Das amerikanische Panama-Kanal-Projekt unter besonderer Berücksichtigung der Gatun-Talsperre

Autor(en): **Bertschinger, Hermann**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **53/54 (1909)**

Heft 16

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-28131

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Bearbeitung zugrunde gelegt werden. Hierfür möchten wir empfehlen, noch zu untersuchen, ob nicht für die Gewinnung eines einheitlichen architektonischen Motivs am Marktplatz ein Vorsetzen der Bauten auf Arkaden im Erdgeschoss und Entresolhöhe, deren Pfeiler auf den Trottoirrand, in Fortsetzung des Randsteins an der Gerbergasse, stehen würden, der Gesamtgestaltung zu wesentlichem Vorzug gereichen würde.

Basel, 31. Dezember 1908.

Mit vorzüglicher Hochachtung

Das Preisgericht:

Th. Hünerwadel, Hochbauinspektor, Präsident.
G. Gull, Professor, Zürich. *E. Jung*, Architekt, Winterthur.
A. Hummel, Kaufmann. *G. Rensch*, Kaufmann.

Das amerikanische Panama-Kanal-Projekt
unter besonderer Berücksichtigung der Gatun-Talsperre.

Von *Hermann Bertschinger*, Ing.

Das Kanalprojekt hat in Bezug auf örtliche Lage und Längenprofil die verschiedensten Wandlungen durchgemacht. Die geschichtliche Entwicklung des Werkes bis zum Jahre 1903 schildert eine eingehende Darstellung aus berufener Feder in Bd. XLI., S. 4 und ff., wo auch Lageplan und Längenprofil des französischen Projektes (S. 18) zu finden sind, und auf die hier verwiesen sei. Der Plan eines Schiffahrtsweges durch den Nicaragua-See war lange in Erwägung; er diente den Amerikanern als Einschüchterungsmittel gegenüber den Franzosen. Als dann auch amerikanischerseits die Linie Colon—Panama als die richtigste erkannt war, gab die Frage, ob Schleusen- od. Schleusenfreier Kanal den Amerikanern sogar Anlass zur Einberufung einer internationalen Kommission von Ingenieuren. Diese sprach sich 1905 mit 7 gegen 5 Stimmen für den Bau des Schleusenfreien Kanals aus. Trotzdem entschied sich der Kongress für den Schleusenkanal, sich der Ansicht der nur aus Amerikanern zusammengesetzten Kommissionsminderheit anschliessend, mit der Begründung, dass in Amerika Schleusen der Leistungsfähigkeit eines Kanales keinen Abbruch getan hätten. Ganz ohne Schleusen wäre übrigens der Panamakanal nicht ausführbar, da der Niveau-Unterschied beider Meere bei Flut so gross ist, dass im Kanal eine Strömung von nahezu 11 *m/Sek.* entstünde, eine Geschwindigkeit, die eine sichere Fahrt der Schiffe verunmöglichen würde. Die

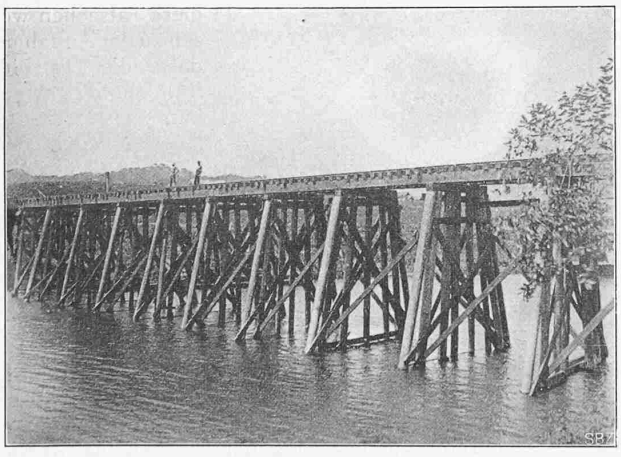


Abb. 8. Schüttgerüst im Chagres-Fluss.

Flut wird auf der atlantischen Seite durch die westindischen Inseln aufgehalten, kommt verspätet und mit der Ebbe teilweise ausgeglichen in Colon an. Sie beträgt dort nur 60 *cm*, während man an der pazifischen Küste Springfluten von 7 *m* beobachtet.

