

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



4461

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000294625

Der Panama-Kanal



X  
2.039



# Der Panama-Kanal











# Ueber Geschichte und Bau des Panama-Kanales

(mit 9 graphischen Beilagen und 40 Text-Abbildungen  
nach offiziellen Photographien)

Von

a. Professor K. E. HILGARD, M. A. S. C. E.  
Ingenieur-Konsulent in Zürich

*F. N. 37223*



ZÜRICH (1915)

Illustrationen, Druck u. Verlag: Art. Institut Orell Füssli

*548*

*54*

*X*  
*2039*



4461

Akc. Nr. \_\_\_\_\_

252/20

## Inhalts = Verzeichnis

	Seite
1. Einleitung . . . . .	7
2. Kurzer Ueberblick der Geschichte des Kanales . . . . .	9
3. Allgemeine Beschreibung des Kanales. Das allgemeine Technische sowie Sonderprobleme des Kanalbaues und die Kanalzone. Organisation der Kanalkommission . . . . .	18
4. Hygiene und Sanierung der Kanalzone . . . . .	25
5. Die einzelnen Bauten . . . . .	
a) Der grosse Staudamm und künstliche Stausee bei Gatun . . . . .	35
b) Die Schleusentreppen bei «Gatun», «Pedro Miguel» u. «Miraflores» . . . . .	40
c) Der Culebra-Einschnitt . . . . .	51
d) Hilfs- und Nebenanlagen . . . . .	60
6. Die wichtigsten Arbeitsmaschinen und wesentlichsten Arbeitsleistungen . . . . .	68
7. Die Arbeiter- und Lebensverhältnisse . . . . .	78
8. Die Vollendung des Kanales und die Sicherung seines Betriebes. Seit-herige Rutschungen im Culebra-Einschnitt . . . . .	83
9. Die Erbauer des Kanales . . . . .	94
10. Bedenken und Einwendungen gegen die erfolgreiche Vollendung und Benutzung des Kanales . . . . .	97
11. Vergleich des Panama-Kanales mit einigen anderen Meereskanälen . . . . .	103
12. Die Bedeutung des Panama-Kanales für Nord-Amerika und den Weltverkehr . . . . .	105
13. Baukosten und Schluss . . . . .	108
14. Einige Angaben über neuere einschlägige Literatur . . . . .	110
15. Verzeichnis der graphischen Beilagen und Abbildungen . . . . .	112





## 1. Einleitung.

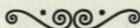
Der Kürze der zu einem Einzel-Vortrage\*) zur Verfügung stehenden Zeit halber beschränkt sich derselbe bezüglich des *Baues* so ziemlich auf das wesentlichste, das allgemeines Interesse erwecken und auch allgemeinem Verständnis begegnen dürfte. Die Mitteilungen über die Bauarbeiten fassen auf dem, was der Vortragende im Juli 1912 während eines zehntägigen Aufenthaltes auf dem Isthmus von Panama, zum Zwecke des Studiums der damals, kurz vor der Füllung des Gatun-Stausees, für einen Bauingenieur im interessantesten Stadium befindlichen Arbeiten am Kanal, an Ort und Stelle gesehen, und von den ihn auf den einzelnen Baustellen begleitenden bauleitenden Ingenieuren erfahren hat. Die bereits einen Zeitraum von 400 Jahren umfassende Geschichte des Kanals kann des beschränkten Umfanges des Vortrags halber nur ganz cursorisch gestreift werden. Der Vortrag behandelt zwar ein vorwiegend geographisch-weltwirtschaftlich, sowie namentlich verkehrspolitisch, verkehrs- und bautechnisch hervorragendes Menschenwerk. Dennoch erschien er berechtigt, unter den Auspizien der naturforschenden Gesellschaft in Zürich zuerst gehalten und nun auch gedruckt zu werden. Sind es doch namentlich die Resultate eingehender *naturwissenschaftlicher* Forschungen auf dem Gebiete der Meteorologie, Hydrologie, Klimatologie, Geologie, Physik, Biologie und vor allem aber der *Medizin* im weitesten Sinne des Wortes, die in einem ganz hervorragenden Masse den Erfolg des kühnen Unternehmens beeinflusst, ja überhaupt ermöglicht haben. Mit mehr denn nur etwelcher Berechtigung ist gesagt worden, der Kanal sei in erster Linie mit Hilfe des Mikroskopes gebaut worden. Die nahe bevorstehende feierliche Einweihung dieses grössten Ingenieur-

---

\*) Der Vortrag wurde im Laufe des Monates März d. J. z. T. mit mehr oder weniger wesentlichen Aenderungen, oder Ergänzungen in technischer Hinsicht, namentlich aber unter starker Kürzung der Geschichte des Kanal-Unternehmens, auch in den Ingenieur- und Architekten-Vereinen bezw. Naturforschenden Gesellschaften in Zürich, Chur, St. Gallen, Aarau, Basel und Bern auf deren Einladung hin wiederholt.

Bauwerkes aller Zeiten, dessen erfolgreiche Beendigung neue Lösungen einer grossen Anzahl z. Teil auch ganz neuer wissenschaftlicher Probleme erforderte, dürfte eine gedrängte Uebersicht des Wesentlichsten über die Geschichte, und den Bau des Panamakanals in dieser Form und zu dieser Zeit besonders erwünscht machen. Eine erschöpfende Abhandlung über die Geschichte, die Bauvorgänge und die weltwirtschaftliche, sowie politische Bedeutung des Kanals ist keineswegs beabsichtigt. Aus diesem Grunde ist am Schlusse auf einige neuere einschlägige Litteratur, die bereits eine sehr reichhaltige geworden ist, hingewiesen.

In dieser Drucklegung des Vortrages sind 49 der wesentlichsten von zirka 80 vom Vortragenden jeweils erläuterten Projektionsbildern nach Karten, graphischen Tabellen und offiziellen photographischen Aufnahmen als Beilagen bezw. Abbildungen zum Text wiedergegeben.



## 2. Kurzer Ueberblick der Geschichte des Kanals 1502 — 1915.

Der Panama=Kanal ist auf geschichtlichem Boden gegraben worden. Schon im Jahre 1502 hatte Columbus auf seiner vierten und letzten Ausreise nach Central=Amerika und in das Caraibische Meer die vermeintliche Ostküste seines vermeintlichen Indiens, die Ostküste der heutigen Republiken Costa Rica und Panama entdeckt. Er war ja auf der Suche nach der westlichen Einfahrt in die, wie er als italienischer Seemann wusste, etwa zehn Tagereisen südöstlich von der Mündung des Ganges (Calcutta) gelegene indische Meerenge, die heutigen Straits von Malakka (Singapore). Ohne jedoch diese Straits gefunden zu haben, starb dennoch Columbus im seligen Glauben, die Ostküste von Asien, statt wie es der Fall war, die Ostküste von Central=Amerika und die Nordküste von Südamerika, vom heutigen Honduras bis zur Insel Trinidad und der Mündung des Orinoco, entdeckt und für seinen spanischen König als die sehr goldreiche Provinz «Veragua» in Besitz genommen zu haben.

Im Jahre 1513 war es der Spanier Vasco Nunez de Balboa, einer der Nachfolger des Columbus, welcher auf der Suche der nach einer bis heute noch erhaltenen Sage der Eingeborenen von «Veragua» bestehenden natürlichen Durchfahrt für Schiffe, vom Caraibischen Meer nach einem westwärts gelegenen grossen Meere, den heutigen Isthmus von Panama zuerst durchquerte, und nach Ueberschreiten der Wasserscheide, etwa beim heutigen Culebra=Einschnitt, in der Tat in südlicher Richtung als erster Europäer das stille Meer erblickte. Bald darauf badete er an der Stelle der in 1519 erbauten alten Stadt Panama seine Füsse darin, und nahm so den späteren «Stillen Ozean» in seiner ganzen Ausdehnung als „Südsee“ für seinen König, also in höchst friedlicher Weise, in Besitz.

Schon im Jahre 1534 hatte König Karl I von Spanien (der deutsche Kaiser Karl V) auf Grund der Ueberzeugung des 1529 verstorbenen Gefährten von Balboa, Alvaro de Saavedra, dass kein natürlicher Wasserweg die beträchtliche Erhebung über das Meer im

Innern des Isthmus durchbrechen könne, bereits ein Projekt eines künstlichen Wasserweges vom «Rio Chagres» nach dem stillen Ozean studieren lassen. Nach seinem der weiteren Verfolgung des Projektes hinderlichen Tode und aussichtslosem Studium auch der Nicaragua-Kanalroute, entschied dann im Jahre 1567 sein frommer Nachfolger Philipp II, von Mönchen wohl beraten, dass: *„was von Gott vereint nicht von Menschenhand getrennt werden dürfe“!*

Ueber die Besitznahme des stillen Ozeans und seiner goldreichen Küsten durch Spanien erregt, zerstörten im Jahre 1671 die Engländer unter der Führung des «Buccaneer» (Seeräuber) Sir Henri Morgan die alte Stadt Panama vollständig. Doch gelang es England nicht, sich den so erworbenen Besitz auf alle Zeiten zu erhalten. Panama wurde bald von den Spaniern an der jetzigen Stelle, näher gegen die Mündung des Rio Grande hin neu aufgebaut.

Um das Jahr 1800 erst erregte die Idee eines Isthmischen Kanals wieder ernstliches Interesse und zwar vornehmlich bei Alexander v. Humboldt. Er studierte eine Anzahl von Routen, hielt die Durchquerung bei Panama für nahezu *unausführbar*, der grossen Erhebung der Wasserscheide wegen, und empfahl die Route von Tehuantepec. Der einem Dekret der damals noch jungen und verheissungsvollen Republik Mexiko vom Jahre 1824 über die Durchquerung des Isthmus von Tehuantepec, mittels eines Kanals, zu Grunde liegende Gedanke beschäftigte auch den all umfassenden Geist eines «Goethe» aufs lebhafteste. Seinem Freunde Eckermann schrieb er, der frühern Ansicht der spanischen Mönche entgegentretend, am 21. Februar 1827 in einem somit ketzerischen Brief wie folgt: «Humboldt hat mit seiner grossen Sachkenntnis andere Punkte angegeben, an denen durch Benutzung einiger Flüsse, die in den Golf von Mexiko münden, der Zweck viel besser erreicht werden kann als bei Panama. Alles dies ist natürlich der Zukunft vorbehalten und einem unternehmendem Geiste. So viel ist jedoch sicher, dass, wenn es gelingt, einen Kanal vom mexikanischen Golf nach dem stillen Meere durchzulegen, der ganzen Menschheit, der zivilisierten wie der unzivilisierten, zahllose Wohltaten erwachsen würden». In wahrhaft prophetischer und politischer Voraussicht schloss er wie folgt: «Aber es würde mich wundern, wenn die Vereinigten Staaten von Nordamerika sich die Gelegenheit entgehen lassen sollten, um ein solches Werk in ihre Hand zu bekommen. Ich wiederhole deshalb, dass es absolut unerlässlich ist, für die Vereinigten Staaten einen Durchgang vom Golfe nach dem stillen Meer zu ermöglichen,

und ich bin sicher, dass sie es tun werden. Würde ich doch das noch erleben können, doch es wird nicht der Fall sein». In der Tat ist die Geschichte Goethes Voraussicht, und sind die Vereinigten Staaten Goethes Rat 77 Jahre nach dessen Aeußerung in der Hauptsache gefolgt.

«Durch die im Jahre 1848 erfolgte Angliederung des bisher mexikanischen Californiens an die Vereinigten Staaten von Nordamerika, und die ganz kurz darauf dort gemachten reichen Goldfunde, entwickelte sich rasch ein sehr reger Verkehr von und nach dem sofort das Ziel vieler Tausend Einwanderer gewordenen neuen Staate der Union. Dieser Umstand veranlasste denn auch drei amerikanische Privatunternehmer schon in den Jahren 1849 bis 1855, zur Erleichterung dieses Verkehrs, eine Eisenbahn von «Aspinwall», der heutigen Stadt «Colon», nach Panama zu bauen. Der Bau erforderte zwar infolge verheerender Fieber, zur Verzweiflung treibender Insektenplage, Strapazen und Entbehrungen, ganz enorme Opfer an Menschenleben — «unter jeder Bahnschwelle sei die Leiche eines chinesischen Arbeiters begraben», ist jedoch eine sinnlose französische Uebertreibung — und erfolgte unter einer Konzession, die im Jahre 1848 für einen Kanal *oder* eine Bahn erteilt worden war von der seit 1823 von Spanien abgefallenen Republik Neu Granada, den heutigen Vereinigten Staaten von Columbia. Eine bereits im Jahre 1838 von Neu Granada an eine französische Gesellschaft erteilte Konzession war unbenutzt geblieben. Im Jahre 1869 befürwortete und veranlasste der Präsident der Vereinigten Staaten, General Grant, Vermessungen für einen im Interesse seines Vaterlandes zu bauenden Kanal von Aspinwall nach Panama. Weiter geschah aber nichts, bis im Jahre 1876 Lieut. L. N. B. Wyse, als Vertreter einer französischen Gesellschaft, neue Vermessungen unternahm, die in einer von der Republik der Vereinigten Staaten von Columbia kurz zuvor seinem Schwager, dem in Ungarn geborenen italienischen General Türr, dem Präsidenten dieser Gesellschaft, durch Vermittlung von Ant. Gorgoza tatsächlich erteilten Konzession für einen Kanal durch die Landenge von Darien vorgesehen waren, und dann diese Konzession von Türr erwarb. Die Panama-Eisenbahn genügte den Bedürfnissen eben nicht. Die als Ersatz für die Türr'sche Konzession durch Vertrag mit der Columbischen Regierung 1878 erweiterte, nun Wyse'sche Konzession wurde 1879 von einer von Lesseps in optimistischer Weise gegründeten neuen Gesellschaft — Lesseps hatte in den Jahren 1859 bis 1869 den Suez-Kanal erbaut

— käuflich erworben, worauf bald mit dem Bau eines Meeresniveau-Kanales zwischen Colon und Panama mit grossen Hoffnungen im grossartigsten Stile begonnen wurde. Die gesamten Baukosten waren auf 1250 Millionen Franken, die erforderliche Bauzeit auf 12 Jahre veranschlagt worden. Wohl an die 30 verschiedene Routen und Projekte, darunter mehrere mit längeren oder kürzeren *Kanaltunnels*, (mit einem lichten Querschnitt von 47,5 m Höhe und 36,5 m Breite für eine Füllungstiefe von 12,5 m in der Kanalaxe) waren im Laufe der Zeit vor der definitiven von Lesseps gewählten Route studiert worden.

