

Die Schiffbarmachung des Soroksárer Donauarmes bei Budapest.

Nach Mitteilungen von Elemér Sajó und Josef Benedek im 3. Hefte des Jahrganges 1911 der „Wasserbaulichen Publikationen“ des königl. ungarischen Ackerbauministeriums.

(Hierzu Tafel 89.)

Die Kanalisierung des Soroksárer Donauarmes ist mit Gesetzartikel XIV ex 1904 vom ungarischen Reichstage beschlossen worden.

Ehedem hat dieser, die Csepelinsel umfließender und seit 1873 durch einen Damm vom Hauptstrom abgeschlossene, 300 bis 400 m breite Arm (Textfigur 1) ein Drittel bis ein Viertel der Abflußmenge der Donau abgeführt; demzufolge müßte man neuerdings etwa $1000 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ einleiten, um darin 2 m Schiffahrtstiefe herzustellen oder zur Verminderung der Alimentationswassermenge das überbreite Bett durch Dämme beträchtlich einengen, in welchem Falle sich sanitäre Nachteile aus der Belassung versumpfter Gebiete hinter den Dämmen für die dichtbevölkerte Umgegend ergeben würden.

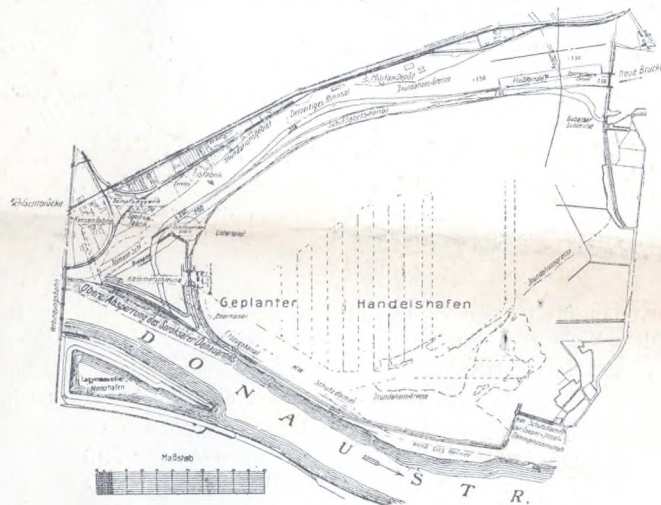
Sohin wurde ein anderer Weg eingeschlagen.

Im unteren Absehnitte des Armes bei Ráczkeve (Textfigur 2) gelangt ein Staudamm zur Errichtung, durch welchen der Soroksárer Donauarm in ein Bassin umgestaltet wird, dessen Niveau bei kleinen Wasserständen etwa mit dem Wasserspiegel der Donau bei Budapest zusammenfällt. Da aber der Seitenarm an seiner oberen Ausmündung vom Strom abzusperrn sein wird, so kann der Stauspiegel den Schwankungen der Donau bei Hochwasser nicht folgen, sondern wird sich auf ein annähernd konstantes Niveau einstellen.

Demnach wird bei steigendem Wasser die maximale Niveaudifferenz per 4.62 m an dieser oberen Stufe bei Donauhöchstwasser-

¹⁾ Lévy versuchte a. a. O. nachzuweisen, daß das Trapezgesetz stets höhere Werte für die auftretenden Spannungen angeben müsse, als der Wirklichkeit entspricht. Diese Behauptung ist unrichtig. Siehe auch den Aufsatz des Verfassers: „Der Auftrieb in Talsperren“, Österr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst, 1913, Heft 31 u. ff.

stand erreicht werden, während gleichzeitig die Höhendifferenz in den Wasserspiegeln an der unteren Absperrung von Ráczkeve infolge des Rückstaus abnimmt respektive bei Höchstwasser im Strom