Das von den Amerikanern gewählte Tracé ist fast dasselbe, nach dem schon die erste französische Gesellschaft baute (Abb. 1). Es ist das eine der kürzesten von allen in Betracht gezogenen Verbindungen der beiden Ozeane und erfordert die geringsten Erdarbeiten. Die Länge von Tiefwasser zu Tiefwasser der Ozeane beträgt rund 80 *km*. Weitere Vorteile der Linie Colon—Panama liegen in der günstigen Bildung der Flusstäler zur Schaffung von Stauseen und in dem Vorhandensein von Meeresbuchten, in welche die beidseitigen Kanalmündungen gelegt werden können.

Der Kanal besitzt eine Scheitelhaltung von 25,92 *m* über mittlerem Meeresspiegel, die von der atlantischen Seite durch eine Treppe von drei Schleusen bei *Gatun* und vom Stillen Ozean mittels zweier Schleusen bei *Miraflores* und einer bei *Pedro Miguel* erreicht wird (Abb. 2). Die jetzige, erst im Frühjahr 1908 festgelegte Verteilung der Schleusen weicht von allen früheren Projekten ab. Die Miraflores-Schleusen waren beim französischen Projekt, um an Aushub zu sparen, bis in die Bucht von Panama vorgeschoben, und es sollte mittels zweier Dämme bei Sosa im Tal des Rio Grande ein Stausee mit einer Wasserspiegelhöhe von 16,77 *m* gebildet werden. Die in Sosa projektierten Schleusen hätten bis in den Ozean hinausgereicht, eine Anlage, die im Kriege hätte verhängnisvoll werden können, da das Tiefwasser nur etwa 6 *km* vom Ufer entfernt ist. Eine feindliche Flotte hätte dort ankern, die Schleusentore

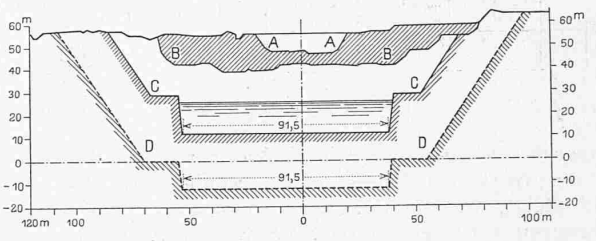


Abb. 3. Kanalprofil im Culebra-Einschnitt. — 1 : 3000.

A-A Aushub der französischen Gesellschaften. *B-B* Aushub der Amerikaner bis Februar 1909; *C-C* Profil des fertigen Kanals nach gegenwärtigem Projekt; *D-D* Vergleichs-Profil eines Niveau-Kanals (nach Eng. News).

beschiessen und leicht zerstören können. Diese Gefahr wird nun auf eine Entfernung von 13 *km* und in Anbetracht der durch einen vorgelagerten Hügel bewirkten Unsichtbarkeit der Schleusen sozusagen vermieden (indirektes Schiessen ohne Schussbeobachtung). Auch technische Gründe, wie schlechter Baugrund bei Sosa, sprachen für die Verlegung.

Die Panama-Eisenbahn, die Colon mit Panama verbindet, ist auch nach Vollendung des Kanales von grosser, hauptsächlich militärischer Bedeutung, zur raschen Beförderung von Truppen und zur ununterbrochenen Bewachung der Schleusen. Sie kann wegen der grossen Höhe, in der die Brücken über dem Kanal liegen müssten, nur auf einer Seite entlang geführt werden. Die Verlegung umfasst beinahe die ganze Strecke von Colon bis Panama; sie ist in Abb. 1 angedeutet.

Bei Colon beginnend, weicht das jetzige Projekt von allen früheren darin ab, dass der Kanal zuhinterst in der Limon-Bucht seinen Anfang nimmt. Die Amerikaner bauen die Bucht zu einem Hafen um, indem sie beim Eintritt in dieselbe Wellenbrecher anlegen, die eine Hafeneinfahrt von 300 *m* freilassen. Der Innenhafen wird eine Länge von nahezu 3 *km* und eine halb so grosse Breite haben. Mittels dreier Schleusen wird der Gatun-See erreicht, der in Richtung der Kanalachse eine Länge von fast 20 *km* haben wird. Bei Bas Obispo, da wo das Chagres-Tal im rechten Winkel abbiegt, beginnt die Durchquerung des Cordilleren-Gebirges, der Culebra-Einschnitt (Abb. 3). Die Böschung ist dort in Bermen und fast vertikale, z. T. bis 30 *m* über Wasserspiegel hohe Wände gegliedert. Bei Pedro Miguel wird die Scheitelhaltung durch den Abstieg über eine Schleuse von 9,45 *m* Hubhöhe verlassen und bei Miraflores mittels einer zweistufigen Schleusentreppe der Niveaukanal des Stillen Ozeans erreicht. Dieser durchzieht bis zu seiner Ausmündung ins Meer bei La Boca gesundheitschädliches Sumpfland, das zum Zwecke der Sanierung bis über Fluthöhe (6 bis 7 *m*) mit der Ausbruchmasse aus dem Culebra-Einschnitt aufgeschüttet wird. Von La Boca erstreckt sich in gerader Linie ein Wellenbrecher bis nach Noas Island.