Die Arbeiten unter Lesseps schritten ungeachtet enormer Opfer an Menschenleben, die dem Fieber und andern Krankheiten erlagen, und trotz der alle Voraussicht und Rechtfertigung weit übersteigenden finanziellen Aufwendungen bis zum Jahre 1888 fort. In diesem Jahre wurde seine „*Compagnie Universelle du Canal Interocéanique*“ bankrott und die Arbeiten am Kanal wurden von da ab zunächst durch einen *Liquidator* fortgeführt. Von 1895 bis zum Jahre 1904 wurden sie dann von einer neu gegründeten französischen Gesellschaft — der „*Compagnie Nouvelle du Canal de Panama*“ — mit einer kleineren Zahl von Arbeitern meistens nur soweit gefördert als nötig war, um die Konzession aufrecht erhalten zu können. Unter der drückenden Last einer gerichtlichen Anklage mit seinem Sohne Charles, dem Vizepräsidenten der einstigen «Compagnie Interocéanique», an dem für ganz Frankreich ebenso ruinösen wie schmachvollen «Panama=Skandal» selbst schwere Schuld zu tragen, starb der vormalige französische Consul in Alexandria, und spätere Erbauer des Suez-Kanales, einst von der ganzen Welt als grösster Ingenieur gefeierte Graf Ferdinand v. Lesseps im Dezember 1894 im hohen Alter von 89 Jahren. Das letztere schien ihn noch erst ein Jahr zuvor tragischerweise allein vor einer tatsächlichen Verurteilung zu schützen. Er starb als ein durch die erschütternde Schicksalstragödie an Körper und Geist völlig zusammengebrochener Greis.\*)

Schon im Jahre 1887 waren inzwischen von dem bedeutenden amerikanischen Ingenieur James B. Eads für den Bau einer Schiffeisenbahn zum Transport von Meerschiffen auf Radgestellen über die Landenge von Tehuantepec Erfolg versprechende Vorarbeiten

---

\*) Ferdinand v. Lesseps in Buch berühmter Ingenieure v. Dr. Richard Hennig. Leipzig O. Spamer 1911.

und Propaganda gemacht worden. Mit dem bald darauf verstorbenen Eads wurde aber auch sein grossartiges Projekt begraben. An dessen Stelle trat dann die von Mexiko erbaute und im Jahr 1894 dem Betriebe übergebene *Tehuantepec-Eisenbahn* von *Coatzacoalcas* bzw. Vera Cruz am Golf von Mexiko nach *Salina Cruz* am Golf von Tehuantepec im stillen Ozean, die heute noch einen grossen transkontinentalen Verkehr bewältigt.

Dem Panama-Unternehmen, speziell seiner neuen Finanzierung, gereichten diese Ereignisse nicht zum Vorteil. Trotzdem schon gegen Ende des Lesseps'schen Regimes, um die Baukosten zu vermindern, das ursprünglich angenommene Projekt für einen Kanal auf Meeresniveau aufgegeben, und durch das entsprechend modifizierte Projekt eines Schleusenkanales mit hochliegender Scheitelhaltung, der eine bedeutend geringere Einschnittstiefe bei Culebra erforderte, ersetzt worden war, sah sich die neue Kanalgesellschaft gegen Ende der neunziger Jahre ausser Stande, noch weitere Mittel für die Vollendung des Kanals aufzubringen, für den seit 1879 bis dahin bereits Anlehens-Titel im Nominalbetrage von über zwei Milliarden Franken ausgegeben, für deren Gegenwert aber nur zirka 1300 Millionen an bar eingegangen und für den Kanalbau und leider auch viele andere Zwecke während zirka 20 Jahren verausgabte, z. Teil auch sinnlos vergeudet oder veruntreut worden waren.

Im Jahre 1899 begannen die Vereinigten Staaten Schritte, das Panama-Unternehmen zu erwerben, fanden aber die von der französischen Gesellschaft geforderte Kaufsumme von 560 Millionen Franken auf Grund eines geradezu klassischen Experten-Gutachtens vom Jahre 1901 zu hoch und entschieden sich, den unter diesen Verhältnissen billigeren Nicaragua-Kanal zu bauen. Die Experten-Kommission hatte gefunden, dass das zuletzt befolgte französische Projekt für einen Schleusenkanal bedeutende Abänderungen erfahren müsse, so dass die in einem neuen rationellen Projekte eines typisch und ausschliesslich amerikanischen Schleusenkanales verwertbaren bisherigen französischen Arbeiten, einschliesslich der sehr wertvollen hydrologischen Studien besonders der letzten französischen Panama Kanal-Bau Gesellschaft, zum Zweck einer berechtigten Bevorzugung des Panama-Kanales auf höchstens 200 Millionen Franken bewertet werden könnten. Durch die Aussicht, infolge des nun seitens der Vereinigten Staaten beschlossenen Baues des Nicaragua-Kanales, die bereits geleisteten Arbeiten am Panama-Kanal nebst Installationen am Ende gar nicht verwerten zu können, bot nun die französische

Gesellschaft ihr Eigentum um den Schätzungswert der Experten von 200 Millionen Franken der amerikanischen Regierung zum Kaufe an. Die Annahme dieses Angebots konnte aber zunächst nicht erfolgen, da inzwischen die Regierung der Vereinigten Staaten von Columbia ihre, durch den vorsorglichen «Hay-Herran» Vertrag vordem vereinbarten Forderungen für eine Uebertragung der französischen Konzession auf die Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika, nebst gänzlicher Abtretung einer 16 Kilometer breiten Kanalzone zu ausschliesslichem Eigentum an letztere, in höchst gewinnsüchtiger und direkt wortbrüchiger Weise wiederum in die Höhe geschraubt hatte.

So trat das Nicaragua-Projekt noch einmal in den Vordergrund. Da aber die Provinz Panama der Vereinigten Staaten von Columbia des Kanals nicht verlustig gehen wollte, brach im Oktober 1903 eine der in Columbia und auch in allen andern centralamerikanischen Staaten, mit der einzigen Ausnahme von Costa Rica, fast alljährlichen Revolutionen aus. Bei dieser Revolution scheint zweifellos der damals in den Vereinigten Staaten anwesende frühere Oberingenieur von Lesseps, Buneau-Varilla, der sich zum Diplomaten ausgebildet hatte, im Interesse der französischen Gesellschaft erfolgreich die Hand im Spiele gehabt zu haben. Dieser Revolution folgte die Unabhängigkeitserklärung an Columbia und Konstituierung einer selbständigen Republik „Panama“. Die Vereinigten Staaten anerkannten die neue Republik Panama ohne Zeitverlust und erhielten nun von ihr durch Vermittlung des seither zum Gesandten der letzteren in Washington ernannten Buneau Varilla, um den früher durch den sogenannten «Hay-Herran» Vertrag mit Columbia festgesetzten Preis von 50 Millionen Franken, nebst einer jährlichen Zahlung von zirka  $1\frac{1}{4}$  Millionen Franken, die Konzession für den Bau und Betrieb des Kanals und die gänzliche Abtretung einer 16 Kilometer breiten Kanalzone mit unbeschränktem Verfügungsrecht innerhalb deren Grenzen. So konnte im Jahre 1904 der Bau des amerikanischen Schleusenkanals durch die Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika unter einer Ziviladministration begonnen werden.

Schon vor dem Bau des Suez-Kanals hatte England der s. Zt. französischen Suezkanal-Gesellschaft als der Verfechterin eines nutzlosen «Schwindel»-Unternehmens unzählige diplomatische und andere Schwierigkeiten in den Weg gelegt. Als sich dann der Suezkanal nach seiner Vollendung im Laufe der Jahre im Betriebe als ein äusserst gewinnbringendes und gerade der englischen Politik und Schiffahrt

äusserst nützlichem Unternehmen zu erweisen begann, gelang es auch Englands diplomatischer und namentlich finanzieller Uebermacht den Kanal ganz in seine Obhut zu nehmen. In ähnlicher Weise hatte auch die damals der nordamerikanischen zweifellos überlegene englische Diplomatie, als eine Art Gegengewicht zur «Monroedoktrin» der Regierung der Vereinigten Staaten zunächst durch den «Clayton-Bulwer» Vertrag, der später durch den für die Vereinigten Staaten etwas annehmbareren «Hay-Pauncefote» Vertrag ersetzt wurde, schon längst schweres Alpdrücken verursacht, und vermutlich schon in den siebziger Jahren den amerikanischen Kongress, unter General Grant's Präsidentschaft, für einen amerikanischen Panama-Kanal ganz entmutigt, so dass dessen Bau dann so später von den Franzosen begonnen wurde.

Trotz des im Jahre 1912 erfolgreichen Versuches des früheren Präsidenten Taft der Vereinigten Staaten von Nordamerika als gewandter Jurist den Vertrag mit England etwas anders, und gewisse Stipulationen bezüglich des Kanalzolles mehr zu Gunsten der amerikanischen Küstenschifffahrt auszulegen, hat sein Nachfolger, der jetzige Präsident Wilson, von neuem in den für Diplomaten scheinbar so sauren Apfel der Aufrichtigkeit gebissen, und den Kongress veranlasst England gegenüber am «Hay-Pauncefote» Verträge festzuhalten. Dadurch ist den Vereinigten Staaten die Erreichung eines grossen nationalwirtschaftlichen Vorteiles zu Gunsten der amerikanischen Schifffahrt, gegenüber derjenigen der andern Länder, und besonders der ja alle Meere beherrschenden Schifffahrtsmacht Englands, in dem aus amerikanischem Gelde erbauten Panama-Kanal verlustig gegangen. So haben sie die gleiche Abgabepflicht für die gesamte amerikanische Schifffahrt und damit eine alte diplomatische Schlappe — von England bescheert — neuerdings wieder anerkannt.

War nun der im Jahre 1904, zunächst in Form von Vorbereitungen und Einrichtungen an die Hand genommene Bau, nach dem amerikanischerseits abgeänderten Projekte eines Schleusenkanales unter einer Zivilverwaltung mit J. F. Wallace als Oberingenieur, durch eine besondere «Kanalkommission», bereits energisch gefördert worden, so erlitt der Fortschritt der Arbeiten gegen Ende 1905 eine neue Dämpfung, nachdem eine allgemeine Strömung gegen einen Schleusenkanal zu Gunsten eines Kanales auf Meeresebene eingesetzt hatte und Wallace zurückgetreten war. In diesem Jahre berief Präsident Roosevelt, unschlüssig gemacht, eine neue internationale Experten-Kommission, die endgültig entscheiden sollte, ob ein *Meeres-*

niveau oder ob ein hochliegender *Schleusenkanal* den Vorzug verdiene. Am Anfang des Jahres 1906 erschien dann der von den 13 bedeutendsten Schiffahrtskanal-Bauingenieuren der Welt\*) erbetene und bezügl. des Culebra Durchstiches sich z. T. auch auf frühere Untersuchungen und Gutachten der beiden bedeutenden Franzosen, Prof. d. Geologie Marcel Bertrand und Oberingenieur Philippe Zuercher stützenden Bericht. Die Mehrheit von acht Mitgliedern der Experten-Kommission, einschliesslich sämtlicher europäischer Ingenieure, riet zur Abänderung des bisher befolgten Projektes und zum Bau eines viel teureren und eine viel längere Bauzeit erfordernden Meeresniveau-Kanales. Die Minderheit dagegen, fünf amerikanische im Betrieb von amerikanischen Schleusenkanälen erfahrene Ingenieure, befürworteten die Beibehaltung des hochliegenden Schleusenkanales mit einigen Aenderungen. Ihre Begründung der Vorzüge eines Schleusenkanales, gestützt auf rechnerische Beweise, an Hand der Erfahrung mit dem bisher verkehrsreichsten aller Schleusenkanäle der Welt, dem Sault St. Marie Kanal, der den Obersee mit dem Huronsee verbindet, und während einer jährlichen Schiffsperiode von nur acht Monaten einen Verkehr bewältigt, der dem dreifachen Verkehr durch den Suezkanal während eines ganzen Jahres gleichkommt, wurde so überzeugend klargelegt, dass sich, mit einer einzigen Ausnahme, die sämtlichen Mitglieder der Kanalkommission, und daraufhin auch Präsident Roosevelt, nach Anhörung weiterer schwerwiegender Erfahrungsergebnisse des damaligen Oberingenieurs des Panamakanals, J. W. Stevens, die sehr gegen eine Vertiefung des Culebra Einschnittes bis unter Meeresniveau sprachen, für die Annahme des Minderheitsantrages, d. h. eines Schleusenkanales, entschied, der auch im Kongress der Vereinigten Staaten dann zum Beschluss erhoben wurde. Die seitherigen Erfahrungen beim Bau bis zur heutigen Vollendung des Schleusenkanales mit hochliegender Scheitelhaltung haben in unzweideutiger Weise die Weisheit und Vorsicht in der Annahme des Minderheitsantrages und der dahingehenden Wahl dieses Schleusenkanal-Projektes bewiesen. Mein persönlicher Eindruck von den Arbeiten war der, dass, hätten die sämtlichen europäischen Experten Gelegenheit gehabt, die Ausschachtungsarbeiten im Culebra-Einschnitt und allein nur den Umfang der dortigen

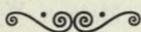
\*) Die Amerikaner: G. W. Davis, Alfred Noble, W. B. Parsons, Prof. W. H. Burr, H. L. Abbot, F. P. Stearns, J. Ripley, J. Randolph und W. H. Hunter, (England) E. Tincauser (Preussen) A. Guérard und E. Quelleneq (Frankreich) J. W. Weldker (Niederlande).

Rutschungen zur Zeit meines Besuches am Kanal im Jahre 1912 oder noch später in Augenschein nehmen und der Letzteren Ursachen und Folgen erwägen können, sie hätten ihr früheres Urteil wohl sicher revidiert und zu Gunsten eines Schleusenkanales mit hochliegender Scheitelhaltung modifiziert.

Nachdem sich im Laufe der Zeit die damalige Zusammensetzung der Kanalkommission und die Zivilverwaltung des Panama-Kanalbaues als wenig erfolgreich erwiesen, wurde im Jahre 1906 die Leitung aller Arbeiten einer neuen Kanalkommission mit dem aktiven Genie-Oberst George W. Goethals\*) als deren Präsident und zugleich Oberingenieur für den Bau des Kanales, sowie auch Präsident der seither von der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika erworbenen Panama-Eisenbahn übertragen, die auch bis zum Jahre 1915 ihre Aufgabe unter seiner geschickten Leitung rühmlichst und erfolgreich durchgeführt hat.

---

\*) Bei verschiedenen Gelegenheiten ist schon von anderer Seite auf den nicht nur teilweisen Gleichlaut sondern auch Anklang des Namens «George Washington Goethals» mit dem des Begründers und ewig grössten Bürgers der Vereinigten Staaten von N. A. bzw. an den des grossen Deutschen und frühesten Befürworters eines «Nordamerikanischen» Kanales durch Centralamerika «Goethe» hingewiesen worden.

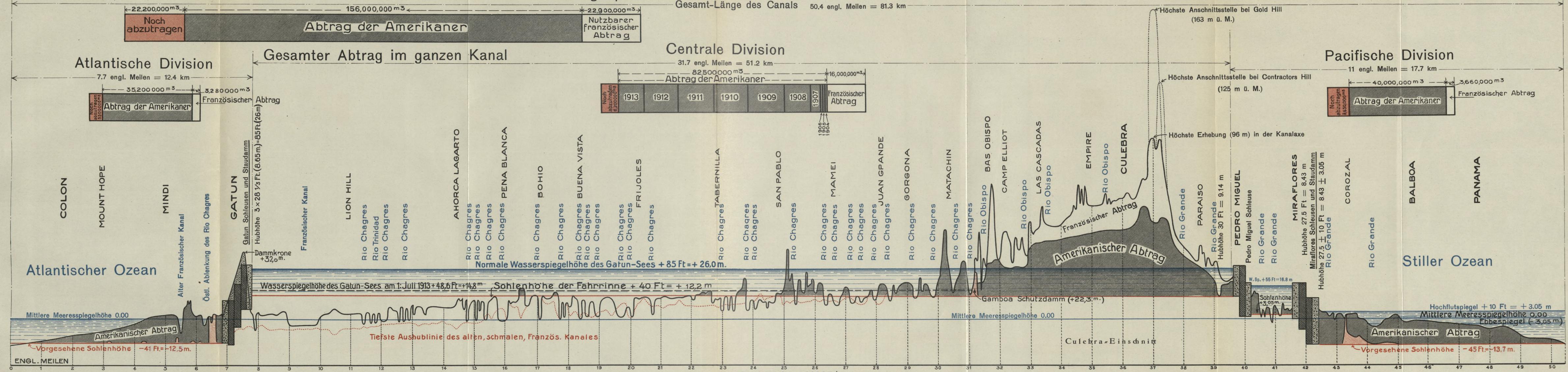


### 3. Allgemeine Beschreibung des Kanales.

Das allgemeine Technische sowie die Sonder-Probleme des  
Kanalbaues. Die Organisation der Kanalcommission.  
Die Kanalzone.

