

I

HAUPT-BERICHT

DES

DIRIGIRENDEN INGENIEURS PAUL VÁSÁRHELYI

AN DEN KÖNIGLICHEN COMMISSAR GRAF STEFAN SZÉCHÉNYI.

1884.

Einleitung

§ 1.

Die Donau-Strecke zwischen Uj-Palánka in Ungarn und Csernecz in der Wallachei, in welche das verrufenste Hinderniss der Schifffahrt und des Wasserabflusses, »das Eiserne Thor«, und die übrigen Wasserstürze und Stromengen fallen, war bis zur letzten Zeit viel besprochen aber wenig gekannt.

Die hier sichtbaren Ruinen einst bestandener römischer Werke und das geschichtliche »Süsse Meer«, welches die Ebenen Ungarns, spätestens die des Banates eingenommen haben soll, scheinen zu dem Märchen Veranlassung gegeben zu haben, dass diese Ebene durch die Wegräumung bedeutender Felsenmassen und der darauf erfolgten Abfluss des »Süssens« in das »Schwarze Meer«, vom Wasser befreit worden sind. — Die noch immer fortwährenden Ueberschwemmungen in den unteren Gegenden Ungarns führten auf den Gedanken, der römische Imperator — wie die Sage ist — habe das begonnene Werk nicht ganz vollbracht, und die weitere Abhilfe der Nachwelt hinterlassen.

Die irrige Vorstellung von den Hindernissen des Donau-Stromes, allgemein bekannt unter dem Namen des Eisernen Thores*, die undeutlichen Begriffe von Stau und Rückstau, endlich der Umstand, dass Wenige im Stande sind, die Schwierigkeiten der Felsensprengungen unter dem Wasser in einem so mächtigen Strome und die damit verbundenen unerschwinglichen Kosten zu beurtheilen gaben manchen überspannten Erwartungen Raum, und er-

* Viele stellen sich das Eiserne Thor als eine schmale Felsenwand vor, welche den Strom gleich einer Ueberfallwehre übersetzt; Andere als eine Stromenge, noch Andere verbinden beide Ideen.

höhten nur noch mehr den schon lange genährten Wunsch, »einmal schon das Eiserne Thor eröffnet zu sehen«, was nach den Einsichten Vieler, nebst der gesicherten Schiffahrt auch die Senkung des Wasserspiegels sowohl in der Donau als auch in den einmündenden Flüssen, und somit die Austrocknung der Moräste und Sümpfe in Ungarn unbezweifelt zur Folge haben müsste.

Die seit den Zeiten Marsigli's bis jetzt erschienenen Beschreibungen dieser Strecke waren wenig geeignet, mehr Licht und richtigere Begriffe über den wahren Stand der Donau zu verbreiten und den allgemeinen Wahn, »über die Ausführbarkeit einer den Wasserabfluss merkbar befördernden Strom-Correction« zu benehmen. — Es sind kaum vier Jahre verflossen, dass im *Tudományos Gyűjtemény* ein Aufsatz erschien, worinnen behauptet wird, »die Donau werde durch die Stromhindernisse bei Alt-Moldova um 7 Klafter gestaut, könnte aber um 3 Klafter gesenkt werden; der unmittelbare Einfluss der Stauung reiche bis Bezdán im Bácsér Comitat, der mittelbare bis Pest, ja bis Wien, und so an den Nebenflüssen, u. s. w.

Es ist also kein Wunder, wenn die gedachte Meinung so feste Wurzeln fasste, dass beynahe kein Regulierungs-Gegenstand, selbst in den höheren Stromgebieten Ungarns, in Verhandlung kommen kann, ohne Orschova, ohne das Eiserne Thor zur Sprache zu bringen. Durchstiche, Strom-Concentrirungen, Exiccations-Kanäle etc., wodurch die Correction oft bloß localer Gebrechen des Stromes beabsichtigt wird, werden nutzlos erklärt: »unten«, heisst es, »muss dem Strome ein freierer Abfluss verschafft werden«.

Selbst der Mühlenbesitzer, dessen Mühlwehre allein so hoch den Fluss staut, als das Eiserne Thor die Donau, zeigt auf die Stromengen von Orschova hin, um sein zur Abtragung verurtheiltes hölzernes Thor wenn möglich zu retten.

Und wird man auch nicht schnurgerade hieher verwiesen, so geschieht dies, wenn man nachgiebig genug ist, desto gewisser durch Umwege. Der Anrainer, der Berettyo z. B. wünscht früher die Grosse Kőrös reguliert zu sehen, die Kőrös die Theiss, diese die Donau, und so gelangt man endlich dem Strome nach hier an, wo nun in Folge Allerhöchster Befehle die Arbeiten vor sich gehen; gewiss nicht in Absicht, um dieser populärsten aller Flussregulierungs-Ideen in Ungarn zu entsprechen, sondern um die erschwerte oder gesperrte Donauschiffahrt zu erleichtern, zu eröffnen.

Wird dieser Gegenstand bloß theoretisch genommen, und die Möglichkeit vorausgesetzt, dass das ganze Stein-Quantum, der Berechnung nach, aus dem Strome herausgeschafft und die Stromengen selbst erweitert werden können, so unterliegt es keinem Zweifel, dass oberhalb der Hindernisse eine Senkung des Wasserspiegels von nahe 8 bis 9 Klafter erfolgen müsste, (wie dies aus der am Schlusse dieses Vortrags kürzlich zergliederten Berechnung ersichtlich ist), allein man versuche nur nach den genau erhobenen hydraulischen Behelfen den Kosten-Ueberschlag zu machen, so wird man sich (die physische Ausführ-

barkeit zugestanden) bald überzeugen, dass mit den bis zu dieser Zeit bekannten Felsensprengungsmitteln unter dem Wasser das geldreichste Land nicht im Stande wäre den Kostenaufwand dieser Sprengungen zu bestreiten.

Ich habe als Beyspiel, wenn man bloß eine Senkung von sechs Fuss bezwecken wollte, den kubischen Inhalt der herauszuhebenden Steinmasse berechnet, und fand 216 Millionen Kubikfuss. Da die Felsenart Hornstein, Grauwake, Granit ist, so würden sich die Sprengungsarbeiten im Trockenem auf 20 Millionen Gulden Conv.-M. belaufen, wie hoch dieselben im Wasser vorgenommen, zu stehen kämen, die Wahrheit gesagt, das weiss ich nicht.