Er wird 3 *km* Länge, eine wachsende Höhe von 8 bis 16 *m*, eine Kronenbreite von 15 *m* und ein Kubikmass von 2 Mill. m^3 haben. Dieser Damm soll einen ruhigen Hafen bei La Boca sichern und dessen Versandung verhüten.

Die *Gatun-Talsperre* ist eines der grössten, aber auch gefährdetsten und in Lage und Bauart angefochtensten Bauwerke des Panama-Kanals. Der Gatun-See, dessen Bildung sie dient, ist in erster Linie dazu notwendig, die plötzlich eintretenden Hochwasser des Chagres-Flusses aufzunehmen, die sich periodisch von den stark bewaldeten und mit einer der ganzen Gegend eigentümlichen, üppigen Vegetation versehenen, stark zerklüfteten Hängen in das Chagres-Tal ergiessen. Die Wassermenge des Flusses fällt in der trockenen Jahreszeit auf weniger als 8,5 $m^3/Sek.$ und steigt, wie im Dezember 1900, gegen das Ende der Regenzeit auf gegen 2000 $m^3/Sek.$ Zur Aufnahme solcher Hochfluten wäre ein Stausee auch bei einem schleusenfreien Kanal notwendig gewesen. In allen früheren Projekten waren Stauseen vorgesehen. Dem Schleusenkanal muss er auch zur Speisung der Scheitelhaltung dienen. Die Topographie ist der Erfüllung des Zweckes günstig, weniger die geologischen Verhältnisse. Die Projekte von 1899 und 1901 zeigten eine Talsperre bei Bohio, wo das Tal besonders eng ist. Von den Amerikanern ausgeführte Bohrungen ergaben jedoch das Vorhandensein wasserhaltender, poröser Materialien, sowie dass der Fels an der für den Bohio-Damm topographisch günstigsten Stelle 50 *m* unter Meeresspiegel und 80 *m* unter Erdoberfläche liege. In Gatun (Abb. 4) sind die Verhältnisse aus folgenden Gründen günstiger: 1. Besserer Baugrund für Damm und Schleusen; 2. Grössere Bewässerungsfläche der Scheitelhaltung; 3. grösserer Sammelraum zur Aufnahme der Hochfluten und Speisung der Scheitelhaltung; 4. Ausgedehntere Binnensee-Schiffahrt (um 15 *km*), also längere Fahrt im Süsswasser, in welchem die Seetiere von den Schiffswandungen abfallen; 5. Ablauf des Seewassers in den Chagres an einer Stelle, wo letzterer vom Kanal endgiltig abzweigt, sodass die Notwendigkeit eines Seitenkanales oder die Errichtung eines Schutzdammes der Kanallinie entlang entfällt.