Die Republik Panama bildet den östlichsten, einem liegenden S (siehe Beilage I) ähnlich geformten, im Mittel ca. 700 km langen Landstreifen von Central-Amerika. Der diesen nahezu in seiner stärksten Einschnürung (Isthmus von Panama) in NW-SO Richtung durchquerende Kanal, teilt so die einen etwas mehr als anderthalbfachen Flächeninhalt der Schweiz umfassende Republik in zwei ungleiche Teile. Er führt von der Limon Bai im Caraibischen Meere nach der Bai von Panama im Stillen Ozean. Die Axe des Kanales (dicke schwarze Linie auf Beilage 1) ist an dessen beiden Enden westlich von der Stadt Colon bzw. südwestlich von der Stadt Panama gelegen. Von Colon bis über Gatun hinaus, zunächst genau N-S gerichtet, behält der Kanal von da ab dem früheren Bette des «Rio-Chagres» (auf deutsch Krokodilfluss), unter Durchschneidung seiner zahlreichen kleinen Windungen, der Flussrichtung entgegengesetzt folgend, dann im Culebra-Einschnitt von Gamboa bis Pedro-Miguel die kontinentale Wasserscheide («Divide») durchquerend, und schliesslich von letzterem Orte an den Talweg des «Rio-Grande» bis zu seiner Mündung bei dem früher «La Boca», jetzt «Balboa» genannten Orte benützend, durchwegs die allgemeine Hauptrichtung des Kanales NW-SO bei. Durch einige Richtungsänderungen und verbindende Kurven ist das Kanal-Tracé nur streckenweise von dieser Hauptrichtung abgelenkt. Das Kanalende im Stillen Ozean liegt so tatsächlich 38 km ostwärts vom atlantischen Ende im Caraibischen Meere. Zwischen den Punkten der in den beiden Meerbusen von Natur aus vorhandenen Fahrwassertiefe 12.5 m und 13.7 m unter dem mittleren Meeresspiegel an ihrem NW bzw. SO-Ende, misst die Länge der vielfach gewundenen Fahrwasser-rinne 81.3 km, während die Entfernung der bisherigen Uferlinien

# Längenprofil vom Kanal und Stand der Arbeiten am 1. Juli 1913



Art. Institut Orell Füssli, Zürich.



in der Kanalaxe gemessen nur 67 km, in gerader Luftdistanz sogar nur 55 km betrug. Für die Zwecke der Organisation wurde die ganze Kanalstrecke in drei unter besondern Bauleitern stehende Divisionen, die «Atlantische», «Centrale» und «Pacifische» eingeteilt (siehe Beilage II).

Durch den vollständigen Abschluss der Talmulde des Chagres mittels Anschüttung eines rund 30 m hohen Staudammes bei Gatun, werden dessen Flusslauf von da bis nach Alhajuela, sowie auch seine unteren Zuflüsse: Rio Gatun, Rio Trinidad, Rio Gigante und der mit dem Rio Pescada vereinigte Rio Quebrada auf die normale Höhe von 26 m über den mittleren Meeresspiegel aufgestaut. Es wurde so ein künstlicher Stausee geschaffen, dessen Oberfläche von 427 km<sup>2</sup> nahezu dem fünffachen Flächeninhalt des Zürichsee's oder so ziemlich genau dem doppelten des «Lago Maggiore» gleichkommt. Die Wasserspiegelhöhe im Gatunsee ist dieselbe wie im Culebra-Einschnitt von Gamboa bis Pedro=Miguel, so dass dieser als schmaler Arm eine Fortsetzung des Sees bis zum letzteren Orte bildet. In ähnlicher Weise wurde auf der Südseite der Wasserscheide bei Miraflores durch einen das Tal des Rio Grande abschliessenden Staudamm dieser Fluss bis nach Pedro=Miguel sowie gleichzeitig auch der Rio Cocoli, der Rio Pedro Miguel und noch andere seiner Zuflüsse aufgestaut, wodurch der zwischen diesen beiden Orten gelegene kleine Stausee von Miraflores entstand, dessen normaler Wasserspiegel 16.86 m über dem mittleren Meeresspiegel liegt. Aus dem Längenprofil (Beilage II) ist ersichtlich, dass die Schiffe den Höhenunterschied zwischen dem atlantischen Ozean und dem Gatunsee mittelst einer Treppe von drei unmittelbar aufeinander folgenden Kammerschleusen bei Gatun, mit je 8.65 m Hubhöhe überwinden, während der Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel im Culebra-Einschnitt bzw. im Gatunsee und dem Mirafloressee durch eine Kammerschleuse bei Pedro=Miguel mit 9.14 m Hubhöhe und jener zwischen diesem letzteren und dem Meeresspiegel des Stillen Ozeans mittels einer Treppe von zwei unmittelbar aufeinander folgenden Kammerschleusen bei Miraflores mit je 8.43 m durchschnittlicher Hubhöhe bewältigt wird. Der mittlere Meeresspiegel beider Ozeane liegt auf gleicher Höhe. Beträgt aber die Amplitude zwischen Ebbe- und Flutspiegel auf der Seite von Colon nur ca. 75 cm, so kann sie auf der von Panama bis auf 6.10 sogar noch darüber anwachsen, so dass der Hochflutspiegel + 3.05 m über und der Ebbespiegel - 3.05 m unter dem mittleren Meeresspiegel

angenommen sind, wodurch je nach Tageszeit eine beträchtliche Variation in der Hubhöhe der unteren Stufe der Miraflores-Schleusen bedingt ist.

Die Breite der Fahrwasserrinne im grossen Stausee beträgt von Gatun ab südostwärts auf ca 25 km Länge 305 m, und gegen den Culebra-Einschnitt hin sukzessive abnehmend auf weitere  $5\frac{1}{2}$  km 243 m, auf einem km 214 m, und auf weiteren  $6\frac{1}{2}$  km bis Gamboa 153 m, so dass im eigentlichen Gatunsee alle Schiffe auf einer Strecke von ca. 37 km mit voller Geschwindigkeit fahren und dank des Sees auch mit dieser einander passieren können. Durch den Culebra-Einschnitt hindurch ist auf 13 km Länge eine Sohlenbreite von 91.5 m vorhanden, während die übrigen Strecken des Kanales mit Ausnahme der Schleusen wiederum eine Fahrwasserrinne von 153 m Breite aufweisen und auf einer Länge von weiteren ca. 15 km in den beiden Meerbusen bzw. im Miraflores-See volle Fahrgeschwindigkeit gestatten. Bei allen Richtungsänderungen des Kanales ist die Breite der Fahrwasserrinne noch weiter vermehrt, damit selbst ein 300 m langes Schiff bequem die Schwenkungen vornehmen kann. Die Gesamtsumme aller Winkel der Richtungsänderungen im ganzen Kanal beträgt  $600^{\circ}$  und der Minimalradius der Kurven ca. 3500 m. Die minimale Fahrwassertiefe ist auf der ganzen Kanalstrecke auf 12.5 m vorgesehen, mit Ausnahme der Ausfahrt in die Bai von Panama, wo sie bei niedrigstem Ebbspiegel auf 10.5 m sinken kann.

Der von der Mehrheit der Experten im Jahre 1905 empfohlene Meeresniveau-Kanal wäre keineswegs ein schleusenloser Kanal geworden, da infolge des grossen Ebbe- und Flutwechsels in der Bai von Panama auch in jenem Projekt bei «Sosa» unterhalb «La Boca» grosse Flutschleusen vorgesehen waren. Gegenüber dem letzteren in seinem Grundgedanken einfacheren Projekt, bestand nun das allgemeine technische Problem des Stausee-Spiegel-Schleusenkanales ausser den bei beiden Projekten in ähnlicher Weise erforderlichen Hilfs- und Nebenanlagen, aus den folgenden Hauptaufgaben: Anlage des grossen Staudammes mit regulierbarem Ueberfallwehr bei Gatun, der Schleusentreppen bei Gatun, Pedro-Miguel und Miraflores, Ausschachtung des Culebra-Einschnittes und fast gänzliche Verlegung bzw. Neubau der Panama-Eisenbahn, nebst der Austiefung der Fahr- rinne in beiden Meerbusen sowie im Gatun- und Miraflores-See wie auch der weiteren Anlage eines Staudammes mit regulierbarem Ueber- lauf bei Miraflores. Die Erfahrungen beim Bau des nun nahezu vollendeten Stauseespiegel-Schleusenkanales scheinen die s. Zt. aus-

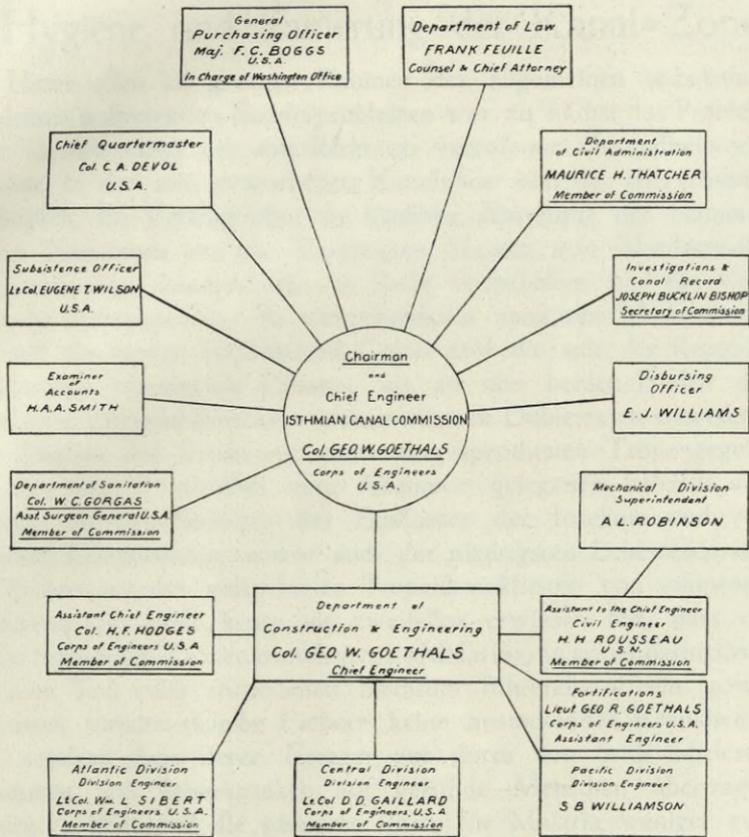
schlaggebenden Erwägungen seiner Befürworter, der Minderheit in der internationalen Expertenkommission vollauf zu rechtfertigen, und mit überzeugender Beweiskraft darzutun, dass der Bau eines Meeresniveau=kanales die Schwierigkeiten im Culebra=Einschnitt ins Unabsehbare vermehrt, die Bauzeit enorm verlängert und damit die betriebsfähige Vollendung wohl um mindestens 6 bis 10 Jahre hinausgeschoben, die Baukosten endlich auch wohl mindestens verdoppelt haben würde. Ebenso gewichtig für den prinzipiellen Entscheid war auch der Umstand, dass der anscheinend grosse Zeitverlust, den die Schiffe beim Durchfahren der sechs Schleusenammern, an Stelle einer einzigen im Falle eines Meeresniveau=kanales, mehr wie wettgemacht wird durch die Möglichkeit, in den Stauseen von Gatun und Miraflores auf 38 km des gesammten Fahrweges nun mit voller, statt nur mit einer dem durchgehenden, für einen Meeresniveau=kanal vorgesehenen Querprofil entsprechend reduzierten Geschwindigkeit fahren zu können. Die unmittelbare Folge hievon ist denn auch, dass bei zunehmender Verkehrsdichtigkeit schon bei einer solchen, welche die heutige des Suezkanales um 5 bis 10 Millionen Tonnen per Jahr noch im Vorsprung lässt, der Stauseespiegel=Kanal einem Meeresniveau=Kanal gegenüber bereits beginnen wird, sich leistungsfähiger zu erweisen. Da sämtliche Schleusen doppelt, also mit je zwei neben einander liegenden gleich grossen Parallel=Kammern oder als sogenannte «Zwillings=schleussen» erbaut sind, kommt eine Verzögerung des in der einen Richtung gehenden Verkehrs durch den aus der entgegengesetzten Richtung kommenden, bei den Schleusen nicht, sondern höchstens auf der Strecke durch den Culebra=Einschnitt in beschränktem Masse in Betracht.

Ausser der, unter weitgehendster Ausnützung der neuesten Fortschritte der Wissenschaft und Technik erfolgten, die höchste Bewunderung und neidlose Anerkennung aller Ingenieure der ganzen Welt erweckenden Lösung des gesammten technischen Problemes war es noch weit mehr diejenige des politisch=rechtlichen, des administrativen, finanziellen und vor allem aber des hygienischen Problems, welcher, dem Fiasko der drei früheren französischen Administrationen gegenüber, die amerikanische Regierung einen so glänzenden Erfolg zu verdanken hat.

Die Anerkennung der Republik Panama, sowie die Garantie ihrer politischen Unabhängigkeit, und die dadurch erreichte käufliche Erwerbung zum Zweck der Schaffung einer unabhängigen, einem amerikanischen Gouverneur unterstellten, und so absolutes Eigentum und Gebiet der Vereinigten Staaten bildenden «Kanalzone» hat sich als eine politische, von den weitgehensten rechtlichen, admini-

strativen und wirtschaftlichen Vorteilen begleitete Massnahme erwiesen. Diese allein hat alle die s. Zt. für die Franzosen so äusserst mühsamen und enorme Kosten (Schmiergelder) verschlingenden Verhandlungen mit der Regierung und den Behörden der Vereinigten Staaten von Columbia mit einem Schlage eliminiert. Die Leitung des ganzen Kanalunternehmens durch eine einheitliche Kanalkommission unter dem Vorsitz des Obergeringieurs für den gesamten Kanalbau, zugleich Präsident der von der amerikanischen Regierung zu ausschliesslichem Eigentum erworbenen Panama-Eisenbahn, hat die denkbar beste Organisation ermöglicht und auch geschaffen. Eine Gesamtübersicht der organischen Gliederung der Kanalkommission, wie sie im Jahre 1912 bestand, ergibt sich aus Beilage III. Die hiervon gesonderte Organisation für den Umbau und Betrieb, sowie die Verwaltung der Panama-Eisenbahn ist der anderer amerikanischer Eisenbahnen ähnlich. Mit der Anhandnahme des bisher als spekulatives Privatunternehmen betriebenen Kanalbaues durch die Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika, und dessen Vollendung als ein nationales Werk, war nun auch auf immer, an Stelle der früher unüberwindlich gewordenen finanziellen Bedenken und Sorgen, die jeder allfälligen weiteren Ueberschreitung des Kostenvoranschlages gewachsene Garantie durch die Regierung einer der finanzkräftigsten Nationen getreten.