Im Binger Loche am Rhein belief sich die Sprengung und Herausshaffung von kaum 7 Kubik-Klafter auf 10.000 Thaler; dies würde das zwischen der Sprengung im Trockenem und der unter dem Wasser obwaltende Verhältniss wie 1 zu 100 geben.

Dies einzige Beispiel dürfte unter zugleichlicher Erwägung des Umstandes einerseits, dass der Rhein an der gedachten Stelle bey weitem nicht so reissend ist, als die Donau an ihren natürlichen Katarakten; andererseits, dass all dort die Tiefe, in welcher gesprengt wurde, unbedeutend war. Diejenigen zum Staunen bringen, welche die Schwierigkeit nicht in der Sprengung selbst, sondern in der Auffindung des nöthigen Raumes für die herauszuschaffenden Steinmassen zu finden glaubten.

Sollen die Kosten der Felsensprengungen unter dem Wasser nicht unerschwinglich werden, so ist

1. erforderlich, dass die Operation im stillen Wasser vor sich gehe,
2. dass die Tiefe des Wassers, in welcher gesprengt wird, unbedeutend sei.

Hat man bloß die Absicht, die Schiffbahn zu vertiefen, so kann obigen Bedingnissen bekanntermassen entsprochen werden, wenn mittelst eines nahe zum Ufer aufzuführenden Dammes die auszusprengende Strecke abgeschlossen wird, wohingegen Sprengungen in Absicht auf die Senkung des Wasserspiegels vorgenommen werden sollen, erheischt die Natur der Sache, dass die Operation in der Hauptströmung vor sich gehe, in welcher die Erfüllung der obigen zwei Bedingnisse hier an der Donau undenkbar ist.

Und dieser letzte Punkt wird das »*qui bene distinguit, bene docet*« für mich sein, wenn ich mich hier gegen jede Sprengung, in Absicht auf die Senkung der Gewässer, ausspreche, in der Folge jedoch meine Anträge vielleicht bedeutende Sprengungen enthalten werden.

§ 2.

Obwohl nun, wie aus dem Vorerwähnten erhellt, viel Erfolg von einer hier vollbrachten Regulierung in Rücksicht auf die oberen Gegenden erwartet wird, so beginnen sich doch schon, seitdem Hand an's Werk gelegt worden ist, Zweifel zu erheben, ob nicht durch den beförderten Wasserabfluss die oberen

Gegenden das Wasser verlieren und der Strom unschiffbar werden wird. Senkung des Wasserspiegels und Schiffbarkeit sieht man nehmlich feindlich entgegengestellt.

Es ist nicht nothwendig, diese vergebliche Furcht zu benehmen: würde diesen aber einfallen, dass alle Brunnen und Viehtränken versiegen würden, wenn durch die Senkung des Wasserspiegels das Sand- und Schotter-Stratum, welches unterirdisch das Wasser allenthalben leitet, über das Niveau der Flüsse kommen sollte, dann würden sie sich vielleicht geneigt fühlen, den oft ausgesprochenen Wunsch für immer fahren zu lassen.

Das bis jetzt Gesagte wird mir als Rechtfertigung dienen, wenn ich in der Folge bey der Beschreibung der Stromhindernisse und den Corrections-Entwürfen blos die Schifffahrt vor Augen haben werde: es hat aber zugleich die Absicht, ehrfurchtsvoll hinzuweisen, dass der Glaube an die Möglichkeit einer nahhaften Senkung des Stromes auf die obern Flussregulirungs-Anträge nachtheilig wirke, welcher womöglich benommen werden sollte.

Während nehmlich das Unausführbare gewünscht, gehofft, und besprochen wird, unterbleibt die Correction örtlicher Gebrechen der Flüsse, oder wird wenigstens verzögert.

§ 3.

Wird nun viel Gewicht auf die besprochene Stromstrecke gelegt, so geschieht dies in Betracht der durch die Hindernisse gehemmten freien Schifffahrt.

Allein auch in hydraulischer Hinsicht ist sie von grosser Wichtigkeit. Man findet hier ein breites Feld für die mannigfachen Beobachtungen, welche die grosse Verschiedenheit des Stromgefälles und die stete Abwechslung der drei hydraulischen Daten der Breite, Tiefe und Geschwindigkeit darbietet; hiezu kömmt die Unveränderlichkeit des Stromschlauches, welche zur Genauigkeit der Beobachtung das meiste beyträgt.

Es gibt Strecken, wo der Strom 6- bis 800 Klafter breit ist, hingegen Stromengen, die nicht mehr als 85 bis 100 Klafter breit sind. Ebenso verschieden sind die Tiefen, welche zwischen 4 bis 180 Fuss, sowie die Geschwindigkeiten, welche zwischen 2 Fuss in der Secunde bis 15 Fuss wechseln.

Allein man muss den Strom bey verschiedenen Wasserständen sehen, um die mannigfaltigsten Nuancen an ihm wahrzunehmen. Hier sieht man nämlich sanft fliessende Strecken mit dem Abfalle des Wasserstandes zu lebhaften Strömungen, ja zu Wasserstürzen sich umstalten: dort wieder einen Wassersturz seine Stelle verlassen und eine andere einnehmen; wieder hier sieht man aus kaum bemerkbaren Widerströmen gefährliche Wirbel entstehen u. s. w.

Und eben diese Unbeständigkeit des Stromes ist Ursache der verschiedensten von Sach- und Nichtsachkundigen zu verschiedenen Zeiten gemachten



Beobachtungen und einseitigen Beurtheilungen. Der Eine schildert den Wassersturz Izlás und Tachtalia, der Andere das Eiserne Thor, der Dritte den Jucz und der Vierte die Wirbel im Greben als meist gefahrvoll für die Schifffahrt: und jeder mag vielleicht Recht haben, aber nur im Sinne des Wortes »zu seiner Zeit«.

Auch gibt es Solche, denen bald das Eiserne Thor, bald der Izlás, oder oft auch Beyde kein Hinderniss sind; doch diese hat schon das Jahr 1832, noch mehr das Jahr 1834 widerlegt. Noch steht aber eine zweite Krisis bevor, »das Hochwasser«, auch dieses hat seine Unformen wie das kleine, welche der Schifffahrt entgegen sind.