In dem *geologischen Querprofil* (Abbildung 5) des Gatun-Tales sind die beiden tiefen Einsenkungen im Fels, die mit alluvialem Material ausgefüllt sind, auffallend. Die Bohrungen erreichten dort festen Fels in einer grössten Tiefe von 80 *m*. Die obersten 20 *m* sind eine nicht tragfähige Schlamm-, Schlick- und Anschwemmungsformation. Bei den darunter liegenden 40 *m* zeigten einige Bohrungen feinen Sand, während andere nahe dabei aufgeweichten Lehm erkennen liessen. Immerhin kann diese Schicht schon als tragfähiger bezeichnet werden; dieser Umstand hat übrigens in Anbetracht der gewaltigen zur Verfügung stehenden Schüttmasse wenig zu bedeuten. In den untersten 20 *m* findet sich poröser Sand und Kies vor. Bei einigen der tiefsten Bohrlöcher floss das Wasser über, obschon die Mündung über Flusswasserstand lag, ein Beweis, dass das heraustretende Wasser ohne Verbindung mit dem Fluss steht, d. h. dass die Lehmschicht auf grössere Entfernung undurchlässig sein muss. Für den Bau bedeuten diese Erscheinungen keine Gefahr, auch dann nicht, wenn das eingeschlossene Wasser einen Abfluss finden sollte. Dem Unternehmen feindlich gesinnten Zeitungen genügten die im November 1908 eingetretenen Senkungen, um zu behaupten, an der Dammbaustelle befinde sich ein unterirdischer See. Das ist schon deshalb nicht möglich, weil das Wasser in verschiedenen Bohrlöchern ganz verschieden hoch stieg. Man hat es mit einzelnen von einander getrennten Wasseradern zu tun. Alle diese Tatsachen weisen zu der Annahme, dass die Talsohle früher höher gelegen hat. Das jetzt unter Meeresspiegel liegende und mit alluvialem Material ausgefüllte Felstal ist durch Erosion entstanden und bei spätern vulkanischen Tätigkeiten, die der ganzen Gegend das Gepräge gaben, etwa 80 *m* gesunken. Die auf Grund solcher geologischen Verhältnisse vermuteten Einwirkungen auf den Bau sind, wie angedeutet, bereits in Erscheinung getreten. Am 21. November 1908 ist ein Teil des stromaufwärts gelegenen Steindammes um etwa 6 *m* gesunken. Während mehrerer vorausgegangener Wochen machte sich auch eine Rutschung unter dem Schüttgerüst der verlegten Panama-Eisenbahn in Gatun bemerkbar.

Das Amerikanische Panama-Kanal-Projekt mit der Gatun-Talsperre.

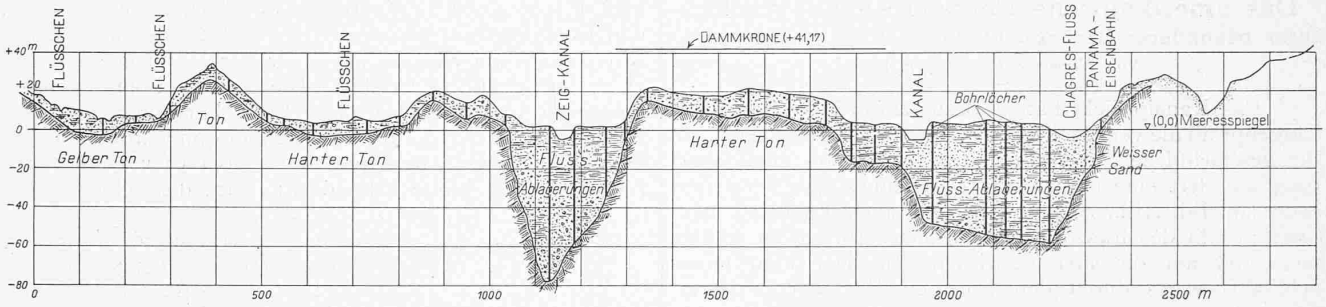


Abb. 5. Geologisches Profil längs der Gatun-Talsperre. — Masstab f. d. L. 1 : 15 000, f. d. Höhen 1 : 3500.

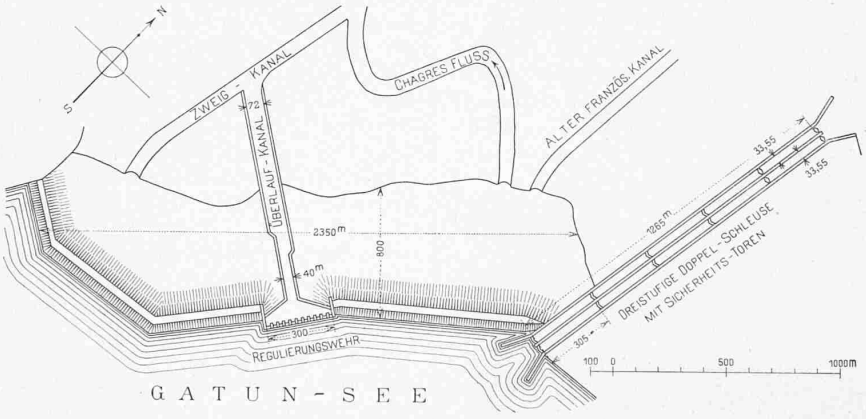


Abb. 6. Lageplan des Gatun-Dammes. — 1 : 30 000.