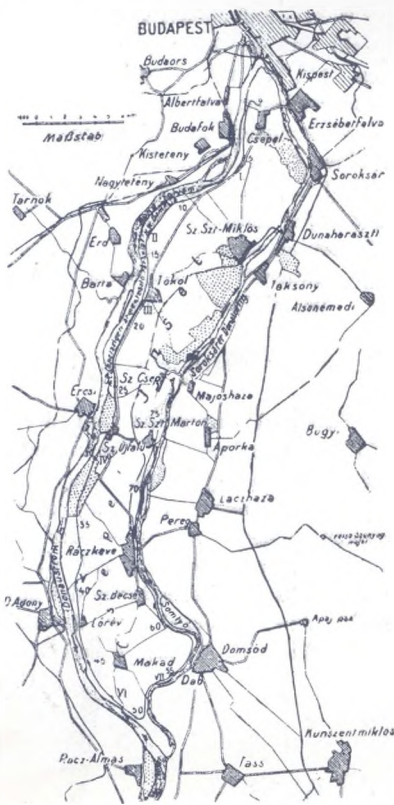
Figur 1.

auf Null sinkt (siehe Längenprofil Textfigur 3). Demzufolge wird das Stromgefälle von 4 bis 4.5 m zwischen oberen und unteren Endpunkt der Csepelinsel bei hohen Donauwasserständen an der oberen Ausmündung, bei tieferen Wasserständen an der unteren

Einmündung des Soroksärer Armes konzentriert sein, sich bei mittleren Wasserständen hingegen zwischen beiden Stufen verteilen.

Die aus diesem Anlasse mögliche Gewinnung bedeutender Mengen elektrischer Energie bildet noch den Gegenstand näheren Studiums insbesondere hinsichtlich der Anordnung des Standortes der unteren, mit einer Kammerschleuse zu kombinierenden Staumauer. Das Eindringen der Hochwässer von oben in den Soroksärer Arm wird durch einen 8:5 m hohen Schutzdamm abgewehrt, der sich längs der ganzen Insel erstreckt und an den bestehenden genossenschaftlichen Hochwasserdamm anschließt.