All' diesen und noch vielen anderen Verirrungen ist man ausgesetzt, wenn man sich ohne Führer und ohne alle wissenschaftlichen Behelfe in dieses Stromlabyrinth hineinwagt. Zur gründlichen Beurtheilung eines Stromes ist, nebst vollständigen hydrographisch-hydrometrischen Messungen, eine mehrjährige Beobachtung desselben nothwendig.

Ich werde in den folgenden Zeilen die Resultate der im Jahre 1832 begonnenen und seitdem in ununterbrochenen Zeiträumen fortgesetzten Messungen, und auf diese gestützt, die Verbesserungs-Anträge vortragen, die ich sowohl in technischer als oconomischer Hinsicht zur Erreichung des wichtigen Zweckes für die meist geeigneten finde.

§ 4.

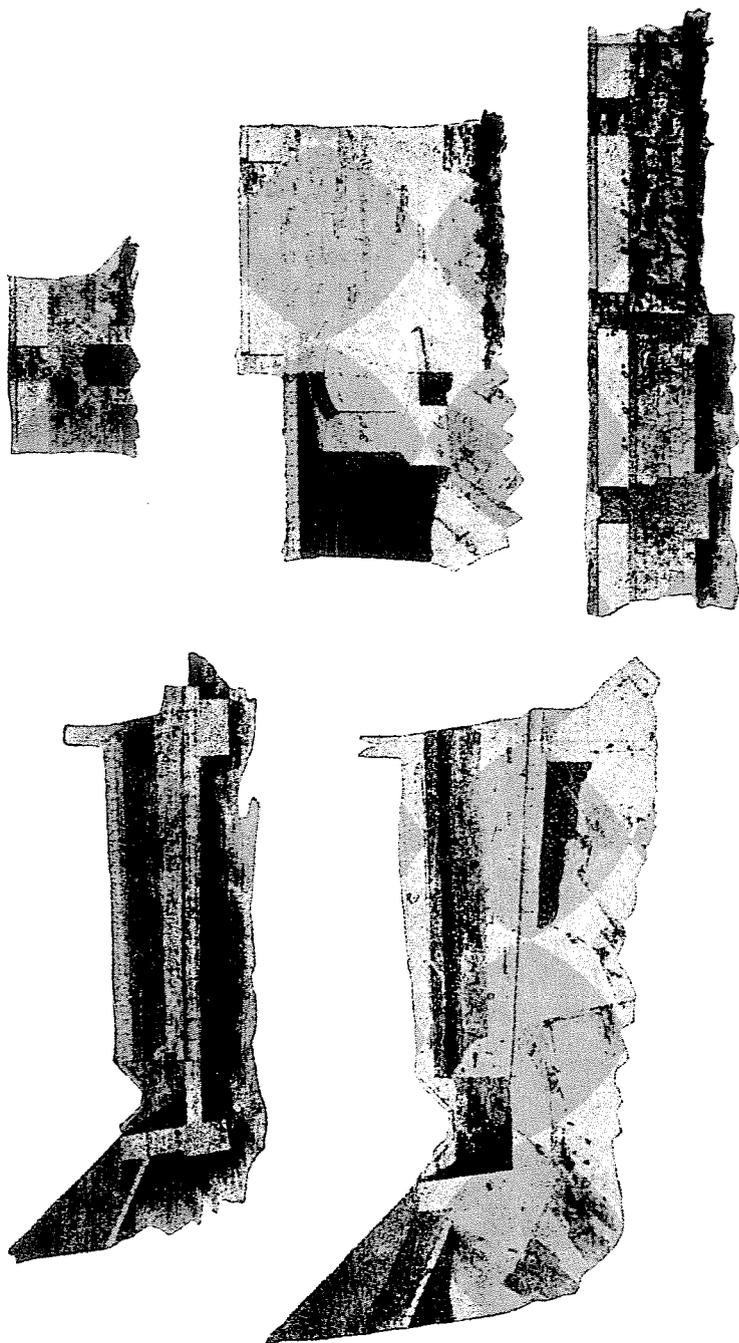
Vor Allem wird es zweckmässig sein, die Beobachtungen über den stellenweisen Wasserwechsel voranzulassen, dessen Kenntniss zur Erklärung der verschiedenen Erscheinungen im Strome unumgänglich nothwendig ist.

Gleich beym Beginne der hydrographisch-hydrometrischen Messungen hatte man den Wasserstand mittelst vier Wasserpegeln zu Alt-Orschova, Plavischevicza, Szvnicza und Alt-Moldava, fixirt. Die anliegende Tabelle I giebt die Verschiedenheit des Wasserwechsels nach der Beobachtung an den vier gedachten Stellen an.

Vergleicht man diese vier Pegel, so springt die auffallende Verschiedenheit des Wasserwechsels in die Augen. Als nemlich der Pegel zu Plavischevicza 5 Fuss zeigte, war:

zu Orschova	3' 5" 6'''
„ Szvnicza	2' 11" 9'''
„ Moldava	2' 10" 0'''

Am Pegel zu Plavischevicza stieg also das Wasser um 1' 6" 6''' höher als zu Orschova, um 2' 0" 3''' höher als zu Szvnicza, um 2' 2" 0''' höher als zu Moldava.



Wenn man ferner noch eine Vergleichung macht, z. B. zu Plavischevicza $10' 0'' 0'''$, zu Orschova $6' 6'' 5'''$, so wird man erstens finden, wie sehr bedeutende Wasserhöhenunterschiede sich ergeben, ferner wird man bemerken, dass das bei der ersten Vergleichung stattgefundene Verhältniss sich nicht gleich bleibt, und dass das Gesetz, nach welchem diese Aenderung stattfindet, verborgen liegt. Während nämlich der erste Unterschied zwischen Orschova und Plavischevicza $1' 6'' 6'''$ war, war bey dem zweiten nicht das Doppelte, wie man dies vermuthet haben würde, sondern um $0' 5'' 6'''$ mehr.

Wollte man noch einen weiteren Vergleich zwischen dem Wasserwechsel zu Plavischevicza und dem am Wassersturze Izlás anstellen, so würde der gefundene Unterschied noch augenscheinlicher sein: man würde finden, dass, während der Pegel zu Plavischevicza 30 Schuh angibt, der bey dem Izlás kaum die Hälfte, das ist 15 Schuh, gäbe.

