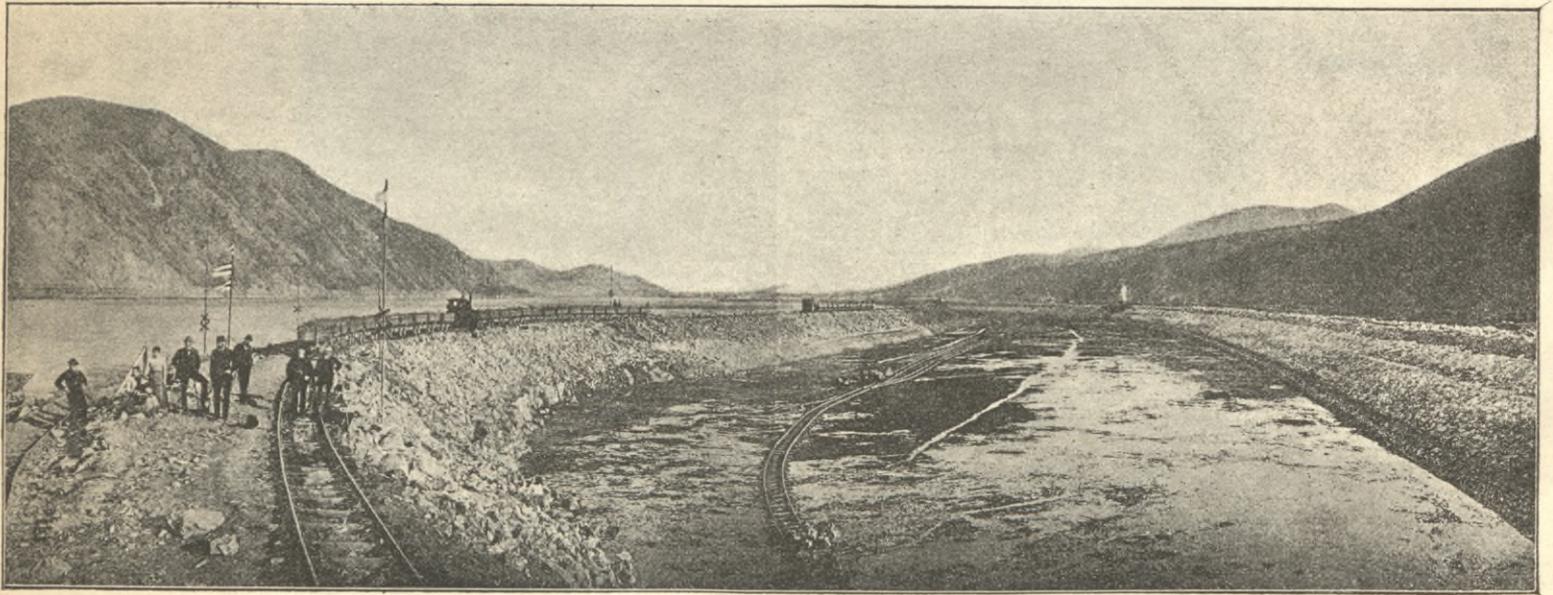


Fig. 26. Gegenwärtiger Stand des Schiffahrtscanales am Eisernen Thor.

Anordnung, die Fahrstrecke vom Eisernen Thor bis Orsova ebenfalls auf die Tiefe von 3 m zu bringen. *)

So bedeutend diese noch restlichen Arbeiten für die kurze Bauzeit von zwölf Monaten auch sein mögen, so hofft die Unternehmung doch, bis 31. December 1895 fertig zu werden und macht alle Anstrengungen, um sowohl der Entrichtung des für jeden Tag Verspätung zu zahlenden Pönales, **) als auch der übermäßigen Fortdauer der sehr hohen Betriebskosten zu entgegen. Ob diese Anstrengungen auch von dem gewünschten Erfolge gekrönt sein werden, wird hauptsächlich von der Strenge oder Milde dieses Winters und davon abhängen, ob das neu gebaute Bohrschiff von jeder zerstörenden Katastrophe verschont bleiben wird. Dieses ist berufen, einem dringenden Bedürfnisse abzuhelpen, da gegenwärtig factisch nur zwei amerikanische Bohrschiffe in Thätigkeit sind, nachdem fünf Stück theils wegen erlittener

*) Dieses geschieht in der Absicht, um den großen Kornschleppern Rumäniens, welche bis jetzt in Turn-Severin umgeschlagen wurden, die Möglichkeit zu bieten, dieses in Orsova zu thun; eine im Interesse Ungarns gelegene Maßnahme, durch welche der genannte Ort unzweifelhaft zu einem wichtigen Umschlagplatze für den ganzen Schiffsverkehr der untersten, bis zum Schwarzen Meere reichenden Donaustrücke erhoben werden wird.