Die Kanalzone bildet einen 16 km breiten Streifen Landes mit beidseitiger zu der Kanalaxe als dessen Mittellinie genau parallel verlaufender Begrenzung. Den von der Kanalzone vollständig umschlossenen Gebieten der Hauptstadt Panama und der Stadt Colon ist trotz ihrer Unabhängigkeit von der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika durch diese eigenartige Lage ein besonderer politischer, militärischer und hygienischer Schutz erwachsen. Dagegen gehören aber die von der Kanalkommission neuangelegten, bezw. «Cristobal» und «Ancon» benannten, und ausschliesslich als Wohn-, Spital- und Verwaltungsquartiere dienenden Vorstädte von Colon und Panama, zur Kanalzone. Bisher noch in Privatbesitz befindliches und allenfalls benötigtes Gebiet der Kanalzone wird nach und nach durch eine besondere Enteignungskommission für die Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika käuflich erworben. Auch über die Kanalzone hinaus steht der amerikanischen Regierung das Recht zu, Ländereien, die z. B. für die Ueberstauung durch den Gatunsee oder für bauliche Zwecke, sanitäre und militärische Schutzmassregeln, einschliesslich der Befestigung des Kanales benötigt sein sollten, zu benützen oder zu erwerben.



ÜBERSICHT DER ORGANISATION  
DER  
ISTHMIAN CANAL COMMISSION

am Juli, 1912



#### 4. Hygiene und Sanierung der Kanal=Zone.

Unter allen im grossen Rahmen des allgemeinen technischen Problems auftretenden Sonderproblemen war zu nächst das Problem einer *Verbesserung* der mit Recht so verrufenen Gesundheitsverhältnisse in der neu erworbenen Kanalzone von der allergrössten Wichtigkeit. Im Vertrag über die käufliche Abtretung der panamenischen Kanalzone an die Vereinigten Staaten von Nordamerika hatten sich diese ausdrücklich das Recht vorbehalten und die Verpflichtung übernommen, die weitgehendsten sanitären Massnahmen auch auf die beiden Hafenstädte Colon und die mit der Republik gleichnamige Hauptstadt Panama, als an den beiden Enden der Kanalzone gelegene Enclaven panamenischen Gebietes zu erstrecken. Für Zwecke der Sanierung einer ausgesprochenen Tropengegend wie des, nur 8<sup>o</sup> nördlich vom Aequator gelegenen Isthmus von Panama, ist das Studium des Einflusses der Insekten und von ähnlichen Gliedertieren, sowie auch der niedrigsten Lebewesen auf die Verbreitung der gefürchteten Tropenkrankheiten von eminenter Bedeutung. Es steht heute als zweifellos erwiesen fest, dass die beiden typischsten Tropenkrankheiten: «Malaria», in seiner perniziösen und zum Tod oder chronischen Siechtum führenden Form, sowie das meist tödliche «Gelbe Fieber» keine ansteckenden Krankheiten sind, sondern dass deren Erreger nur durch den Stich infizierter Mosquitos von fieberkranken auf gesunde Menschen übertragen werden. \*) Während die schwarze Rasse für Malaria weniger em-

---

\*) Die Mosquitos oder Stechmücken (Culicidae) sind auch bei uns in Zürich und namentlich Basel nicht unbekannt. Unter dem Namen «Schnaken» (culex Pipiens) sind sie namentlich in den Altwasser- und Ufergebieten des oberen Rheins und anderer deutscher Flussgebiete (Elsass und bayr. Rheinpfalz u. a.) wenn auch nicht zu einer Gefahr für die Gesundheit, so doch in der warmen Jahreszeit (Sommer und Herbst) zu einer lästigen Plage geworden. Zu der einzigen Blasphemie, zu der sich selbst Goethe einmal habe in Halle hinreissen lassen sei die ver . . . . . Schnakenplage im dortigen Gebiet der Saale die direkte Veranlassung gewesen, Schnakenvertilgungsmassnahmen sind behördlicherseits dieses Jahr im Elsass und im Kanton Baselstadt erfolgt.

pfänglich ist als die weisse Rasse, ist jene gegen gelbes Fieber geradezu immun. Die aus den gemässigten oder nördlichen Zonen in den Tropen frisch ankommenden Europäer erwiesen sich für beide Fieberarten am allerempfindlichsten. Die gelbe Rasse ist weder immun noch wesentlich unempfindlicher als die weisse Rasse. Des weitern ist aber auch ausser den genannten Fiebern schon die direkte oder indirekte Uebertragung von Typhus, Dysenterie, Pest, Cholera sowie Tuberculosis und anderen Krankheiten mehr, durch Fliegen, Ratten, Mäuse, Käfer und Würmer konstatiert worden. Aber auch die von vielen der Reinlichkeit nicht sehr ergebenden Bevölkerungsklassen verschiedener Nationen für völlig harmlos gehaltenen intimeren Haustierchen, wie Flöhe, Wanzen, sowie namentlich Läuse\*), Milben, Schwabenkäfer u. a. m. müssen oft mit Recht der direkten oder auch indirekten Uebertragung von Krankheitskeimen beschuldigt werden.

Im Kampf mit Tropenkrankheiten ist daher ausser persönlicher Mässigkeit, äusserste Reinlichkeit von grösstem Wert für die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit und des Schutzes gegen Krankheit. Zu den wichtigsten Aufgaben der Ermöglichung von Reinlichkeit gehörten daher in der Kanalzone, innerhalb welcher auch von der amerikanischen Regierung vermittelt der «Prohibition» auf weitgehende Abstinenz von Alkohol als Genussmittel strenge gehalten wurde, die Anlage gepflasterter Strassen, deren regelmässig Säuberung, rationelle Wasserversorgung und Kanalisation aller Ortschaften und Wohnstätten, Kehricht- und Abfallverbrennung, sowie die Zentralisierung und Kontrolle aller Bezugsquellen für gesunde und reichliche Nahrungsmittel, Wohlfahrtseinrichtungen, Spitäler und Sanatorien. peinlichste Reinhaltung von Körper und Kleidung sowie aller Schlaf- und Wohnstätten, Desinfektion durch Räucherung, Schutz aller Bewohner vor den Stichen von Mosquitos, besonders aber der Kranken, um die Infektion der Mosquitos selbst zu verhüten und ihre Stiche ungefährlich zu gestalten, sowie schliesslich die Zerstörung möglichst aller Mosquitos, Fliegen und jedweden sonstigen Ungeziefers durch Verhütung von deren Brut, bildeten die wichtigsten Pflichten des Sanitätsdienstes.

Auf einer bereits von dem cubanischen Arzte Dr. Carlos J. Finlay in 1881 aufgestellten damals aber nicht erwiesenen Theorie\*\*)

\*) Das gegenwärtig so verheerende Auftreten des Flecktyphus in Serbien und unter den dort gefangenen Soldaten wird hauptsächlich der durch Unreinlichkeit begünstigten Verbreitung der nur beim Menschen vorkommende Gewandläuse zugeschrieben.

\*\*) Nach neueren Erhebungen soll bereits im Jahre 1848 Dr. Nott in Mobile (Alabama) in einer Druckschrift und einige Jahre später Dr. Louis Beauportuy in Venezuela die Mosquitos der Uebertragung des gelben Fiebers beschuldigt haben.

fussend, haben während der amerikanischen Besetzung Cuba's in den Jahren 1900/01 drei amerikanische Militärärzte Dr. Lazear, Reed und Caroll sowie mehrere ihrer tapferen Soldaten freiwillig ihr Leben, — um später das vieler tausender anderer bewahren zu können, — in den Dienst der Wissenschaft gestellt und zum Zwecke der Uebertragung des *gelben Fiebers* aufs Spiel gesetzt. So hat namentlich der erstere durch seinen heldenhaften Tod den positiven Beweis erbracht, dass das gelbe Fieber wirklich, aber auch *nur* durch die tropische Species, ein Haustierchen unter den Mosquitos, die „*Stegomyia fasciata*“ und zwar nur von weiblichen Exemplaren übertragen wird. Nur die Weibchen sind auf Nahrung durch Ansaugen von tierischem und namentlich menschlichem Blute erpicht. Dieses befördert und beschleunigt in hohem Grade die Fortpflanzungs- und Entwicklungsfähigkeit neuer Generationen. Die Mosquito-Männchen begnügen sich dagegen mit Pflanzensäften, Süssigkeiten und tierischem oder menschlichem Schweiß als Nahrung \*).

Die frühere Art der Wasserversorgung durch Auffangen von Regenwasser in offenen meist flachen Gefässen hatte bis zur Einführung rationeller zentraler Wasserversorgung durch die Amerikaner der Brutgelegenheit der Mosquitos und namentlich der *Stegomyia* als Hausmosquito, die aber nicht ohne Wasser lebensfähig ist, den weitgehendsten Vorschub geleistet. Der von den Mosquitos übernommene in ihrem Magen entwickelte und dann durch den Stich wieder übertragene wahrscheinlich protozoische Erreger selbst des *gelben Fiebers* ist heute noch unbekannt. Das gelbe Fieber ist endemisch an der Küste vom südlichen Nord- und vom nördlichen bis zentralen Südamerika, sowie an der aequatorialen Westküste von Afrika, kommt aber auch etwa in Südspanien vor. Der *Gelb-Fieber* Parasit \*\*)

\*) U. a. verdankt die Wissenschaft und die praktische Hygiene dem hervorragenden Schweizer Gelehrten Prof. Dr. A. Goeldi (früher in Pará, Brasilien) in Bern, äusserst sorgfältige und wertvolle Studien über die tropischen Mosquitos, und deren Art und Weise der Uebertragung des gelben Fiebers und anderer Tropenkrankheiten, sowie wertvolle Fingerzeige zur Bekämpfung ihrer Verbreitung. Schon am internationalen Zoologen-Congress in Bern (1904) berechtigten ihn die Resultate seiner Studien zu erklären: «Das gelbe Fieber wird blos noch in den Städten nicht erlöschen, wo man und so lange man nicht will». Die grossen Erfolge des brasilianischen Arztes Dr. Oswaldo Cruz, der das gelbe Fieber in Rio de Janeiro zum Erlöschen gebracht hat, sind zum nicht geringsten Teile die Verdienste Goeldi's.

\*\*\*) Prof. Dr. Goeldi ist zwar der, von derjenigen anderer Forscher abweichenden Ansicht, dass der Erreger des gelben Fiebers kein Parasit, sondern ein organisches Gift («Toxin») sei, welches wahrscheinlich seinen Sitz und Ausgangspunkt in den Speicheldrüsen der *Stegomyia* hat und durch den Stich dem Menschen eingepflegt wird. Der Ausbruch des gelben Fiebers erfolgt gewöhnlich im Zusammenhang mit einer gastrischen Störung (Darmkatarrh, Erkältung usw.)

braucht, nachdem die *Stegomya* das Blut eines Fieberkranken aufgesogen, 12 bis 18 Tage zur Erlangung des infektiöskräftigen Zustandes. Aus dem Menschenblut ist er nur während der ersten drei Krankheitstage übertragbar. Der Ausbruch des Fiebers beim Menschen nach dem Stiche durch die infizierte *Stegomya* erfolgt nach Ablauf der meist 2 bis 5 Tage dauernden Inkubationszeit. Die *Stegomya* erreicht selten ein Alter von über 60 Tagen und höchstens 75, so dass, wenn in einem Orte 90 Tage lang kein frischer Fall von gelbem Fieber aufgetreten ist, die Epidemie mit Sicherheit als erloschen gelten kann, da der fieberkranke Mensch innerhalb dieser Zeit gewöhnlich längst tot und begraben, weit seltener aber schon längst wieder genesen ist, auf keinen Fall aber noch infektiöskräftiges Blut besitzt \*). Während der Lesseps'schen Bauperiode wurden in Unkenntnis der Verbreitung des gelben Fiebers durch die *Stegomya* den Mosquitos überhaupt sogar in den Spitälern günstige Brutgelegenheiten geboten, indem zum Schutze der Fieberkranken gegen die Plage von Horden von Ameisen, die auf dem ganzen Isthmus in die Häuser eindringen die Bettpfosten in mit Wasser gefüllte Schalen gestellt wurden. Auf diese Art verschafften denn auch die nahen Fieberkranken den aus diesen Brutstellen sich entwickelnden jungen Mosquitos die beste Gelegenheit zu sofortiger Infektion. Auch Drahtgeflechte waren damals an den Fenstern und Türen gegen das Eindringen der Mosquitos nicht verwendet worden.

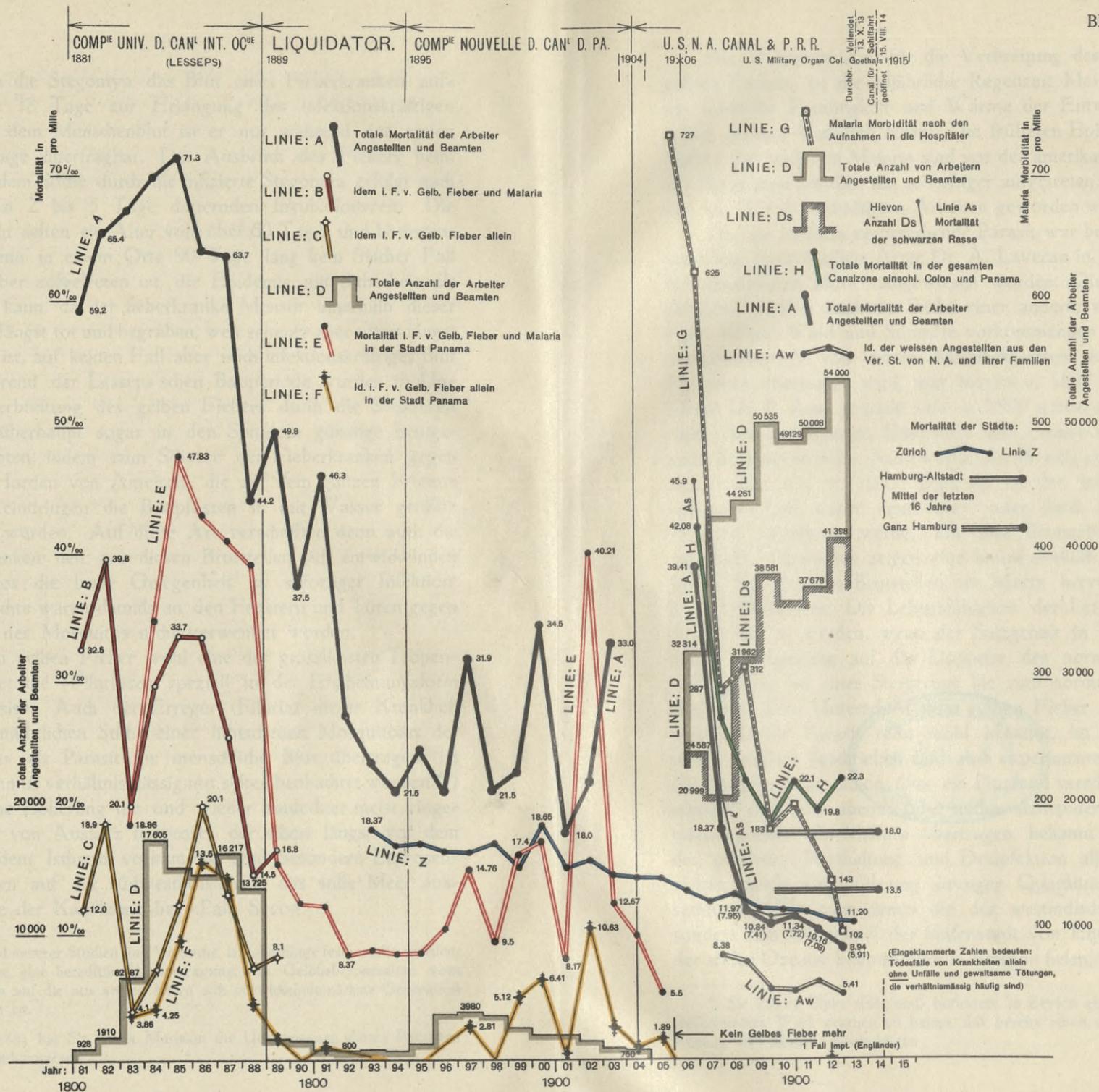
Nächst dem gelben Fieber wohl eine der grässlichsten Tropenkrankheiten bildet die «Filariose» speziell in der Erscheinungsform der «Elephantiasis». Auch der Erreger (*Filaria*) dieser Krankheit wird durch die nächtlichen Stiche einer lichtscheuen Mosquitoart der «*Culex fatigans*» als Parasit ins menschliche Blut übertragen, ist aber auf dem Isthmus verhältnismässig nur selten beobachtet worden.\*\*\*) Für die gänzliche Isolierung hin und wieder entdeckter meist eingeschleppter Fälle von Aussatz (Leprose) der schon längst vor dem Kanalbau auf dem Isthmus vorkam, ist eine besondere Leprosenstation vorhanden auf der südwestlichsten in das stille Meer ausbuchtenden Ecke der Kanalzone bei «Palo Seco».