Noch auffallender wäre der Vergleich zwischen Plavischevicza und dem Eisernen Thore, wo ich nach den bis jetzt mir verschafften Daten nicht mehr als höchstens zwölf Schuh vermthe. Dies lässt sich leicht erklären, wenn erwogen wird, dass der Wasserwechsel durch die Breite und Geschwindigkeit des Stromes bedingt wird. Da nämlich die Wasser-Consumtion aus dem Producte der Breite in die Tiefe und Geschwindigkeit erhalten wird, so folgt, dass, wo die Breite und Geschwindigkeit gross sind, die Tiefe geringer sein muss und umgekehrt; und da der Wasserwechsel der veränderliche Theil der Tiefe ist, so muss auch dieser verhältnissmässig kleiner oder grösser ausfallen.

Dies zeigt nun dahin, dass zur Feststellung des Wasserstandes die vier benannten Pegel für die Strecke von Palánka bis Orschova unzureichend waren, und dass es bei der schon oft gesagten Verschiedenheit und Aenderung des Stromes nothwendig war, auf Mittel zu denken, durch welche auch der Wasserstand der inzwischen gefallenen Stellen, insbesondere der wichtigen Wasserstürze, festgestellt werden könnte.

Es ist kaum zu glauben, wie schwierig die Aufstellung constanter Wasserhöhen-Maasse ist; hier war dies wegen Felsengrund noch mehr der Fall. Hiezu kam, dass alle Wasserstürze ferne von Ortschaften liegen, was die Anstellung constanter Beobachter unthunlich machte.

Gedrängt durch diese ungünstigen Umstände, verfiel ich auf den Gedanken, ob sich nicht aus einigen bey verschiedenen Wasserständen und Pegeln gleichzeitig vorgenommenen Beobachtungen das Gesetz des Wachsens und Fallens auf demselben Wege entdecken lasse, auf welchem die Astronomen den Lauf des — wie sich Kepler ausdrückt — kein Gesetz kennenden Mondes' (*pertinax sidus nullis obsequens legibus*), nämlich durch Einschaltung (*Interpolatio*), approximirend bestimmen, nach welchem Gesetze dann für jeden Wasserstand aus einer bekannten Pegelhöhe, z. B. der bei Plavischevicza, der für jede andere Stelle entsprechende Pegelstand berechnet werden könnte.

Ich wählte zu diesem Ende aus den Pegel-Beobachtungen zu Plavische-

vicza und Orschova die mit * bezeichneten Zahlen und berechnete im Wege der Einschaltung die Columne Nr. III.

Die wirklich überraschende Uebereinstimmung der Beobachtungen Columne II mit den Berechnungen Columne III überzeugte mich, dass der Weg, den ich eingeschlagen, der richtige sei. Um noch sicherer zu gehen, berechnete ich auf gleiche Weise die Wasserstände zu Szvincza und Alt-Moldava und fand das erste Resultat bestätigt.

Durch diese Rechnungs-Methode wurde man in den Stand gesetzt, den Wasserwechsel des Stromes an allen jenen Stellen, welche hydrotechnisch wichtig genug befunden wurden, zu jeder Zeit anzugeben, wozu blos drei bey verschiedenen Wasserständen vorgenommene Beobachtungen nothwendig waren.

Wo und welche Vortheile hieraus noch in der Folge, bei den vorstehenden hydrometrischen Messungen bei den einst vorzunehmenden Pegel-Regulierungen durch ganz Ungarn etc., gezogen werden können, dann wie diese Rechnungen geführt werden sollen, ist hier nicht am rechten Orte zu erörtern; der ganze Gegenstand verlangt eine eigene Bearbeitung. Nur ein einziges Beispiel, welches die hierortige Regulierung näher betrifft, erlaube ich mir vorzubringen.

Bey dem weiter unten projectirten Bau einer Schleuse beim Izlás ist die Kenntniss des Wasserstandes nothwendig. Nun sind aber in der ganzen Strecke die einzigen Orte Alt-Moldava und Orschova, wo man denselben mit einiger Verlässlichkeit erforschen konnte; wollte man einen dieser annehmen, so müsste die Schleuse und der gleichfalls projectirte Damm nahe sechs bis acht Schuh höher, als es vermöge der Localität nothwendig ist, aufgeführt und somit die Kosten um ein Bedeutendes vermehrt werden. Hier hat also die gedachte Rechnung eine wahrlich praktische und nützliche Anwendung.

Beschreibung

des Donau-Stromes von Uj-Palánka bis unter das Eiserne Thor; nebst den oeconomisch-technischen Schifffahrts-Verbesserungs-Ansichten für dieselbe Strecke.

§ 11.

Von der Stromenge Kazán bis zum Eisernen Thore.

U f e r - B e g r ä n z u n g. Von Kazán bis Cottu Ogradena ist Uebergangskalk. Bey Cottu Ogradena ziehen die Berge in einiger Entfernung von der Donau, bestehend aus Granit, bis zum Bache Cserna unterhalb Alt-Orschova. Hier treten die Berge wieder an die Donau, dauern über das Eiserne Thor fort, bestehen, wie selbst das Eiserne Thor, aus Glimmerschiefer. Der

Eingang der Stromenge, welche eine halbe Stunde unterhalb Plavischevicza beginnt und bis nahe Ogradena auf eine Entfernung von 4500 Klafter fortzieht, ist unter dem Namen Kazán bekannt. Beiderseits von steilen Felsenbergen begrenzt, bietet diese Stromenge einen überraschenden Anblick dar, sie ist bey 100 Klafter breit, die engste Stelle ist nur 85. Was aber an Breite abgeht, das ersetzt die Tiefe, die hier 10 bis 30 Klafter beträgt.

Viele, die die Wasser-Consumtion nur nach der Breite des Stromes schätzen, die Tiefe und Geschwindigkeit ausser Acht lassen, glauben, »die Donau könne hier nicht durch, werde gestaut und verursache durch ihren Rückstau die Ueberschwemmungen in Unter-Ungarn«. — Dass bey höheren Wasserständen ein Rückstau stattfindet, beweist, wie schon erinnert worden, die in Jucz stattfindende Verminderung des Gefälles, sowie hingegen das Bestehen der Wasserstürze Greben, Tachtalia etc. den Irrthum, als wenn die Stromenge Ursache oberhalbiger Ueberschwemmungen wäre, populair genug widerlegt.