Der Gatun-Damm (Abb. 6) wird sich von der westlichen bis zur östlichen Berglehne ausdehnen. Am äussersten östlichen Ende wird die dreistufige Doppelschleusentreppe auf einem Hügel erbaut. Der Damm selbst zerfällt

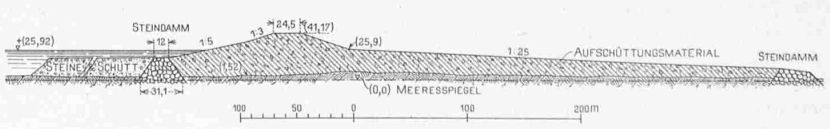


Abb. 7. Querprofil durch den Gatun-Damm. — 1 : 6000.

in zwei Teile, der eine von den Schleusen bis zum Ueberlaufkanal und der andere vom Ueberlaufkanal bis zur westlichen Berglehne sich erstreckend. Der Ueberlauf führt durch einen kleinen Hügel, der sich in der Mitte des Dammes befindet. Schleusen, Wehr und Ueberlaufkanal liegen also auf gewachsenem Boden, die Schleusen sogar ausschliesslich auf Fels. Für den Durchfluss des Chagres werden können. Das Regulierungswehr soll 4000 $m^3/Sek.$ schleusen können, wenn das Wasser im See nicht höher als 0,3 *m* über M. W. steht. Das Wehr und der Ueberlaufkanal samt Sohle werden in Beton hergestellt.

Jede der drei *Schleusen* wird 305 *m* lang, 33,5 *m* breit und 12,6 *m* tief. Am Fuss und am Kopf einer jeden Schleusentreppe werden Schutztore angebracht, die als

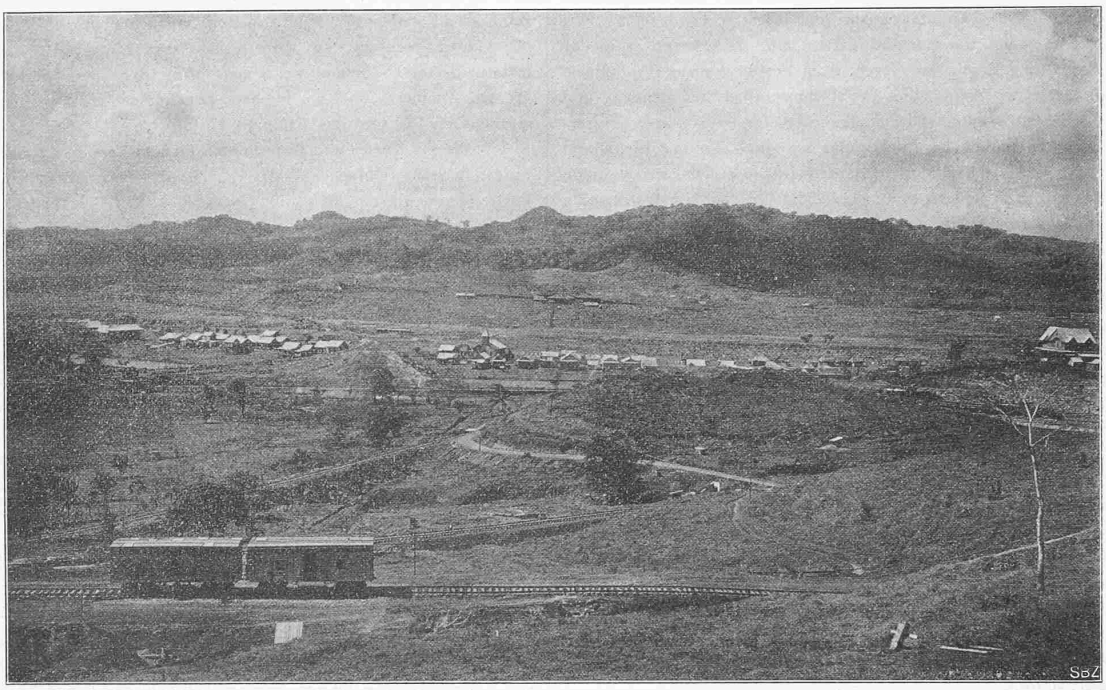


Abb. 4. Blick auf Gatun, die Baustelle der grossen Talsperre.

ist ein provisorischer Einschnitt von 100 *m* Breite bereits ausgehoben und im Januar betoniert worden. Drei alte Wasserrinnen laufen durch die Dammanlage: erstens jene des Chagres und dessen östlicher Zweigkanal am Fusse der östlichen Berglehne; zweitens die des alten französischen Kanals, der von Colon 20 *km* landeinwärts bis Bohio gebaggert wurde, und drittens der westliche, ebenfalls von den Franzosen gebaute Zweigkanal, der das Wasser des Chagres von dem zu grabenden Kanal fernzuhalten hatte.