**) Im Falle der Nichteinhaltung des vertragmäßigen Vollendungstermines ist der Unternehmer verpflichtet, für jeden Tag Verspätung von dem Werthe der übernommenen Arbeiten $\frac{1}{100}\%$ als Pönale zu bezahlen.

Was jedoch die Verminderung der Geschwindigkeit, resp. die Beseitigung der Stromschnellen betrifft, so wurde gelegentlich des Besuches mitgetheilt, daß die dem ursprünglichen Entwürfe zu Grunde liegenden Bauobjecte während der Ausführung die durch die Verhältnisse gebotenen Modificationen in Bezug auf Richtung und Länge der Canäle und Leitwerke etc. erfahren haben. Da müssen nun allerdings gewichtige Gründe vorgelegen sein, um die seinerzeit von wohlverfahrenen in- und ausländischen Ingenieuren aufgestellten Grundsätze für Tracirung und Dimensionirung der Bauobjecte den erwähnten Aenderungen zu unterziehen und müssen die mit denselben hervorgerufenen Erscheinungen einer um so sorgfältigeren Beobachtung unterworfen werden, als in der Angelegenheit von Stromregulirungen überhaupt und von der in den Donau-Katarakten insbesondere noch manche schwerwiegende Frage der Lösung harret. Zu letzteren gehört die Schiffahrtseröffnung und Betriebsführung in dem Canale am Eisernen Thor. Die erstere dürfte nicht früher stattfinden, als bis das linksseitige Leitwerk die heute noch nicht genau bestimmbare Verlängerung gegen Orsova erhalten haben wird, um den an dem concaven (linken) Ufer fortlaufenden Stromstrich nach dem convexen, d. h. nach der neuen Fahrbahn des Canals in der Weise zu drängen, daß die bestimmte Tiefe von 3 m für die Fahrzeuge gesichert erscheine. Und was die Betriebsführung in dem Canale betrifft, wo bekanntlich die angestrebte Verminderung der Stromgeschwindigkeit in dem gewünschten Maße nicht erreicht werden

kann, so macht sich schon heute die Bauleitung mit dem Gedanken vertraut, dem den Canal bergwärts passirenden Schiffszug entweder durch Vorspann eines Remorqueurs oder mit Hilfe eines am Ufer aufgestellten Motors die zur Ueberwindung des zurückgebliebenen Schwelles nöthige Kraft zu liefern.

Ebenso dürfte die Studie bezüglich der Abtragung der Grebenspitze in horizontaler und verticaler Richtung noch nicht beendigt sein und ähnliche Fragen der endgiltigen Lösung seitens der mit den epochalen Correctionsarbeiten betrauten Ingenieure vorbehalten bleiben. Wir können hiezu unsere geehrten Collegen in Ungarn nur beglückwünschen und danken ihnen wärmstens für die den Mitgliedern des Donauvereines auf das bereitwilligste gespendeten Erklärungen der hochinteressanten Bauweisen an den unteren Donau-Katarakten. Es waren dies, von der königl. ungarischen Bauleitung die Herren: Ministerialrath im königl. ungar. Handels-Ministerium, Wallandt, Baurath Hospodzy und Ober-Ingenieur Rupčić, von der mit der Ausführung betrauten

Unternehmung die Herren G. Luther, Chef der Unternehmung, und die Ingenieure Wolf und Schoderböck.

Wir haben, um dem Titel unseres Berichtes ganz zu entsprechen, noch der ca. 14 km langen Strecke auf rumänischem Gebiete, das ist vom Eisernen Thor bis Turn-Severin, dem Endpunkte der Donaufahrt, zu gedenken. Hier fließt der Strom in einem von Natur aus regelmäßigen und tiefen Bette, so daß der rumänische Staat jeder Regulierungsarbeit enthoben ist. Dafür hat er anerkennenswerthe Anstrengungen gemacht, um aus Turn-Severin einen der Wichtigkeit der Station entsprechenden Umschlagplatz für die von der untersten Donau, resp. den wichtigen Getreide-Depôts in Braila und Galatz ankommenden Schlepper zu errichten. Die Uferlande sammt Lagerplatz sind gepflastert und mehrere Anlandebrücken zum Anlegen der Personen- und Waarendampfer geben dem Ganzen einen mehr europäischen Anstrich. Doch Krahe und Quaimauern haben wir nicht bemerkt. Es scheint demnach, daß diese Behelfe bei der dort noch billigen Arbeitskraft entbehrlich sind.



S. 01

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



33504

L. inw.

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305871