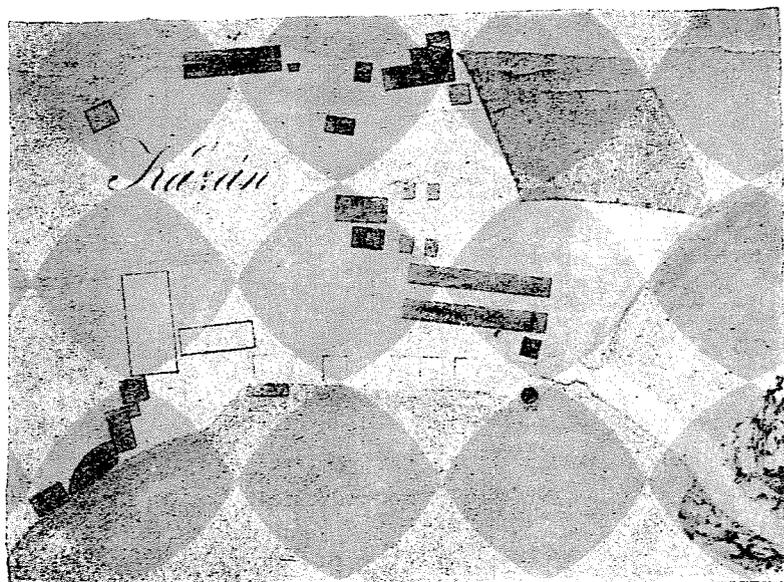
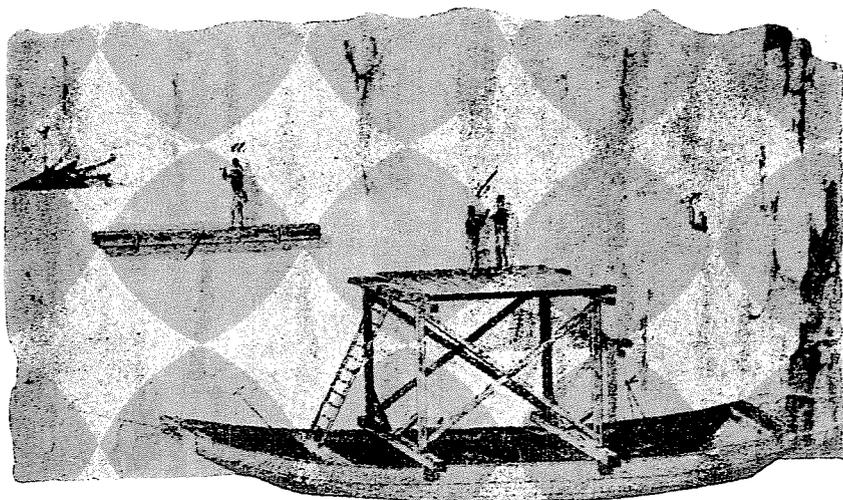
Die Theorie lehrt, dass die Grösse des durch eine Stromverengung verursachten Staues und Rückstaues mit dem wachsenden Wasser abnehme. Dies findet zwar statt in Kanälen oder regelmässigen Flussbetten, nicht aber hier, für den in Sprache stehenden speciellen Fall.

Nicht nur practische Resultate für die Verbesserung der Schiffahrt zu ziehen, blos um die wissenschaftliche Neugierde zu befriedigen, mache ich mir zur Aufgabe zu beweisen, dass durch die Stromenge bey niederem Wasser gar keine oder aber nur eine ganz unbemerkbare, hingegen bey Hochwässern eine namhafte Stauung erzeugt werde.

Es ist Erfahrungssache, dass, wenn mittelst eines Einbaues der Strom verengt wird, oberhalb der Verengung das Gefälle geringer, unterhalb um eben diese Verringerung grösser werden muss. Wenn man nun das Längen-Profil sub B betrachtet, so wird man finden, dass weder in der Stromenge selbst, noch unterhalb derselben bis über Orschova im Durchschnitt ein grösseres Gefälle, als 3 bis 4 Linien auf 100 Klafter stattfindet.

Anders gestaltet sich das Ganze bey höheren Wasserständen. Man betrachte nemlich nur die bezogene tabellarische Uebersicht der Pegel-Verhältnisse sub 1, so wird man finden, was ich schon früher sagte, dass in Plavischevicza oberhalb der Stromenge der Wasserwechsel viel stärker sei als in Orschova. Während der höchste Wasserstand ober dem im Jahre 1832 stattgefundenen kleinen Wasser zu Orschova 15 Fuss beträgt, hat derselbe zu Plavischevicza 25 Fuss 10 Zoll, wonach das Gefälle um 10 Fuss 10 Zoll zwischen Plavischevicza und Orschova auf die Strecke von 12.000 Klaftern vermehrt wird, was auf 100 Klafter 16 bis 17 Linien, also ein vier- bis fünfmal grösseres Gefälle als bey dem kleinsten Wasser, gibt.

Da ferner bey Jucz eben ein viel geringeres Steigen wegen der reissenden Geschwindigkeit des Wassersturzes, als bey Plavischevicza stattfindet, so



folgt, dass je höher der Wasserstand ist, desto grösseren Auf- und Rückstau die Stromenge verursache, was auch wirklich die Erfahrung dadurch, dass der Wassersturz Jucz bey hohen Wasserständen gänzlich aufgehoben wird, auf das evidenteste bestätigt.

Man kann sich das Gesagte, wiewohl im scheinbaren Widerspruche mit den Theorien, auf's leichteste erklären, wenn man bedenkt, dass die im kleinsten Wasserstande stattfindende Consumption des Wassers sich zu der bey Hochwasser mehr weniger wie 1 : 20 verhalte. Die Figur des Schlauches in der Stromenge kann also für das kleine Wasserquantum einen genügenden Raum zum Durchfluss darbieten, ohne dass eine Stauung verursacht werde, oder mit anderen Worten: Die Stromenge Kazán ist für den Abfluss eines geringen Wasserquantums keine Stromenge. Ich glaubte dies kürzlich schon darum sagen zu müssen, weil die allgemein beliebte Idee einer Erweiterung des Schlauches eben diese Strecke betrifft, welche Erweiterung, wenn sie physisch auch möglich wäre, was sie aber nicht ist (denn man wird doch nicht 100 bis 150 Klafter hohe Berge abtragen wollen, denn entstünde wirklich die Frage: wohin?) nicht nur ganz nutzlos, sondern im Gegentheile eben deshalb schädlich wäre, dass der Wassersturz Jucz nur noch mehr verschlimmert werden würde.