Der Bauvorgang besteht im Erstellen von zwei parallelen, ungefähr 800 *m* von einander entfernten, quer durch das Tal sich erstreckenden Steindämmen, und in der hydraulischen Einschwemmung des Zwischenraumes mit Sand und Schlamm. Bezüglich der Abmessungen sei auf die Abbildungen 6 und 7 verwiesen. Das Aufschüttungsmaterial zwischen den Steindämmen, ungefähr 2,5 Mill. m^3, wird unmittelbar unterhalb Gatun im Chagres-Tal gewonnen. Es wird mit Wasser gemischt und mittels langer Druckleitungen durch Pumpenbagger dem Ablagerungsplatz zugeführt. Das Wasser sickert durch die Steindämme in den Chagres zurück, das Zurückgebliebene wird eine kompakte und homogene Masse bilden. Das Material für die Steindämme muss zum grossen Teil aus dem Culebra-Einschnitt, im Mittel rd. 25 *km* weit herbeigeschafft werden. In den letzten zwanzig Jahren hatte sich der französische Kanal mit Schlamm und Schlick gefüllt. Man unterliess es, vor der Schüttung des obern Steindammes die tragunfähige Masse zu entfernen. Gemäss den Erwartungen presste sie der Damm durch sein Gewicht etwa 60 *m* seitwärts, wodurch die obenerwähnte Senkung entstand. Die Aufschüttung wird so lange fortgesetzt, bis die Dammkrone die erforderliche Höhenlage beibehält.

Durch das in Verbindung mit der Talsperre projektierte, bereits erwähnte Regulierungswehr soll ein Steigen des Seewasserstandes um mehr als 0,6 *m* über Normalwasserstand, selbst bei grösstem Hochwasser, vermieden Rolltore ausgebildet dem Anprall eines Schiffes einen grössern Widerstand entgegensetzen können als Stemmtore. Eine weitere Anlage zur Vermeidung von Zerstörungen bilden lange, durch Seitenmauern eingeschlossene Einfahrten, in welchen die zu grossen Geschwindigkeiten der Schiffe durch Vertauungen verzögert werden können. Der Aushub für die Schleusen beträgt rd. 3 Mill. m^3, wovon 2,7 Mill. m^3 Grab- und 0,3 Mill. m^3 Baggerarbeit; er ist bereits vollendet. Die Schleusen werden vollkommen in Beton hergestellt mit einem Gesamtaufwand von 1,15 Mill. m^3 Beton. Unterhalb den Schleusenböden der obersten und der mittleren Schleuse sind Sperrmauern von beträchtlicher Tiefe errichtet, um allfälliges Sickerwasser unter den Schleusen aufzuhalten. Von den Baumaterialien werden Steine, Kies und Sand in unmittelbarer Nähe gewonnen, wogegen die gesamte Zementlieferung der „Atlas Portland Cement Co." U. S. A. übertragen worden ist. Die die Materialien aus den Vereinigten Staaten herbeiführenden Schiffe können durch den, von den Amerikanern vertieften, französischen Kanal bis zur Baustelle gelangen. Die Betonarbeiten sind seit Januar 1909 mit Benützung grossartiger maschineller Herstellungs- und Förderungseinrichtungen im Gange, worüber später berichtet werden soll.

Miscellanea.

Schweizerisches Gesetz über Mass und Gewicht. Der «*Schweizerische Elektrotechnische Verein*», der «*Verband Schweiz. Elektrizitätswerke*» und die «*Technischen Prüfanstalten des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins*» haben bezüglich der Fassung des Art. 13 des in Beratung befindlichen Bundesgesetzes über Mass und Gewicht eine Eingabe an den Bundesrat gerichtet, mit der sie eine Abänderung des erwähnten Artikels beantragen und begründen.

Nach dem Gesetzentwurf sollte dieser lauten:

«Art. 13. In Handel und Verkehr dürfen nur geeichte Längen- und Hohlmasse, Gewichte, Wagen, Thermoalkoholometer, Gas- und Wassermesser und elektrische Messinstrumente zur Verwendung kommen.