In diesem Abschlußdamm sind zwei Öffnungen ausgespart, und zwar eine etwa

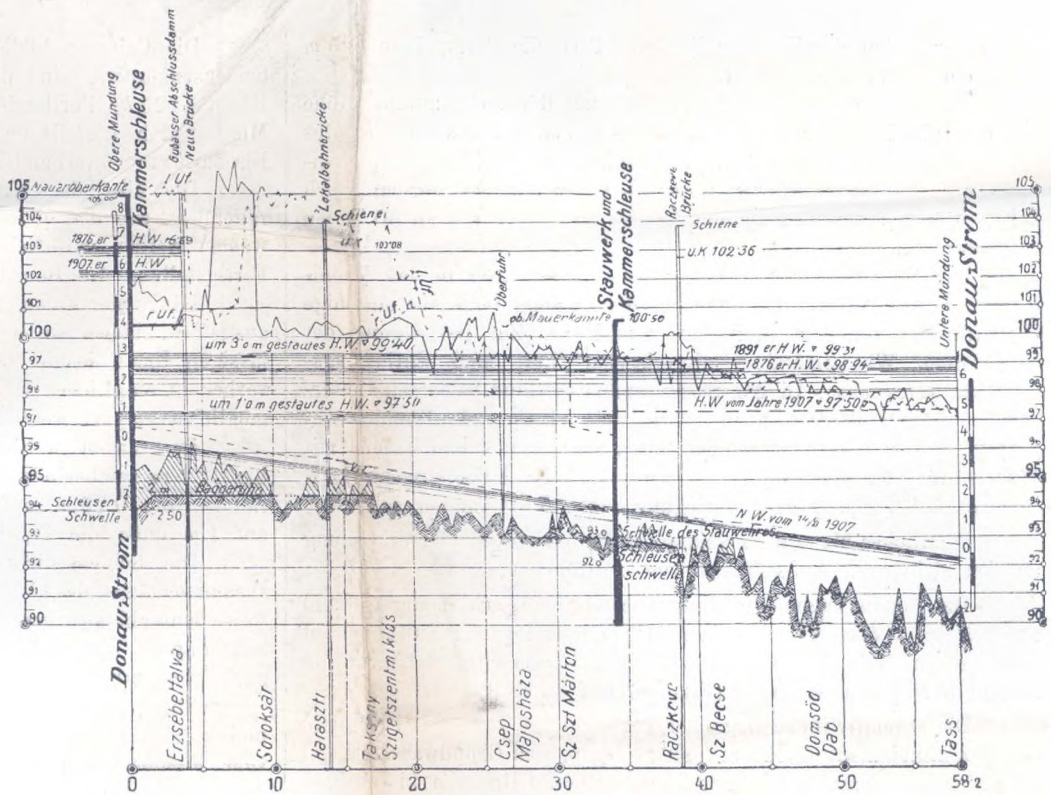


Figur 2.

200 m unterhalb der Verbindungsbahnbrücke (siehe Textfigur 1) zwecks Anlage der Alimentationsschleuse mit vorläufig auf 70 m³ normierter Kapazität und eine an der heutigen Abzweigungsstelle des Armes vom Strome, behufs Anlage einer Kammerschleuse, die den Übergang der Schiffe aus der Donau in den kanalisierten Soroksärer Arm und in die dortigen Hafenanlagen, wie umgekehrt, zu vermitteln geeignet ist.

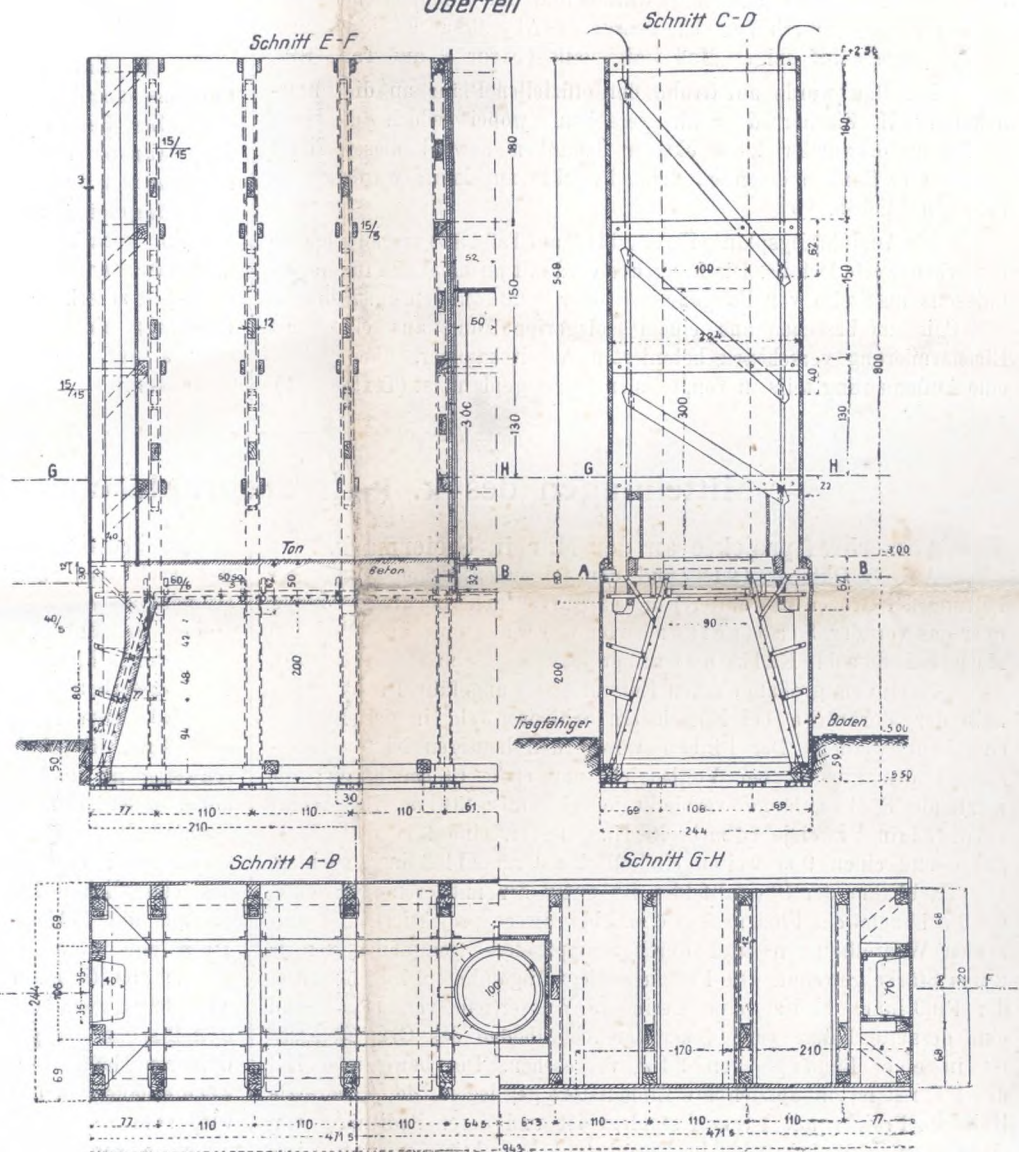
Bei bis zu +1 m sinkendem Unterwasser wird das flußabwärtige Stauwerk in Funktion gesetzt und der Wasserstand auf der Kote +1 m solange erhalten, als die Donau bei Budapest nicht die gleiche Kote erreicht.