Einmündende Flüsse und Bäche. Bemerkenswerth ist der Wildbach Punikova, der aus einem Thale gleichen Namens durch einen natürlichen Stollen sich zwischen Kazán und der Veteranischen Höhle in die Donau mündet, und bey seiner Mündung eine für die Bauten in Kazán zwar willkommene, aber der Schifffahrt ungelegene Sandbank bildet; noch lästiger ist die durch den Wildbach Mrakonya zwischen Dubova und Ogradena vorgeschobene Schotter- und Grandbank. Oberhalb Orschova führt der Bach Jeschelnicza häufigen Schotter, wodurch eine weit in den Strom greifende Seichte entsteht, wegen welcher sich die Schiffe in der Bergfahrt fern vom Ufer halten müssen. Nächst Orschova ist der Fluss Czerna, der ebenfalls viel Schotter mit sich führt, und dadurch Seichte, und lebhafte Strömung bey seiner Mündung verursacht. Mehr gefahrvoll ist derselbe für die nächst Orschova über selben gebaute Brücke, die zur Unterhaltung der Communication zwischen Orschova und Csernecz in der Wallachey dient.

Stromgefälle und Geschwindigkeit. Ich bemerkte schon, dass das Gefälle zwischen Plavischevicza bis unterhalb Alt-Orschova 3 bis 4 Linien betrage, bey höheren Wasserständen aber sehr zunehme. In demselben Verhältnisse wachsen auch die Geschwindigkeiten von 2 bis 3 Fuss auf 6 bis 7 Fuss, ja örtlich, als am Eingange von Kazán, dann bey Mrakonya, wird der Strom bei Hochwässern so reissend, dass selbst das Dampfboot bey der Gegenfahrt einen kleinen Kampf zu bestehen haben wird. Von Orschova bis an die wallachische Grenze ist gleichfalls nicht mehr als 3 bis 4 Linien Gefälle, es wächst bis an das Eiserne Thor im Mittel auf 2 1/2 Zoll auf 100 Klafter. Die

Geschwindigkeit von der wallachischen Grenze bis an das Eiserne Thor beträgt 4 Fuss, bey Hochwasser 8 Fuss.

Schiffahrtshindernisse. Die Stromenge Kazán bis Cottu Ogradena, insoferne sie von steilen, knapp an den Strom reichenden Felsenwänden begrenzt wird, war der Gegenfahrt sehr hinderlich. Alle Augenblicke waren die Schiffe genöthigt von einem Ufer auf das andere zu übersetzen und sich durch den ungebahnten, gestrüppigen Weg durchzuwinden. Die Uebersetzung auf das jenseitige Ufer war aber schon auch darum lästig, weil der Uebertritt nur mit einer dreissigst- und contumazlichen Begleitung stattfinden durfte, welche letztere überdies von Orschova auf eine Entfernung von nahe 3 Meilen sich verschafft werden musste. Die hier in Folge Allerhöchster Verfügung bereits in Ausführung stehende Strasse war also eines der ersten Bedürfnisse. Es wird durch solche nicht nur der Mangel eines Treppelweges ersetzt, sondern auch der über vier Gebirge nothdürftig angelegte und unsichere Weg verkürzt werden. Da übrigens das Strassen-Project nebst dem Kostenüberschlage bereits unterbreitet wurde, so dürfte die weitere Beschreibung hier überflüssig seyn.

Die vorspringenden, durch die Wildbäche Punikova und Mrakonya gebildeten Sand- und Schotterbänke sind für den Gegenzug sehr ungünstig, einerseits weil durch den Vorsprung der Schotterbänke eine Stauung oberhalb, also längs derselben eine lebhafte Strömung erzeugt wird, theils, weil durch die schiefe Richtung der Zugkraft viel von derselben in Verlust kommt. Diese Hindernisse sind übrigens secundärer Art, deshalb die Vorlegung der Abhülfsmittel für späterhin vorbehalten wird.

Ich komme endlich zu dem im Plane sub M dargestellten Eisernen Thore*, nicht in der Absicht es zu eröffnen, sondern um es zu umgehen. Der kleine Wasserstand des Jahres 1834 begünstigte die genaue Detaillirung desselben, welche die Uebel, mit denen es behaftet ist, vielmehr als lange Beschreibungen beleuchten wird. Es ist Erfahrungssache, dass je unvollständiger die Erhebungen sind, destomehr Worte zu ihrer Erklärung gebraucht werden müssen, weil man den Mangel an Daten durch schwülstige Beschreibungen zu ersetzen sucht.

Die Länge des Eisernen Thores von *k* bis *l* beträgt 1400 Klafter, die Breite bey *k* 500 Klafter, bey *m* 600 Klafter, bey *l* 300 Klafter. Bey dem im Jahre 1834, den 23 October stattgefundenen kleinsten Wasser, als der Orschovaer Pegel 0 zeigte, war das Gefälle am rechten Ufer auf die Entfernung von 1300 Klafter, 16 Fuss 4 Zoll 6 Linien. Am linken Ufer bey demselben Wasserstande fand man 16 Fuss 6 Zoll; nach einer früher im Jahre 1833 bey einem Wasserstande, als der Orschovaer Pegel 10 Fuss zeigte, aber nur 10 Fuss 6 Zoll, was beweiset, dass das Unterwasser bey wachsendem Wasser in stärker-

* Den Türken Demir Kapu, den Serviern Gyerdap.

rem Verhältniss steige, als das Oberwasser. Die mittlere Geschwindigkeit im Stromstriche durch die ganze Strecke war beym kleinsten Wasserstande für den Secunde 13 Fuss; örtlich als von *n* bis *o* und *p* bis *q* 15 Fuss. Bey dem Wasserstande, als in Orschova der Pegel 5 Fuss über 0 zeigte, fand man durch die ganze Strecke nicht mehr als zwischen 9 und 10 Fuss für die Secunde. Die grosse Breite und Geschwindigkeit des Stromes würden schon geringe Tiefe verrathen, bevor noch eine Sondirung bewirkt wäre, denn alle drei Faktoren der Wasserconsumtion können unmöglich beysammen alle gross sein. Wenn man einige Kolche bey Seite setzt, wechseln die Tiefen selbst im Stromstriche zwischen 1 bis 9 Fuss.