---

\*) Auf Grund neuerer Studien und Versuche ist allerdings festgestellt worden, dass ausnahmsweise eine hereditäre Uebertragung des Gelbfieberparasiten vom Mosquito-Weibchen auf die aus seinen Eiern sich entwickelnde nächste Generation nicht ausgeschlossen ist.

\*\*\*) Im Jahre 1883 hat Sir Patrik Manson die Uebertragung dieses Parasiten durch Mosquitos nachgewiesen.





Vergleichende graphische Darstellung der Mortalität und Morbidität, sowie Anzahl der Arbeiter in der Kanalzone von 1881-1913.



Die schlimmste Zeit für die Verbreitung des Malaria und des gelben Fiebers, ist die alljährliche Regenzeit Mai bis Oktober, weil die reichliche Feuchtigkeit und Wärme der Entwicklung der Mosquitos grossen Vorschub leistet. Die früheren Epidemien von gelbem Fieber aber auch von Malaria sind vor der amerikanischen Occupation der Kanalzone jeweilen um so heftiger aufgetreten, je grösser die Zahl der am Kanal beschäftigten Arbeiter geworden war. (s. Beilage IV.)

Der die Malaria verursachende Parasit war bereits im Jahre 1880 von dem französischen Arzte Dr. A. Laveran in Algier entdeckt und im menschlichen Blute nachgewiesen worden. Die Entdeckung, dass *Malaria* wirklich durch die Stiche einer andern, viel häufiger, weil in Feld, Wiese, Wald und Sümpfen vorkommenden Mosquito=Art, der «Anopheles», \*) von einem Malariakranken auf bisher gesunde Menschen übertragen wird, war bereits in 1898 von dem britischen Major Dr. R. Ross gemacht und in 1899 wiederum von drei italienischen Aerzten Bignami, Bastianelli und Grassi durch weitere Versuche bestätigt worden. Auch wurde der Beweis erbracht, dass Malaria *keineswegs*, wie bis dahin geglaubt worden war, durch Miasmen, verpestete Luft, daher «mal aria», oder durch den Genuss faulen Wassers verursacht werde. Die ihre Brutstellen am Süsswasser wählenden Mosquitos zeigen eine kaum merklich veränderte Lebensweise von den aus Brutstellen am Meere hervorgegangenen Salzwasser=Mosquitos. Die Lebensfähigkeit der Letzteren beginnt erst geschwächt zu werden, wenn der Salzgehalt in Meerwassertümpeln durch Verdunstung auf das Doppelte des normalen gestiegen ist, während sie bei einer Steigerung bis zum normalen Salzgehalt eher zunimmt. Zum Unterschied vom gelben Fieber ist der die Malaria verursachende Parasit recht wohl bekannt, im Mikroskop sichtbar, seither vielfach beschrieben und auch experimentell gezüchtet worden. Es sind bis heute schon über ein Dutzend verschiedener, meist lichtscheuer, d. h. erst abends oder nachts stehender Species von Mosquitos, welche alle Malaria übertragen, bekannt geworden. Ausser der peinlichen Reinhaltung und Desinfektion aller Arbeiter=Wohnstätten sowie Durchführung strenger Quarantäne gegen alle verseuchten Häfen, von denen die der westindischen Inseln und besonders von Guayaquil der Hafenstadt von Equador, auf der Seite des stillen Ozeans, hauptsächlich in Betracht fielen, war eine der weitem

---

\*) Sir Henry Blake (England) berichtete in Zeylon ein bereits 1400 Jahre altes medizinisches Werk gesehen zu haben, das bereits schon die Mosquitos der Übertragung der Malaria beschuldigte.

Pflichten des Sanitätsdienstes die Veranlassung der Anlage von Entwässerungsgräben, Auffüllen tiefliegender Stellen oder Sümpfe und Vermeidung jedweder Ansammlung von stehenden Wassertümpeln auf Strassen, in Häusern oder unbedeckten Gefässen sowie weggeworfenen Ueberresten von solchen (Flaschen, Topf-Scherben, Blechbüchsen u. s. w.) auf Dächern oder Feldern, selbst wenn nur durch die Tritte von Menschen oder Hufe von Tieren verursacht und der Bedeckung aller Uferländer von unvermeidlichen Gewässern — eine Aufgabe der besonderen sogen. «Mosquito-Brigade» (s. Abb. 1) — mit „Larvazid“ einer Mischung von Petrol, Carbolsäure, Asphaltöl und andern Ingredienzen, um das Absterben der Mosquito-Larven, die sich nur in seichtem stehendem Wasser aus den meist auf dem Wasser schwimmenden Eiern eintauchend entwickeln, herbeizuführen. Funktion des Oeles ist das Aufsteigen vom seichten Grunde der jungen aus den Larven ausschlüpfenden Tierchen an die Luft über der Wasseroberfläche zu verhindern, oder vielmehr schon die unter dieser schwimmenden Larven durch Verunmöglichung der Athmung abzutöten, da sie mit ihrem besondern rüsselartigen Athmungsorgan dem «Syphon» die zähe Oelschicht auf dem Wasser von unten her nicht zu durchdringen vermögen. Die peinlichste Durchführung aller der genannten sanitären Massregeln, die allerdings enorme Summen gekostet hat, war denn auch vom denkbar grössten Erfolg gekrönt. Seit 1906 ist in der ganzen Kanalzone kein einziger Fall von gelbem Fieber-Ausbruch mehr konstatiert worden, während früher alle paar Jahre ganz schreckliche Epidemien gewüthet hatten. Die Erkrankung und Sterblichkeit an Malaria ist in ganz überraschendem Masse zurückgegangen und selbst die ganz unmöglich gänzlich auszurottende Malaria hat meistens eine viel mildere statt der perniziösen Form angenommen. Seit dem Jahre 1907 weist die Kanalzone Gesundheitsverhältnisse auf, die sich nur mit den gesunden aller Tropengegenden vergleichen lassen und die sogar mancher europäischen Stadt der gemässigten Zonen überlegen sind. Erwachsene Exemplare, der wenn nicht infiziert ganz harmlosen *Stegomya*, sind in der Kanalzone heute schon zur grössten Seltenheit geworden. Die naheliegende Frage, wie denn der erste Fall von Malaria und gelbem Fieber überhaupt entstanden sei, ist noch nicht mit überzeugender Beweiskraft gelöst worden \*).

\*) Die Beantwortung dieser Frage dürfte wie jenach dem ersten Entstehen einer Anzahl von Krankheiten der bekannten Antwort auf die Frage: ob das erste Huhn auch aus einem Hühnerei geschlüpft, und wie in diesem Falle das erste Hühnerei entstanden sei, nicht unähnlich werden.

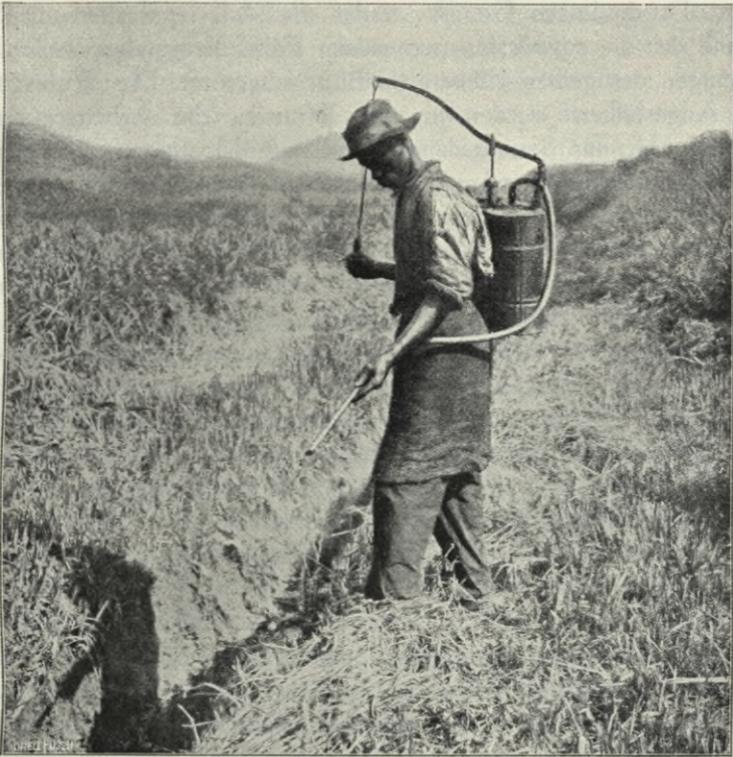


Abb. 1 (Kap. 4). Arbeiter der «Mosquito-Brigade». Die Ränder der Wasserläufe werden mit Petroleum oder «Larvazid» bespritzt. Im ersteren Fall wird etwa «gefeuert», d. h. das verspritzte Petroleum entzündet, weil sich eine solche Säuberung der Grabenränder als viel nachhaltiger erwiesen hat, als wenn das Gras und das Unkraut nur von Hand beseitigt wird.

Die hauptsächlichsten Schutzmittel gegen die Stiche der Mosquitos und die Uebertragung des Fiebers durch die infizierten Mosquitos, vor allem aber zur Verhütung der Infektion der letztern am Blute der Fieberkranken, ist auf Grund eingehender Versuche die Verwendung von Drahtgeflecht aus Kupferdraht von 1·5 mm Maschenweite für Fenster und Türen aller Wohnstätten und namentlich der Spitäler sowie zum Schutz der vom Fieber befallenen Patienten. In der Kanalzone allein hat dieses Material für ungezählte Millionen Franken Verwendung gefunden. Die Arbeiter sind aber im Freien nicht imstande, sich vor Stichen zu schützen und ist daher auch die beständige Verwendung von reichlichen Quantitäten von Chinin ge-

boten. Durch dessen Genuss werden die Malariaparasiten mit Ausnahme der die schwersten perniziösen Fälle erregenden, *nicht* aber diejenigen des gelben Fiebers im Blute abgetötet. Die Wohnstätten der Angestellten werden je nach Wunsch, die Arbeiterquartiere täglich durch das Sanitätsdepartement nach Mosquitos und Fliegen abgesucht, und es werden diese durch Räucherung getötet. Ueberdies sind in diesen Arbeiterquartieren sinnreich konstruierte Mosquitofallen aufgehängt<sup>\*)</sup>. Die eisernen Bettstellen der Arbeiter werden allwöchentlich in verdünnter Säure ausgekocht und die Arbeiter mittelst täglicher kalter und warmer Douchebäder zu äusserster Reinlichkeit gezwungen. Während meines zehntägigen Aufenthalts auf dem Isthmus selbst im Juli 1912, also während einer – glücklicherweise ausnahmsweise ziemlich trockenen – Regenzeit wurde ich nur kurz vor der Landung schon auf dem Meere von einem einzigen Mosquito gestochen, auf dem Isthmus selbst aber nur in der hochgelegenen Hauptstadt San José von Costa Rica viele Hundert Kilometer vom Panamakanal entfernt, wo es keine Mosquitogeflechte aber auch kein gelbes Fieber gibt. Dafür wurde ich dann später in Boston, New-York, St. Paul und St. Louis im Herbst desselben Jahres von allerdings ungefährlichen Mosquitos an den sonst herrlichen Spätsommerabenden sehr stark mit Stichen belästigt und ausgesogen. Ein weiterer unermüdlicher Kampf war auch gegen die, namentlich den Holzbauten schädlichen Ameisen zu führen, die im Verein mit der tropischen Feuchtigkeit alle aus weichem Material wie Holz, Leder, Tuch u. s. w. gefertigten Gegenstände in unheimlich kurzer Zeit zerstörten. Als gegenseitiges Verhältnis der Sterblichkeit seit 1906 in Folge der verschiedenen Tropenkrankheiten auf dem Isthmus zu derjenigen in Folge von «Pneumonie», d. h. lobärer Lungenentzündung, wenn diese mit 100 bezeichnet wird, da sie am meisten Opfer erfordert – sie hat seit 1906 nahezu rund 1000 Opfer gefordert – ergibt sich im Mittel:

Lobäre Lungenentzündung . . . . .	100
Malaria . . . . .	47
Lungentuberkulose . . . . .	21
Typhus . . . . .	19
Dysenterie . . . . .	14
Schwarzwasser-Fieber . . . . .	7
Leberabszesse . . . . .	5

<sup>\*)</sup> Ueber die Anzahl der getöteten Mosquitos und Fliegen, sowie die dadurch verursachten Kosten wird Buch geführt. Die Insektenleichen werden in Flaschen gesammelt und zur Auswahl von Untersuchungs-exemplaren alle nach Washington gesandt.

Einer andern Krankheit ist noch hier Erwähnung zu tun. Der «Hookworm=», verdeutscht: Hakenwurm=Krankheit. Deren Erreger (*Necator americana*) ist dem Tunnelwurm (*Ankylostomum duodenale*) ähnlich, wird in Nordamerika «Uncinaria» und die dadurch hervorgerufene Krankheit daher «Uncinariasis» genannt. Das Vorkommen dieses minutiösen Wurmes im Blute ist bei vielen Millionen von Menschen in den südlichen Teilen der Vereinigten Staaten und auf dem Isthmus konstatiert worden. Diese Würmer im Blute schwächen die Menschen und erzeugen Anämie, macht sie träge, arbeitsunlustig und dezimiert ihre Widerstandsfähigkeit gegen Anfälle anderer schwerer Krankheiten. Der reiche Amerikaner Rockefeller hat eine Stiftung gemacht, um auch überall in ganz Amerika, wo diese Krankheit auftritt, gegen dieselbe zu Felde zu ziehen und sie womöglich zum Verschwinden zu bringen. Der Wurm kann mit Speisen oder Wasser durch den Mund in den Magen und so ins Blut gelangen, oder er kann auch von aussen durch die Haut nackter Füße, — besonders barfuss gehender Kinder, — Arme, Hände oder des nackten Leibes in den Körper eindringen, da er viel an feuchten Stellen vorkommt.