Die Kammerschleuse ist für den Durchgang von kleineren Schiffen und Schleppern mit 1000 t Gehalt, mit einer nutzbaren Länge von 75 m, einer Breite von 10 m berechnet.



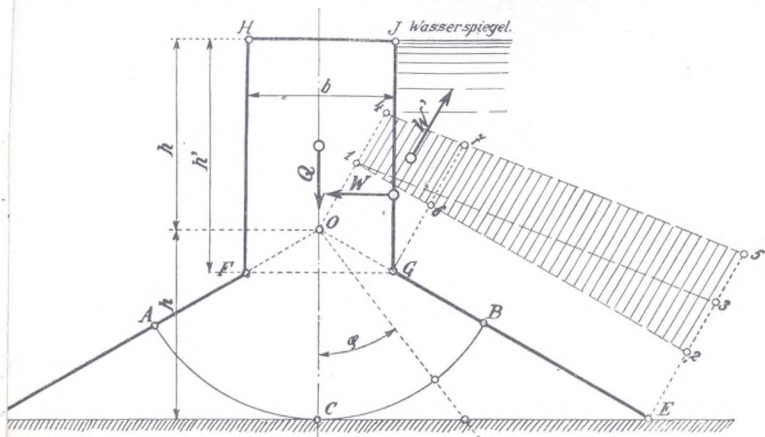
Figur 3.

Eisenarmerter Caisson mit abnehmbarem Oberteil



Figur 4.

die ganze Höhe der Staumauer doppelt so hoch wird wie früher. (Siehe Textfigur 11.) Die Breite dieser Erhöhung wählen wir in der



Figur 11.

Weise, daß die resultierende Kraft aus dem Eigengewichte der Mauer und dem Wasserdruck im tiefsten Querschnitt des rechteckigen Profilteiles, also im Querschnitte FG , gerade noch an die Grenze des mittleren Drittels fällt. Ein Unterdruck werde hiebei nicht berücksichtigt.

Verhält sich das spezifische Gewicht des Wassers zu dem des Mauerwerkes wie $1 : 2,4$, so muß dann $b = 0,793 \cdot h$, mithin $h' = 1,229 h$ sein. Die so entstehende Profilfläche $DFHJGE$ gleicht freilich nicht einem praktisch möglichen Profile, selbst dann wenn die Kräfte bei F und G durch

angegebenen entsprechen, da $q = \gamma_{\omega} h$ ist, und beide Faktoren dieses Produktes hier gleich 1 angenommen wurden.