Bey dem ersten Blick in die Karte nimmt man die Gefahren wahr, denen die Schifffahrt durch das Eiserne Thor ausgesetzt ist. Die quer durch den Strom ziehenden Felsen und spitzig hervorragenden Klippen einerseits, die reissende Strömung andererseits, die beym kleinsten Wasser 15 Fuss erreicht, endlich der gänzliche Mangel an nothwendiger Tiefe sind die Uebel, die die Schifffahrt erschweren, gefährden oder gänzlich hemmen, je nachdem der Strom sich in hohem, mittlerem oder niederem Stande befindet. Bekanntermassen ist die Geschwindigkeit der Flüsse bey kleinstem Wasserstande die Geringste, weil in Bezug auf die geringere Wassermasse die die Bewegung hindernden Ursachen grösser sind; sie wächst mit dem wachsenden Wasser und erhält das Maximum im vollbörtigen Zustande. Bey dem Wasserfall Jucz haben wir gesehen, dass die grösste Geschwindigkeit beym kleinsten Wasser stattfand, wovon der Grund zugleich gegeben worden; eine besondere Eigenschaft des Eisernen Thores besteht hingegen darinnen, dass die geringste Geschwindigkeit des Stromes in demselben bey mittlerem Wasser stattfindet.

Um diese Erscheinung zu erklären, muss erwogen werden, dass die Geschwindigkeit eines Stromes, durch die Gefälle desselben als wirkender Ursache und durch die der Bewegung des Stromes im Wege stehenden Hindernisse, die entgegengesetzt wirken, bewirkt werde. In einer geneigten Ebene würde der Fluss seine Bewegung beschleunigen, wenn nicht entgegenwirkende Ursachen diese Beschleunigung entweder gänzlich aufheben oder aber wenigstens vermindern würden. Vermindertes Gefälle muss unter gleichbleibenden sonstigen Umständen Verminderung der Geschwindigkeit nach sich ziehen: Verminderung des Gefälles und zugleich Verschwindung der Hindernisse kann ein Ab- oder Zunehmen der Geschwindigkeit zur Folge haben, je nachdem das Verhältniss der Verminderung des Gefälles grösser oder kleiner ist, als das der Verminderung der Wasserabfluss-Hindernisse.

Da im Eisernen Thore sich das Gefälle mit dem Steigen des Stromes vermindert, die Stromhindernisse hingegen nicht nur nicht verschwinden, sondern so lange die Felsenmasse Prigrada etc. nicht überstiegen wird, fortwährend bestehen, so ist die Geschwindigkeit bis auf diesen Punkt, d. i. bis nahe zum mittleren Wasserstande, abnehmend. Wächst aber der Strom dann weiter,

für die Praxis, dass die Tiefen, die vielleicht bey höheren Wasserständen sondirt und nur inductive auf den kleinsten reducirt wurden, mit keiner Präcision angegeben werden können; immer ist man bis auf den Unterschied von zwei Fuss oder auch mehr in Ungewissheit. Intuitiv kann man sich überhaupt aus den Profilen *A B* und *C D* von der Regellosigkeit der Strömung überzeugen, nach welchen der Wasserspiegel in der Hauptströmung um 3' 6" tiefer steht als am Ufer.

Die Naufahrt hängt von den verschiedenen Wasserständen ab, die im Plane mit blauen, grünen, karminrothen und gelben Linien bezeichnet sind. Für's hohe Wasser gilt die blaue Linie, für's mittlere die grüne, für's kleine die karminrothe, endlich für's allerkleinste die gelbe. Es wagen sich aber beym kleinsten Wasser nie tiefer als 1' tauchende Schiffe durch. Die Gegenfahrt findet an dem rechten servischen Ufer statt, wo nicht mehr als 2', ja bei *r* nur drei Zoll gefunden wurde. Wenn man nun erwägt, dass im Eisernen Thore der Wasserwechsel, d. i. der Unterschied zwischen kleinstem und grösstem, nur höchstens 11 Fuss beträgt, während derselbe in Orschova 17, in Plavischevicza aber nahe 30 ist, dass also die grösstmögliche Tiefe bei *r* nicht grösser als 11 Fuss und 3 Zoll, und das nur beym höchsten Wasser werden kann; so ist es offenbar, dass die Gegenfahrt grösstentheils nur für gering tauchende Schiffe, selbst für diese nicht immer, für tiefer tauchende aber äusserst selten offensteht; nicht minder ist es offenbar, dass nach dem Gesagten das Eisernen Thor die am längsten währenden Störungen in der Handhabung der Schifffahrt verursache, und dass es in nautisch-technischer Beziehung unter allen Schifffahrts-Hindernissen als solches den ersten Platz einnehme; aus welchem Grunde ich es in der Reihenfolge der vorzunehmenden Regulierungs-Arbeiten mit der Zahl Nr. 1 bezeichnen würde.

Nun zu den Abhülfsmitteln. Wenn man die Frage den ersten Technikern der Erde zur Beantwortung aufstellen würde, auf welche Weise man zwei schiffbare Flüsse, die von einander um nicht mehr als 1300 Klafter entfernt sind und von denen der eine 16 bis 17 Fuss tiefer liegt, mit einander verbinden könne, so würden sie meiner Ansicht nach einstimmig, selbst wenn ein Stollen durch einen dazwischen liegenden Berg gegraben werden sollte, einen *Kanal mit Kammerschleuse* in Antrag bringen. Ohne Kammerschleusen, die Verbindung blos mittelst eines Kanals zu erzwecken, würde Niemand anrathen, da schon die nothwendigerweise erfolgende reissende Geschwindigkeit, welche dem Gefälle von 16 bis 17 Fuss auf 1300 Klafter entspricht, Unschiffbarkeit erzeugen würde.

Bezieht man das Gesagte auf das Eisernen Thor, so sieht man, dass die Verbindung des oberen mit dem unteren Flusse durch dasselbe von Natur aus nach der letztgesagten unvollkommenen Weise bestehe; was aber auch den Nachtheil der Unschiffbarkeit zur Folge hat, nemlich Rapidität des Stromes und für die meiste Zeit Mangel des Fahrwassers. Man sieht, dass, wenn durch

die mühsamsten und kostspieligsten Sprengungen der Felsen sich das eine Uebel, nemlich der Mangel an Fahrtwasser auch heben liesse, das andere Uebel hingegen, die Geschwindigkeit, sich nur noch mehr vergrössern würde und die Gefahrlosigkeit der Schifffahrt könnte dennoch auf keinen Fall verbürgt werden.