Die selbst die kühnsten Erwartungen übertreffenden und die ungeteilte Bewunderung aller Naturforscher, Mediziner sowie Menschenfreunde erregenden Erfolge der Hygiene und Sanierung der Kanalzone gehen mit aller Deutlichkeit aus einem graphischen Vergleich der gesamten Sterblichkeit, sowie der infolge von Malaria und gelbem Fieber, allein im Zusammenhang mit der Anzahl der Arbeiter und Angestellten unter den vier aufeinanderfolgenden Administrationen des Kanalunternehmens seit 1881 auf Beilage IV, die alle wünschbaren Erklärungen enthält, hervor. Ganz besonders muss auffallen, dass während der ersten (v. Lesseps'schen) Bauperiode die gesamte Mortalität (Sterblichkeit) sowie diejenige infolge von Malaria und gelbem Fieber allein aber auch unter den späteren französischen Administrationen noch stets mit der Anzahl der Arbeiter und Angestellten zu und abgenommen hat. Bald nach dem Beginn der Wiederaufnahme und Fortsetzung der Arbeiten durch die amerikanische Regierung hat dagegen die Mortalität sowohl wie Morbidität (Verhältniszahl der Erkrankungen) auch trotz enormen Anwachsens der Zahl von Arbeitern und Angestellten sehr rasch und stetig abgenommen. Seit Ende 1905 ist denn auch kein einziger Fall von gelbem Fieber mehr in der gesamten Kanalzone entstanden, und — mit Ausnahme eines einzigen auf heimliche Weise durch einen englischen

Kapitän von Guayaquil im Sommer 1912 in Panama eingeschleppten — in der Kanalzone überhaupt konstatiert worden. Zu einem masstäblichen Vergleich — soweit ein solcher mit Rücksicht auf die genaue ärztliche Voruntersuchung, der sich die Angestellten und Arbeiter, meist Männer, vorgängig ihres Engagements in der Kanalzone, nicht aber deren Familien zu unterwerfen hatten, zugänglich ist — sind auch noch die Sterblichkeitsziffern der Städte Zürich und Hamburg der letzten Jahrzehnte aufgetragen worden. Andererseits darf aber nicht übersehen werden, dass in den Ziffern der gesamten Sterblichkeit auch die tödlichen Unfälle und gewaltsamen Todesfälle inbegriffen sind, die einer städtischen Bevölkerung gegenüber naturgemäss hier viel zahlreicher sind und in den Jahren 1909—13 allein 33 0/0, bzw. 25 0/0 der gesamten Todesfälle ausmachten. Es kann dies nicht überraschen, bei einem so schwierige und zum grossen Teil gefährliche Arbeiten (Sprengen) umfassenden und eine so grosse Verschiedenheit der Rassen im Arbeiterstand aufweisenden Unternehmen, unter so starkem Vorwiegen der schwarzen Rasse, die sich weder durch grosse Vorsicht noch Bedachtsamkeit auszeichnet. Ebenso lehrreich ist im Gegensatz hiezu die besondere Statistik der ausserordentlich geringen Sterblichkeit unter den weissen Angestellten, Beamten und Militärpersonen, die zum Teil auch mit ihren Familien aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika kommend, sich während des Kanalbaues in der Kanalzone niedergelassen hatten, zu denen namentlich eine stattliche Anzahl Kinder im Alter von 1—12 Jahren gehörten. Die graphische Uebersicht ist auf Grund der offiziellen Berichte vom Vortragenden selbst zusammengestellt worden. \*)

An dieser Stelle auch noch von den Krankheiten der Haustiere zu sprechen, von denen namentlich in Colon und Panama die «Murrina» \*\*) eine trypanosomale Krankheit der Pferde, Esel und Maultiere in der ganzen Kanalzone zeitweise enormen Schaden angerichtet hat und zum Teil auch erfolgreich bekämpft wurde, dürfte hier zu weit führen.

---

\*) Die Lücke zwischen den Jahren 1903 und 1906 konnte infolge Ermangelns der offiziellen Angaben für diese Periode noch nicht ergänzt werden.

\*\*) Siehe unter 33 der Literaturangaben in Kap. 14.



## 5. Die einzelnen Bauten.

### a) Der grosse Staudamm und künstliche Stausee bei Gatun.

Zum Zwecke einer möglichststen Vermeidung von schädlichen und die Schifffahrt behindernden Strömungen, zur Zeit der Hochwasserführung des Chagres, in dem von der Mehrheit der Experten vorgeschlagenen Meeresniveau-Kanal, war die Anlage von vier grösseren Staudämmen zur Aufspeicherung dieser Hochwasser bei Gamboa sowie im oberen Laufe von drei seiner, zwischen diesem Ort und Gatun einmündenden Zuflüsse vorgesehen. Im Übrigen sollten, unter teilweiser Benützung des Chagres- sowie des alten französischen Kanalbettes, auf grosse Strecken Parallelkanäle neben dem eigentlichen Schifffahrtskanal zur direkten Ableitung der weitem Nebenflüsse des Chagres ins Meer angelegt werden. Jedes dieser so nur Projekt gebliebenen Retentionswerke übertrifft der nun ausgeführte Staudamm bei Gatun an Länge, Höhe und Breite in ganz beträchtlichem Masse. Die Querschnittsanordnung dieses enormen Staudammes, dessen Böschungen so flach sind, dass er als künstliches Bauwerk ganz übersehen wird, und aus der Ferne den Eindruck einer natürlichen sanften Gelände-Erhöhung erweckt, zeigt Abb. 2. Zweifellos hat er von allen Bauwerken am Panama-Kanal das allgemeinste Interesse und auch die vielseitigste Kritik hervorgerufen.

Er besteht in seiner Längsrichtung aus zwei Teilen, von denen jeder einen zwischen zwei einst tief eingeschnittenen, und später infolge einer allgemeinen Senkung des Landes vom Alluvium wieder ausgefüllten ältern Flussläufen, und dem seitherigen Bette des Chagres gelegenen Hügel mit den das gesamte, des weitem auch noch vom alten französischen Kanal durchfurchte Chagres-Tal flankierenden Hügelketten verbindet. Die Gesamtlänge des Dammes zwischen den beiden äussersten Talseiten misst auf seiner 32 m über dem mittleren Meeresspiegel, und 6 m über dem normalen Wasserspiegel des durch ihn gebildeten Stausees gelegene Krone 2,4 km. Zufolge des natürlicherweise gegen diese Talseiten ansteigenden Untergrundes ist

# Staudamm bei Gatun.

Damms in Richtung SW-NO, Querschnitt S.O. NW —  
Maximaler Querschnitt.

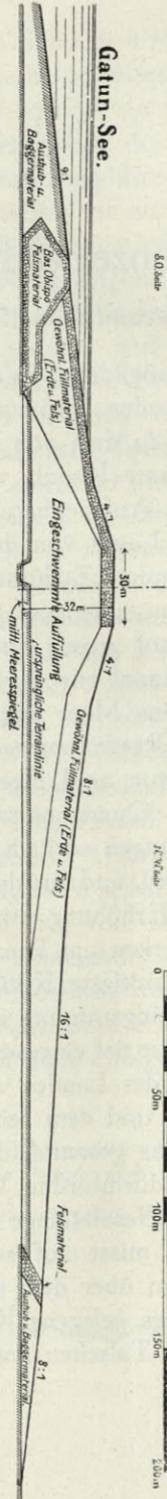
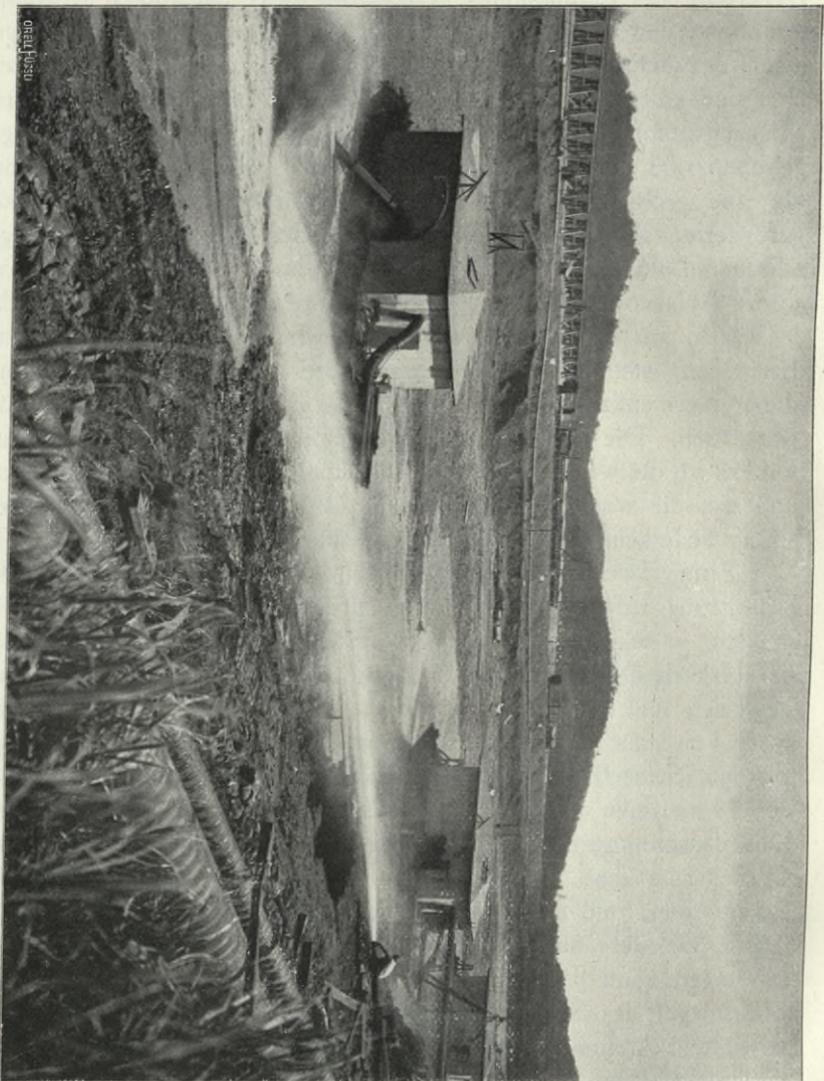


Abb. 2 (Kap. 5 a) Vollendete Dammkrone auf 32,0 m ü. d. mittl. Meeresspiegel  
 Normale Stauhöhe des Gatunsees auf 26 m ü. d. »  
 Maximale » » 26,5 m ü. d. »  
 Absenkung » » 24,4 m ü. d. »

der Damm nur auf 150 m seiner Länge dem maximalen Wasserdruck von 26 m Wassertiefe über seinem wasserseitigen Böschungsfusse ausgesetzt. Auf dieser Strecke misst seine untere Breite nahezu 800 m, während auf Kronen- und Stauseespiegel-Höhe die Breite des Dammes durchgehend noch 30 und bezw. ca. 120 m beträgt. Der Kern des Staudammes besteht aus einer natürlichen Mischung von Sand und Lehm, der mittels eines starken Wasserstrahles aus einem regulierbaren «Monitor»-Wendrohr in Materialgruben unterhalb und oberhalb des Dammes gelöst, und aus den so gebildeten Materialsümpfen mit Saugpumpen oder aber auch durch Saugbagger gehoben und durch lange Röhrenleitungen (siehe Abb. 3.) zwischen die aus grossen Steinblöcken und verschiedenem anderem trocken geförderten Aushubmaterial aufgeschütteten Böschungsfüsse eingeschwenkt wurde. So ist nach Ableitung des überschüssigen Wassers, durch Ablagerung der ca. 20 Prozent Festgehalt an Sand und Lehm in diesem aus den Röhren fliessenden Material, der während seines Entstehens stets den Anblick eines Sees gewährende vollkommen dichte Kern sukzessive bis unter die Krone des Dammes in die Höhe gewachsen. Die Vollendung seines normalen Querschnittaufbaues wird durch die weitere allseitige Auffüllung trockenen Baggermaterials, und die, die wasserseitige Böschung zum Schutz gegen den Wellenschlag bedeckende Steinschüttung gebildet.

Zum Zwecke der Regulierung des Stauwasserspiegels bezw. Entlastung des Staudammes, ist durch den seine zwei Teile trennenden, in seinem Kerne aus gewachsenem Fels bestehenden Hügel ein Ueberlauf-Bett von 90 m Breite ausgesprengt, mit Beton ausgekleidet, und in dieses seeseitig ein festes 20,5 m hohes Ueberfallwehr von nahezu halbkreisförmigem Grundriss aus Beton eingebaut worden. Seine Bekrönung bildet das aus mächtigen Betonpfeilern und den 14 zwischen diesen mit Stoney'schen Rollschützen abgeschlossenen Durchlassöffnungen von je 13,70 m Lichtweite bestehende Abschlusswerk (siehe Abb. 4). Die Krone des festen Ueberfallwehres liegt 5,5 m unter, und die Oberkante der geschlossenen Rollschützen auf 0,6 m über dem normalen Stauspiegel des Sees. Durch diese Wehröffnungen kann bei vollständig gehobenen Schützen und höchstem Stauspiegel des Sees eine ausserordentliche Hochwassermenge von 4500 m<sup>3</sup>/sek. zum Abflusse gelangen. Im Falle von Reparaturen an den Rollschützen kann jede Wehröffnung seeseitig der ersteren durch ein ausfahrbares eisernes Ponton dicht abgeschlossen werden. Das am Abschlusswerk vorhandene Nutzgefälle wird unter Benutzung



Ortel, Pilsen

Abb. 3 (Kap. 5 a). Aushub durch Abspülung von Erdmaterial mit «Monitor»-Wendrohren in den Pumpensumpf. Saugbagger mit Druckleitung zur Einspülung in aufzufüllendes Gelände bei Miraflores. Dezember 1910.