6. In Wirklichkeit ist der Wasserdruck auf der im Inneren des Profils liegenden Fläche $O G$ nicht vorhanden. Man muß daher noch eine dem Wasserdruck entgegengerichtete Kraft W' im Schwerpunkt der Belastungsfläche $1, 6, 7, 4$ in Rechnung ziehen. W' ist gleich dem Flächeninhalte von $1, 6, 7, 4$, also gleich $1.115 \cdot 0.458 = 0.511$, seine Vertikal- und Horizontalkomponente, 0.442 beziehungsweise 0.256 , wirken den Kräften Q und W entgegen, sein Moment $0.551 \cdot 0.237 = 0.1305$ aber unterstützt dasjenige von W .

Um also die Vergleichswerte für das in Textfigur 11 gezeichnete Profil zu erhalten, braucht man nur die tabellarisch zusammengestellten Spannungen mit den nachfolgenden Koeffizienten zu multiplizieren:

Tabelle I: 2.4

„ II: 0.5

„ III: 1

„ IV: $2.122 - 0.442 = 1.68$

„ V: $0.755 - 0.256 = 0.5$

„ VI: $0.1362 + 0.1305 = 0.267$.

Summiert man die so erhaltenen Spannungen, so erhält man ein Bild von der Spannungsverteilung am Bogen $A C B$ und in der Basisfläche $D C E$. In Tabelle VII sind die so berechneten Spannungen eingetragen.

Tabelle VII.

φ	σ_r	σ_t	τ	σ_x	τ'
60°	2.485	1.5	0	2.721	- 1.240
45°	2.791	2.230	0.555	2.503	- 0.555
30°	2.823	3.135	0.746	2.476	0.366
0°	3.085	3.85	- 0.328	3.085	0.328
- 30°	4.297	2.024	- 1.154	2.698	0.960
- 45°	4.543	0.821	- 0.745	1.966	1.912
- 60°	4.119	0	0	1.319	2.300

Der Boden der Kammer liegt auf 3 m, die DrempeI auf 2.5 m unter dem lokalen Nullpunkt.

Die Wände des Oberhauptes sind mit Rücksicht auf die Höhe des Donauhochwassers bis zur Kote + 8.5 m, die des Unterhauptes jedoch bloß bis zur Kote 6.5 m aufgeführt. Die Schleuse kann demnach nur bei Wasserständen unter + 6.2 m benützt werden, doch haben höhere Flutwellen in den letzten 30 Jahren nur an 30 Tagen vorgeherrscht.

Zur Füllung der Kammerschleuse dienen zwei in den Wandmauern angelegte, mit Ausläufen in die Kammer versehene eiförmige Umlaufkanäle von 1 m Breite auf 2 m Höhe. Zur Beseitigung der bei kleinen Wasserständen mitgerissenen Luft sind Entlüftungschächte vorgesehen. In den Schleusenmauern sind beiderseits unterhalb der Umlaufkanäle noch 1.2 m weite kreisrunde Kanäle ausgespart, die zur Versorgung des Soroksärer Armes und Hafens mit Wasser für den Fall bestimmt sind, als die Hauptalimentationschleuse bei Eisgang oder Verlegung nicht funktionieren sollte.

Sämtliches Mauerwerk gelangt in Beton, mit Quaderverkleidung an den sichtbaren Außenflächen, zur Ausführung.

Die Sondierungen der Baustelle ergaben schlammigen Sand auf 2.5 bis 3.5 m unter Terrain (1.5 m ober lokalem Null), hierauf teils groben, teils feinkörnigen Kies in 6.5 m mächtigen Lagen und sodann harten blauen Tegel (Figur 6 auf Tafel 89).

Diese relativ hohe Lage der Tegelschichte machte es möglich, das Betonfundament direkt auf sie zu legen, den Grundwasserspiegel etwa durch außerhalb der Baugrube abgeteufte Brunnen bis auf 2 m unter Nullwasser zu senken, so zwar, daß das Wasser zwischen den die Baugrube umschließenden abdichtenden Wänden nicht mehr als 3 m über dem Tegel anstehen würde und mit Pumpen bewältigt werden könnte. Durch Versuche wurde die Absenkbarkeit des Grundwasserspiegels auf obiges Maß festgestellt (Figur 8 auf Tafel 89).