Ich habe schon oben im Eingange dieses Vortrages die Schwierigkeiten und Kostspieligkeit der Felsensprengungen unterm Wasser ab exemplo des Binger-Loches dargethan, sowie ich solche nach der gepflogenen Rücksprache mit Vanderberg, dem Lokalleiter der Sprengungen des Binger-Loches am Rhein, kannte; seit der Zeit ist die Art der praktischen Ausführung zur öffentlichen Kenntniss von demselben gebracht worden. Aus diesem geht hervor, dass im Verlaufe von drei Jahren in Allem nicht mehr als 260 !! Bohrlöcher, und selbst von diesen mehrere Erfolglos gezündet worden waren. Das aus dem Strome geschaffte Steinmaterial war nicht 7, wie ich oben anführte, sondern nur 4 1/2 Kub.-Klafter und kostete nach seiner Aeusserung 15.000 Gulden Conv.-M., welche Summe jedoch bey der öffentlichen Bekanntmachung mit Stillschweigen übergangen wird. Ich führe dieses Beyspiel aus dem Grunde sehr gerne an, weil noch immer genug viele irrig belehrte oder absichtliche Widersacher der Allerhöchsten Orts gnädigst anbefohlenen und bis jetzt, meiner Ueberzeugung nach, mit gutem Erfolg betriebenen Arbeiten einen Vergleich zwischen diesen und jenen im Binger-Loche zu machen sich unterfangen, in der Absicht die unteren Donauarbeiten in Schatten zu stellen. Um aber den himmelhohen Unterschied zwischen der Unternehmung an der unteren Donau und der im Binger-Loche vor Augen zu stellen, dürfte hinlänglich sein, blos der im verflossenen Monat October und November bey den Wasserstürzen im Verlauf von sechs Wochen bewirkten Arbeiten zu erwähnen, wo nicht 260 Bohrschüsse, sondern täglich zwischen 1500 bis 3000 im Strombette abgefeuert worden sind, von denen eine namhafte Zahl unterm Wasser gebohrt und mittelst der englischen *Sicherheitsdochte* (*Safety fuses*), die auch im Wasser brennen, gezündet wurde; welcher Vortheil im Zünden bey den Sprengungen im Binger-Loche nicht einmal bekannt war.

Das zweckmässigste Abhülfsmittel besieht hier also gleichfalls in der Umgehung des Wassersturzes mittelst eines Seitenkanals und einer doppelten Durchlass-Schleuse. Eine doppelte Schleuse ist aus dem Grunde nothwendig, weil das Gefälle, welches umzugehen ist, 16 Fuss 4 Zoll beträgt. Die Wallachische Seite ist aber wegen dem knapp bis ans Ufer reichenden Gebirge zur Ausführung dieses Projectes nicht geeignet, da erstens für den Bau der Schleuse kein geeigneter Platz zu haben ist, zweitens ist die Strecke von *k*, wo der Kanal beginnen sollte, bis an sein Ende *s* um 400 Klafter länger, als an der servischen Seite; ferner würde auch der Schotter und Steine führende Wildbach Szlatiniko Schwierigkeiten verursachen, allenfalls mehrere Thalsperren nothwendig machen. Endlich ist die Gegenfahrt am linken Ufer auch oberhalb

des Eisernen Thores zur Zeit kleinerer Wasserstände wegen Mangel nothwendiger Tiefe sehr schwierig und würde kostspielige Nachhülfe nach sich ziehen.

Desto geeigneter ist aber das rechte servische Ufer, an welchem theils durch Absperrung des Armes *t r* mittelst Faschinendämme und Anschliessung derselben an die bestehenden Inseln ein Theil des Stromes zum Kanale in Besitz genommen, theils durch Grabung und Aufdämmung des flachen Terrains von *C* bis *f* und von *A* bis *h* der Kanal aufgeführt werden könnte, wo er sich dann durch die doppelte Schleuse *h g* eben an jener Stelle, wo ganz nahe zum Ufer eine Tiefe von 22 Fuss besteht, in die Donau mündet. An der oberen Mündung des Kanales findet man auch für den kleinsten Wasserstand $6 \frac{1}{2}$ Fuss Tiefe. Man war ausser der Lage, das Terrain, durch welches der Kanal geführt und die Schleuse gebaut werden soll, durch Grabungen untersuchen zu können. Ein servischer Capitän, sich auf die in der Nähe bewirkten Grabungen stützend, behauptete, dass in nicht zu grosser Tiefe massiver Felsen bestehe, was auch sehr wahrscheinlich ist, da der Glimmerschiefer von unserem Ufer über den Strom bis auf die servische Seite durchziehet.

Das Eiserner Thor ist also, wie aus dem Gesagten erhellet, unter allen übrigen das grösste Hinderniss der Schifffahrt, nicht nur weil unter allen Wasserstürzen die meist gefährliche Durchfahrt durch dasselbe stattfindet, sondern weil es wegen Mangel an gehöriger Tiefe besonders in der Gegenfahrt die am längsten dauernden Störungen und Hemmungen umsomehr verursacht, als der Wasserwechsel, wie schon oben gesagt wurde, nicht mehr als zehn bis elf Fuss beträgt. Die Abhülle hingegen unterliegt keinen Schwierigkeiten, da selbst bey höheren Wasserständen die Arbeiten ohne Hinderung betrieben werden können.

Unterhalb des Eisernen Thores bey *Z* erscheint noch zur Zeit des kleinsten Wassers ein unbedeutender Wassersturz, der an der wallachischen Seite zwar seicht ist, in der Mitte des Stromes aber und an der servischen Seite eine hinlängliche Tiefe der Schifffahrt darbietet und deshalb kein Gegenstand weiterer Erörterung ist.

Plavischevicza, den 15 December 1834.

Paul Vásárhelyi m. p.,
Dirigir. Ingenieur

Zusammenfassung

Pál Vásárhelyi, der seine Studien als Wasserbauingenieur am Institutum Geometrico-Hydrotechnicum — Vorfahr der TU Budapest — machte, hatte eine durchschlagende Rolle in der Umwandlung vorher unnützbaren Landes zum Acker, und vorher unschiffbarer Flüsse zu Schiffswegen. Seine beiden, großartigen Pläne — Durchbrechen des Eisernen Thores und Regulierung der Theiß — beeinflussten entscheidend die Wirtschaft und das Leben in Ungarn.