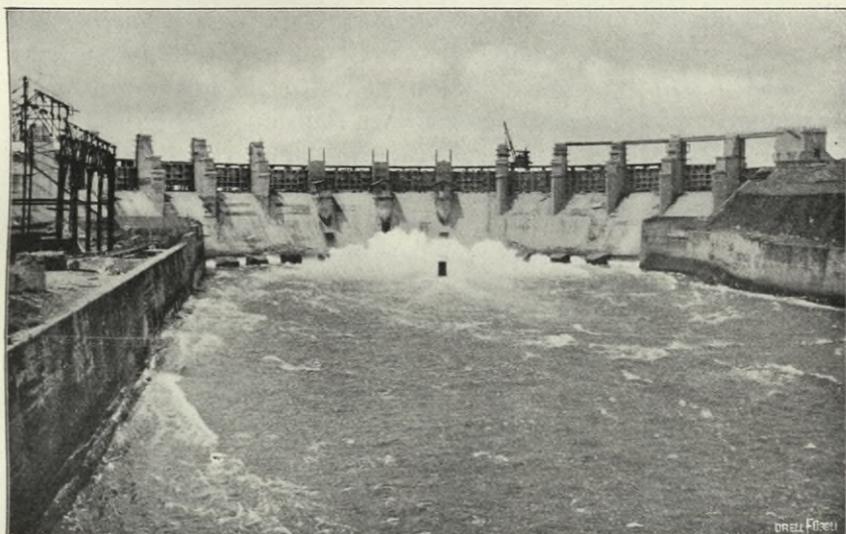


Abb. 4 (Kap. 5a). Das noch unvollendete feste Ueberfallwehr mit Rollschützenaufbau zur Regulierung des Ueberlaufes bzw. des Stauseespiegels bei Gatun. Das Wasser strömt während des Aufbaues der Schützen bei niedriggehaltenem Seespiegel durch die provisorischen, später zugemauerten unteren Durchlassöffnungen. Am Fusse des Wehres sind links und rechts die als sogenannte «Schikanen» zum Brechen der Strömung erstellten Betonblöcke sichtbar. Ganz links das Stahlgerippe der im Bau begriffenen Hydroelektrischen Kraftstation. Juni 1913

von Wasser aus dem Stausee in einem rechts unterhalb gelegenen, den gesamten Kraftbedarf zum Betrieb der Schleusen, und der Beleuchtung des Kanales deckenden Hydro-Elektrizitätswerk für Stromerzeugung verwertet. Ein ähnliches, nur viel kleineres und geradlinig gebautes Abschlusswerk zur Regulierung des dortigen Stauseespiegels befindet sich neben der Schleusentreppe von Miraflores. Bei der tiefsten für das wasserärmste Jahr vorgesehenen Wasserspiegelabsenkung bis auf 24,4 m über Meeresspiegel, wird noch eine genügende Fahrtiefe von 12 m im Culebra-Einschnitt vorhanden sein. Zwischen diesem und dem höchsten, nach Ansammlung der Hochwasser vorgesehenen Aufstau des Seespiegels bis 26,5 m ü. mittl. M.-Sp., kann eine Wassermenge von über 900 Mill. m<sup>3</sup> aufgespeichert werden. Laut offiziellen Angaben genügt diese noch, um nach Abzug aller Verluste durch Verdunstung, Versickerung, Undichtigkeit der Schleusentore, Umlaufkanäle und Abschlussventile sowie der Wehrschützen in den Regulierungswerken, als auch des für den Betrieb der hydro-elektrischen Kraftstation benötigten Wassers, selbst während der trockensten Jahreszeit, bei Niederwasserführung der Zuflüsse zum See, ebenso wie während der übrigen Jahreszeit täglich noch stets 40 Durchschleusungen durch den Kanal, bei Benutzung der vollen Länge der Schleusenkammern, unter Zunutzemachung aber der unter 56 beschriebenen Einrichtungen zur Wasserersparnis in den Kammerschleusen, deren 58, also mehr als der gesamte für die Durchschleusungen benötigte Zeitaufwand innerhalb 24 Stunden gestatten würde, vorzunehmen. Das gesamte Einzugsgebiet des Gatunsees umfasst 3420 km<sup>2</sup> und die jährliche Abflusshöhe aus diesem beträgt auf Gatun bezogen im Minimum (1912) 1.09 m, im Mittel aus den letzten 20 Jahren 2.0 m und im Maximum (1910) 2.96 m.

### b) Die Schleusentreppen bei Gatun, Pedro=Miguel und Miraflores.

Die sämtlichen sechs Stufen dieser Schleusentreppen sind als Doppel- oder Zwillingschleusen ausgebaut, d. h. es sind auf jeder Stufe je zwei gleiche, durch eine Längs-Zwischenmauer getrennte Schleusenkammern paarweise und parallel neben einander angeordnet, um unbehelligt vom Verkehr in der einen Richtung gleichzeitig auch Durchschleusungen in der entgegengesetzten Verkehrsrichtung vornehmen zu können, und dadurch die durch die Schleusen begrenzte Leistungsfähigkeit des Kanales zu verdoppeln. Alle Schleusenkammern

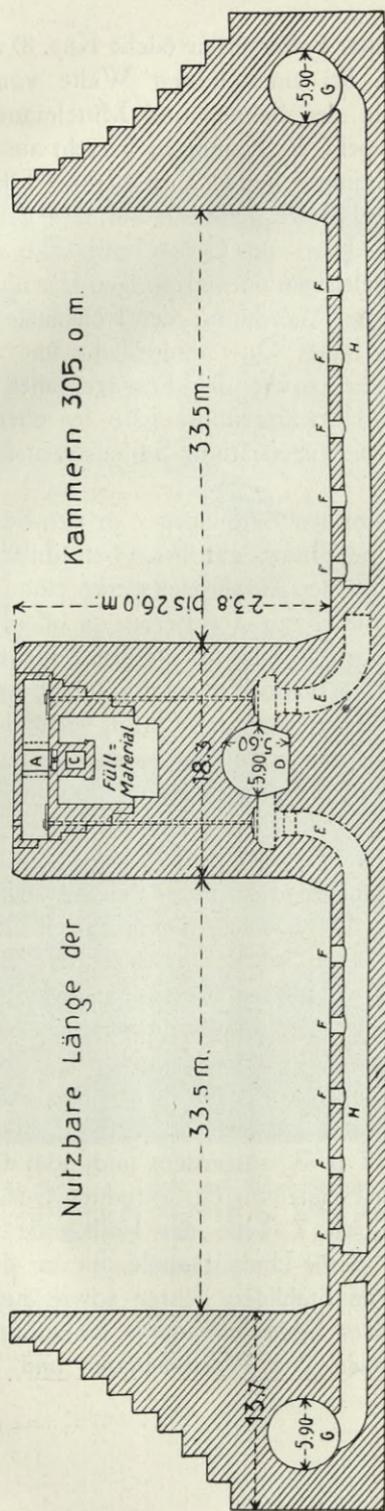


Abb. 5 (Kap. 5 b). Normaler Querschnitt durch sämtliche als Doppelkammern ausgebildete Schleusentreppen. Erklärung: A Durchgang für das Betriebspersonal, B Kanal für elektrische Leitungen, C Entwässerungskanal, D Hauptumlaufkanal in der mittleren Längswand, G Umlaufkanäle in den seitlichen Längswänden, E und H Füllkanäle quer unter den Kammerböden durchlaufend. Die vom mittleren Umlaufkanal D ausgehenden Füllkanäle E wechseln jeweils ab mit den von den seitlichen Umlaufkanälen G ausgehenden Füllkanälen H, F Füllöffnungen durch welche das Wasser bei der Füllung der Schleusenkammer aus den Füllkanälen in diese einströmt. bezw. bei der Entleerung der Kammern in die Füll- und Umlaufkanäle entweicht.

besitzen eine durch Sperr- oder Pufferketten (siehe Kap. 8) auf 305 m reduzierte nutzbare Länge, bei einer lichten Weite von 33,5 m. Das gesamte Mauerwerk in den Seiten- und Mittelmauern sowie in der Sohle und den Drepeln der Kammern besteht aus durchweg sehr nass eingebrachtem Stampf- bzw. Gussbeton. Die Hauptdimensionen der ersteren sowie der dieselben auf ihre ganze Länge durchdringenden Umlaufkanäle — an Grösse mit 23,8 m<sup>2</sup> lichter Querschnittsfläche einen eingeleisigen normalspurigen Eisenbahntunnel noch übertreffend — auch die Anordnung der Füllkanäle mit verschiedentlich 3,0 bis 4,1 m<sup>2</sup> lichter Querschnittsfläche und der Füllschächte in der Kammersohle, sowie der Passagetunnels für den Betrieb der Leitungs- und Entwässerungskanäle im obersten Teil der Mittelmauern, sind aus der für sämtliche Schleusen massgebenden Abb. 5 ersichtlich.

Zur Herstellung der enormen Betonkörper in den Schleusen — die mittleren Längsmauern bei Gatun, mit ihrem beträchtlichen Querschnitt, erreichen einschliesslich der Zufahrtsleitwerke eine Länge von über 1900 m und die Gesamtkubatur des Betons in allen Schleusen beläuft sich auf ca. 3,2 Mill. m<sup>3</sup> — sind für die drei Schleusentreppen grundsätzlich verschiedene Verlade-, Transport- und Baumaschinen zur Verwendung gelangt. Für diejenigen bei Gatun wurde Kies, Sand und Zement in zum Teil aus armiertem Beton erbauten Kähnen, auf dem alten französischen Kanal von Colon her in die Nähe der Baustelle geführt, aus diesen mittels einer Serie von Lidgerwood'schen Luftseilbahnen auf die grossen Lagerhaufen, und von diesen auf elektrisch betriebenen Rollbahnen automatisch den benachbarten Betonmischmaschinen zugeführt. Der aus diesen in grosse eiserne fahrbare Kübelwagen ausfliessende Beton wurde in diesen auf Bahnwagen verladen, und auf besonderen Geleisen unter eine zweite Serie von gleichen Luftseilbahnen geführt, um mittels dieser abgehoben, sowie an die einzelnen Verbrauchsstellen verführt zu werden, wie dies aus den Abb. 6, 7 und 8, zu ersehen ist. Aus diesen drei Abbildungen sind auch die auf Geleisen verschiebbaren, die Luftseilbahnen tragenden Gerüsttürme, auf Ab. 7 u. 8, ausserdem auch noch die grossen fahrbaren Schaalgerüste zur Herstellung der lotrechten Gesichtsflächen der Schleusenmauern, aus Ab. 7 Teile der Füllkanäle unter der Kammersohle und aus Ab. 8 die Umlaufkanäle, die zu deren Ausrüstung benutzten dehnbaren Stahlblech lehnen sowie auch der bereits vollendete Drepel eines Schleusenhauptes ersichtlich.

Bei den Schleusentreppen von Pedro=Miguel und Miraflores

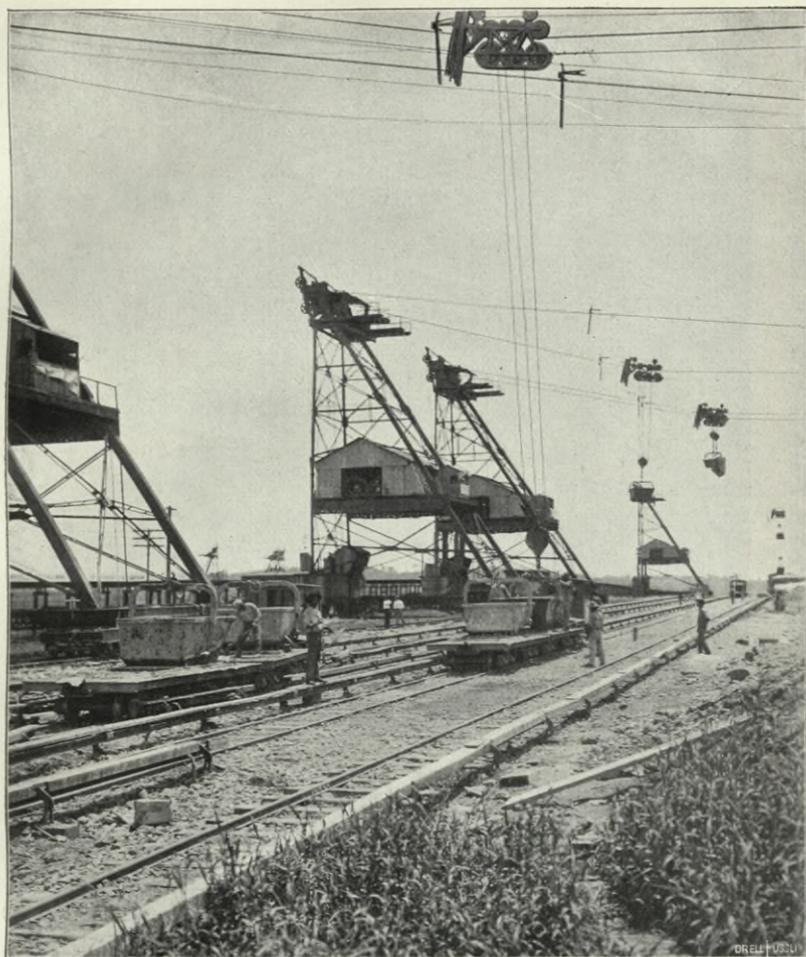


Abb. 6 (Kap. 5 b). Blick auf die Transport- und Betonladegeleise bei den fahrbaren Türmen am Betriebsende der Lidgerwood'schen Luftseilbahnen für den Bau der Schleusentreppe bei Gatun. Juni 1910.

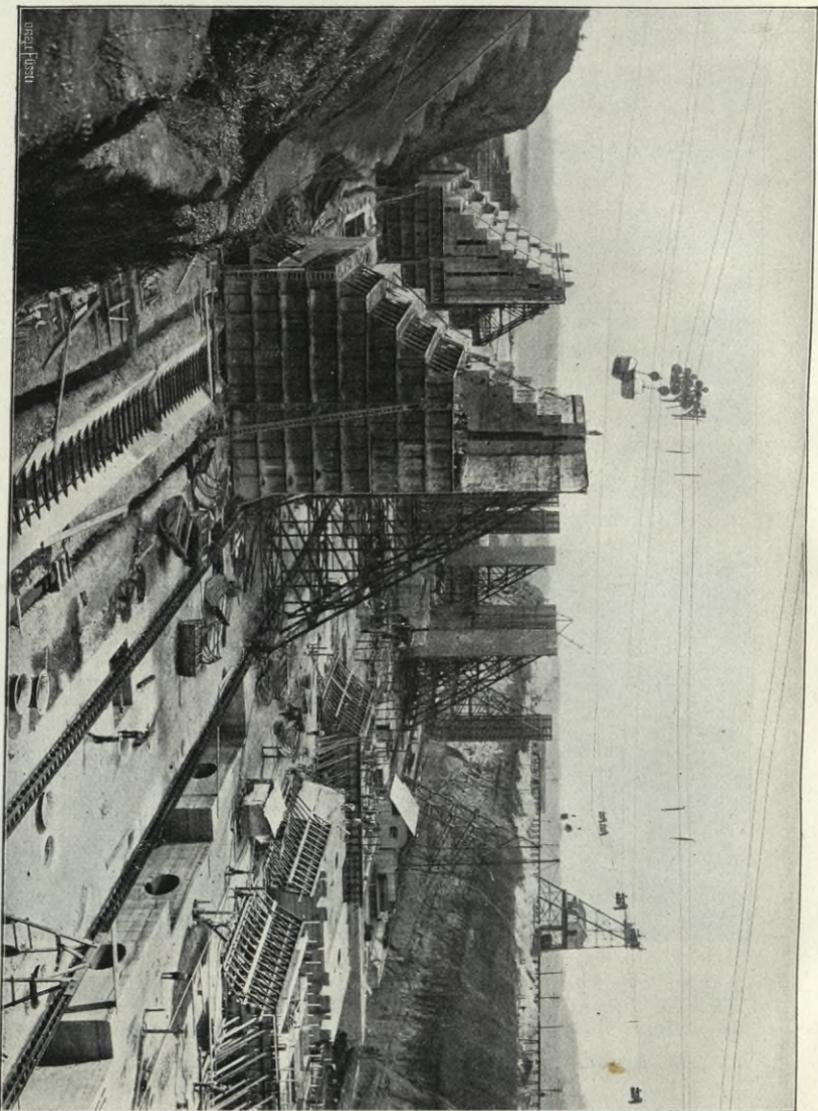


Abb. 7 (Kap. 5b). Blick in südlicher Richtung von der östlichen Seitenwand der obersten Schleusenammer bei Gattun. Zufuhr von Beton mittels der Luftseilbahn und eiserne Schalgerüste zur Herstellung der Längswand. Links: Blick auf die Sohle des Umlaufkanals. Rechts: Blick in die quertlaufenden Füllkanäle mit den Mündungs-trichtern der Füllöffnungen. März 1910.