Der Bau wurde auf Grund der offiziellen Pläne an die Unternehmung H. Fischer & Sohn vergeben, wobei jedoch die Mitbenützung origineller konstruktiver Gedanken sowohl dieser Firma als anderer Baukonkurrenten, deren Projekte angekauft wurden, vorbehalten blieben.

Die Ausführungspläne (Figur 1 bis 5 auf Tafel 89) zeigen folgende bemerkenswerte Details. Die Baugrube wird mit pneumatisch fundierten Caissons an Stelle von Fangdämmen oder Spundwänden umschlossen. Die Caissons bestehen aus einem Holzgerippe und aus einer mit Eisenarmierung versehenen betonierten Arbeitskammer, über welche eine Aufmauerung teils in Ton, teils in Beton geplant ist (Textfigur 4).

Die Caissons bilden an den Häuptern einen Bestandteil des Schleusenkörpers, sind dort bis zur Höhe von $+ 1\text{ m}$ massiv in Beton (125 kg Portland-, 125 kg Romanzement auf 1 m^3 fertiger Mischung) hergestellt und mit dem Mauerwerk der Schleuse durch Eisenarmierung verbunden.

Die über das Niveau des Torkammerbodens ($- 3\text{ m}$) vorragenden Teile der quer zur Schleusenachse pneumatisch versenkten Kästen werden natürlich mit Rücksicht auf die Schiffeinfahrt nach Fertigstellung des Bauwerkes entfernt.

Längs der Kammerwände sind hingegen die Caissons mit Ton ausgefüllt, indem sie hier bloß die Funktion einer wasserundurchlässigen Umschließung besitzen, durch welche ein Auspumpen der vorher in staatlicher Regie bis auf $- 1\text{ m}$ ausgehobenen Baugrube möglichst erspart werden soll.

Im ganzen werden 26 Stück Caissons in einer von 6.8 m bis 11.5 m wechselnden Länge und von 2.2 m Breite mit Zwischenräumen von 0.25 m auf 6 m Tiefe unter lokalem Null respektive auf 1 m unter die Tegelschichte (10 m unter Terrain) versenkt.

Die Schleusenhäupter sind samt dem Sohlenmauerwerk als zusammenhängendes U-förmiges Ganzes aufgebaut; diese Herstellungsweise empfahl sich mit Rücksicht auf die über den Dremeln bei zeitweiligen Wasserhöhen von $4\frac{1}{2}\text{ m}$ auftretenden Druckkräften auch zur Verhinderung von Durchsickerungen.

Für die eigentliche Schleusenkammer waren derartige Gesichtspunkte nicht geltend, weshalb hier das aufgehende Seitenmauerwerk vom Kammerboden sowohl der Länge als auch der Quere nach durch Dilatations- und Setzungsfugen getrennt ist.

Die zirka 60 m lange Schleusenkammer erscheint hienach in sechs voneinander unabhängige Mauerkörper aufgelöst, die durch eine durchgehende Querfuge von den einheitlich hergestellten, 20 m langen Häuptern getrennt sind.

Bis Mai 1911 sind in der vorbeschriebenen Weise acht Caissons eingebaut worden.

Zur Beschleunigung der Baudurchführung sind in der Folge die Caissons auf zwei Gerüsten nacheinander zusammengestellt, schwimmend in die entsprechende Lage gebracht und zwischen Führungspiloten auf die Sohle der Baugrube ($- 1\text{ m}$) abgesenkt worden, worauf — nach Auspumpen der letzteren — die Arbeitskammern der Caissons im Trockenen ausbetoniert und mit Beton auf $+ 1\text{ m}$ erhöht wurden, so daß höhere Wasserstände den Arbeitsfortschritt nicht mehr beirren könnten. Hierauf sind die Caissons einzeln auf die vorgeschriebene Tiefe ($- 6\text{ m}$) pneumatisch zu versenken.