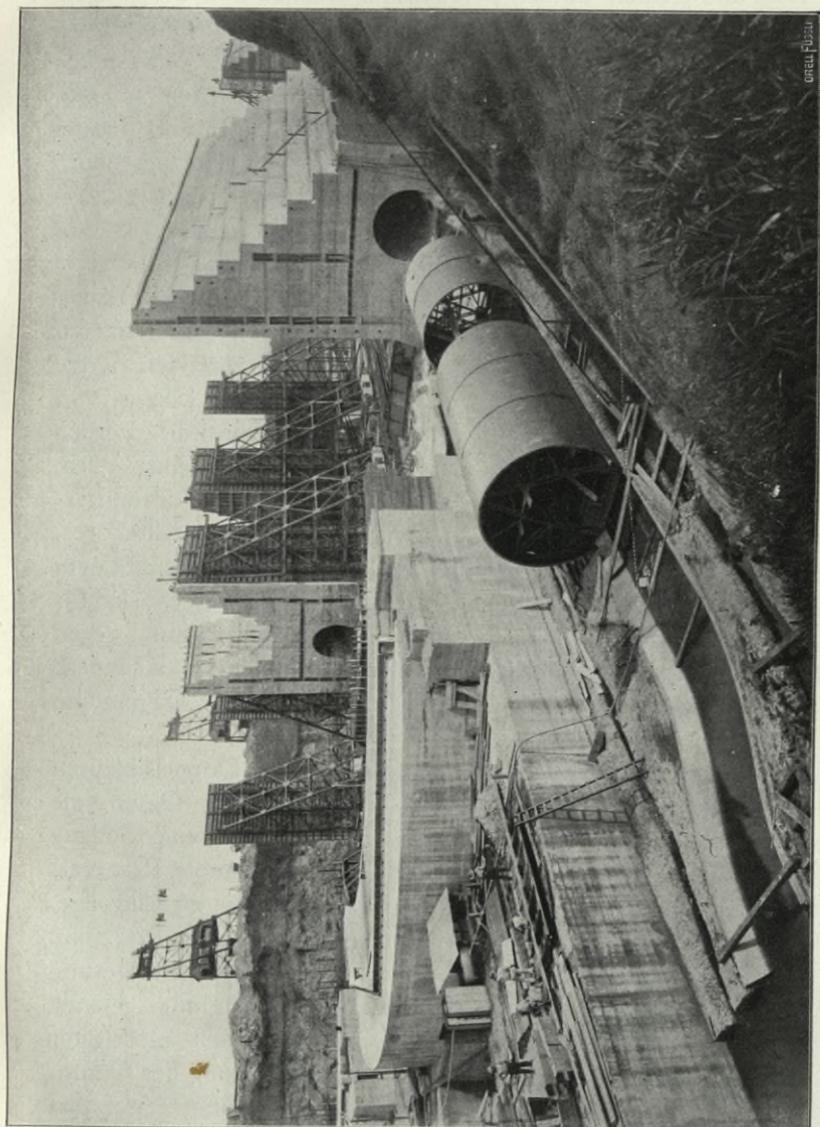


Abb. 8 (Kap. 5 b). Südliches Ende mit DrempeI der obersten Kammern der Schleusentreppe bei Gatun. Im Hintergrund, Mitte: genietete fahrbare Schalgerüste zur Herstellung der vertikalen Gesichtsflächen der Beton-Kammerwänden. Im Vordergrund rechts: verstellbare eisernen Lehre zur Herstellung der Umlaufkanäle in den Schleusenmauern. April 1910.

wurden zum Unterschied von derjenigen bei Gatun, da hier das sämtliche Baumaterial auf Bahngleisen zugeführt werden musste, grosse fahrbare, aus genieteten Fachwerkgerüsten bestehende Auslegerkranen für Zwecke des Abladens der Materialzüge, der Zufuhr von Sand, Kies und Zement zu den Betonmischmaschinen und des fertigen Betons an die einzelnen Baustellen benutzt. Die konstruktive Anordnung und Verwendungsart dieser Gerüstkrane ist aus den Abb. 9 und 10, zu ersehen. Da jede Füllung einer Schleusenkammer genau dieselbe Wassermenge erfordert, unabhängig von Anzahl, Grösse oder Ladegewicht der darin enthaltenen Schiffe, so sind, um unter hiefür günstigen Verhältnissen eine weitere Wasserersparnis zu ermöglichen, die sämtlichen Schleusenkammern mit Ausnahme des untersten Kammerpaares bei Miraflores, das in den Stillen Ozean ausmündet, durch Zwischentore in etwa  $\frac{3}{5}$  der vollen Nutzlänge von 305 m so unterteilt, dass beim Durchschleusen von kürzeren Schiffen — etwa 95 Prozent aller die Ozeane befahrenden Schiffe sind *nicht* über 180 m lang — nicht die der vollen Länge jeder Schleusenkammer entsprechende Wassermenge verbraucht werden muss. Zur grösseren Sicherheit, im Falle der Beschädigung durch Schiffe, sind die sämtlichen Haupttore am Oberhaupt wie am Unterhaupt jeder obersten Schleusenkammern in Gatun und Miraflores, sowie auch diejenigen der Schleuse bei Pedro=Miguel mit einem zweiten vorhandenen Reservetore verschliessbar. Ausserdem sind für die Bedürfnisse gänzlicher Entleerung, sowie zum Schutz gegen Hochflutwellen oder Hochwasser jeweilen die untersten Kammern der drei Schleusentreppen an ihrem Unterhaupt mit Gegentoren versehen.

Die Anordnung der Schleusentore in den Doppelschleusen und deren Unterteilung, ist aus Abb. 11 und 12, für Gatun, die Grössenverhältnisse der Tore und die erstmalige Füllung einer Schleusenkammer aus Abb. 13, ersichtlich. Die sämtlichen Haupt-, Reserve-, Zwischen- und Gegentore aller Schleusen sind als zweiflügelige, Hohlkörper aus genietetem Stahl bildende Stemmtore in Riegelbau ausgeführt. So sind in den drei Doppelschleusentreppen insgesamt 46 Tore mit zusammen 92 Torflügeln zur Verwendung gelangt. Die Höhe der Tore variiert zwischen 14,4 m bei den niedrigsten Toren der obersten Abschlüsse gegen die Scheitelhaltung des Gatunsees und bis 25 m bei den dem hohen Flut- und Ebbewechsel ausgesetzten untersten Abschlusstoren gegen den Stillen Ozean. Die Gewichte der fertig montierten insgesamt je 19,8 m breiten Tor-

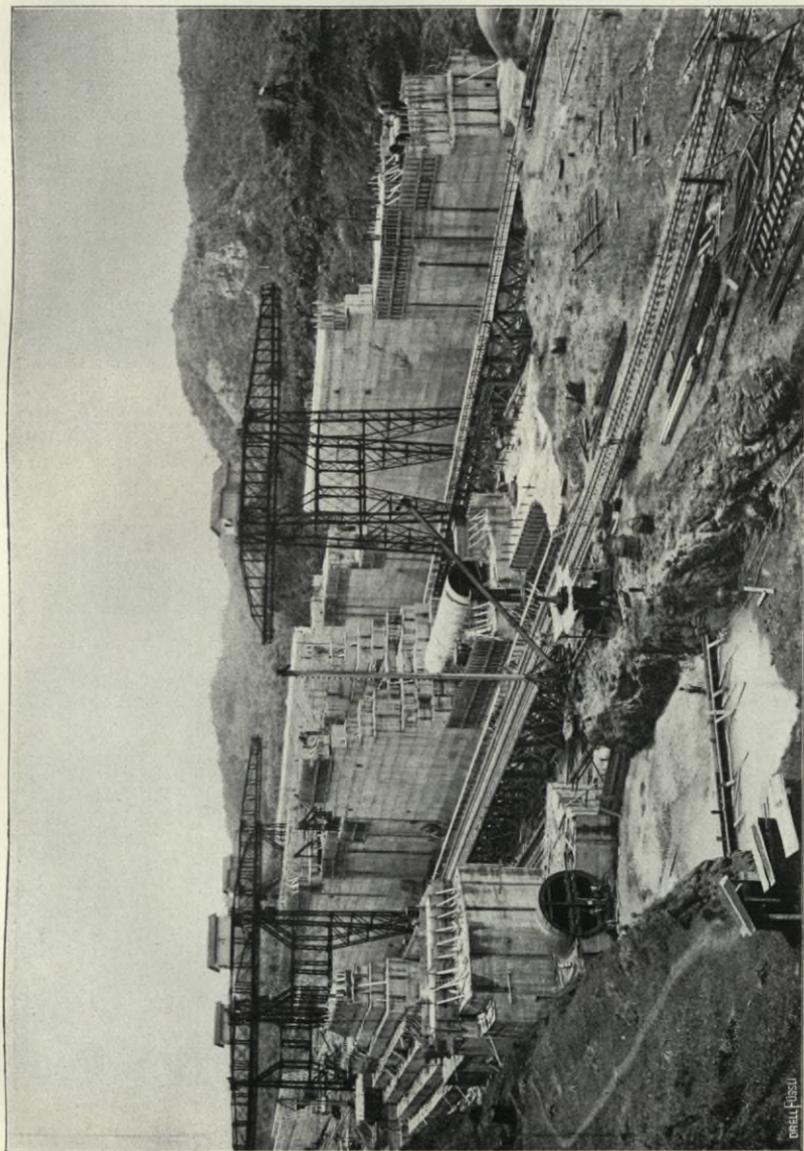


Abb. 9 (Kap. 5 b) Blick nach Süden auf die Schleusenkamern bei «Pedro Miguel» mit den enormen fahrbaren Kragträger-Gerüst-Laufkrane und den provisorischen Materialzufahrtseisen. Okt. 1910.

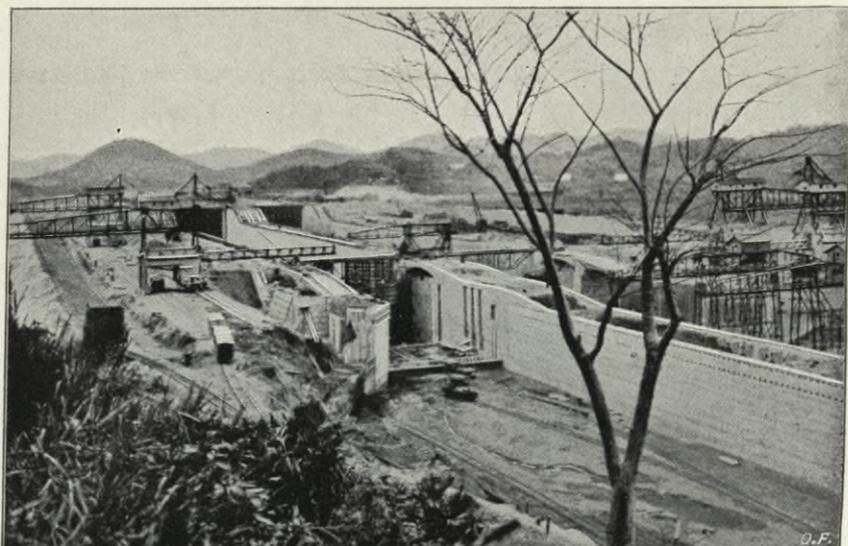


Abb. 10 (Kap. 5 b) Blick in nördlicher Richtung auf die unteren Kammern, der Schleusentreppe bei «Miraflores» mit den grossen mittleren Kammer und seitlichen Bermen=Lufkranen, die zu ihrem Bau gedient haben. April 1913.

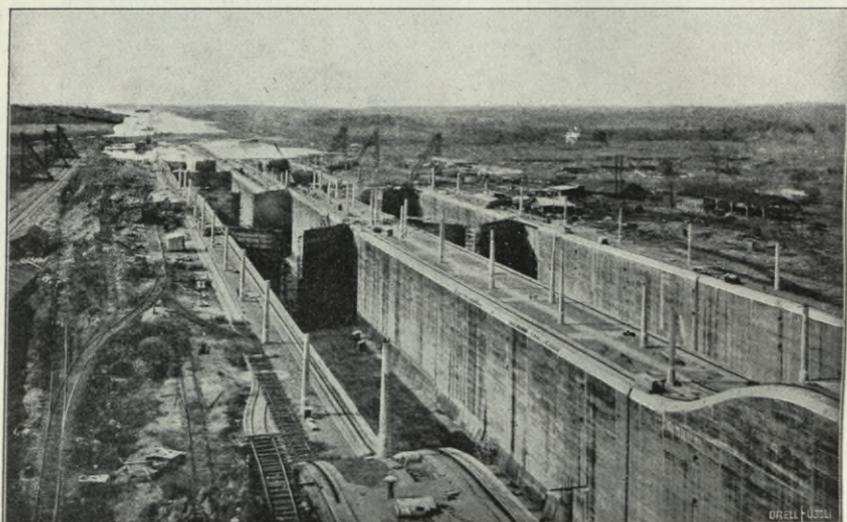


Abb. 11 (Kap. 5 b). Blick gegen Norden auf die vollendeten mittleren und unteren Kammern der Schleusentreppe bei Gatun. Im Hintergrund die Ausmündung des Kanales in die Limon Bai. Juni 1913.

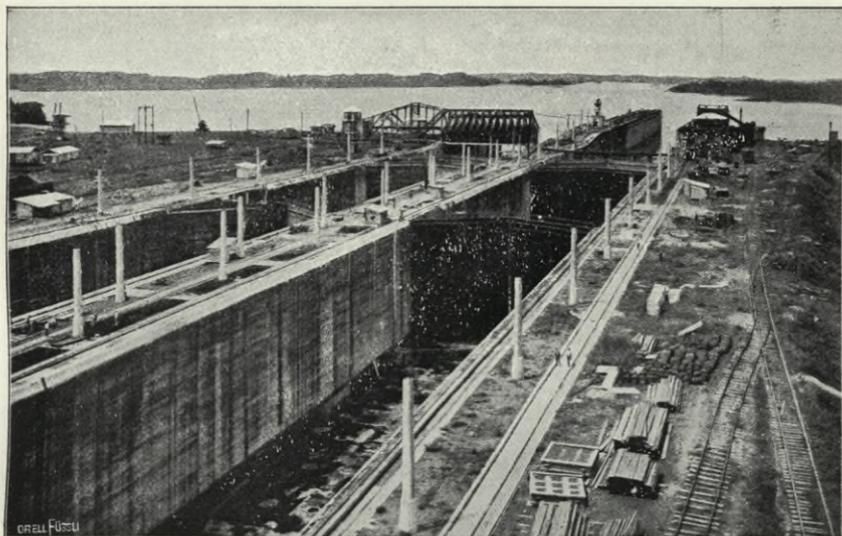


Abb. 12 (Kap. 5 b). Blick in südlicher Richtung auf die vollendeten oberen Kammern der Schleusentreppe bei Gatun mit den Drehbrücken-Notverschlüssen (links: geschlossen, rechts: geöffnet). Juni 1913.

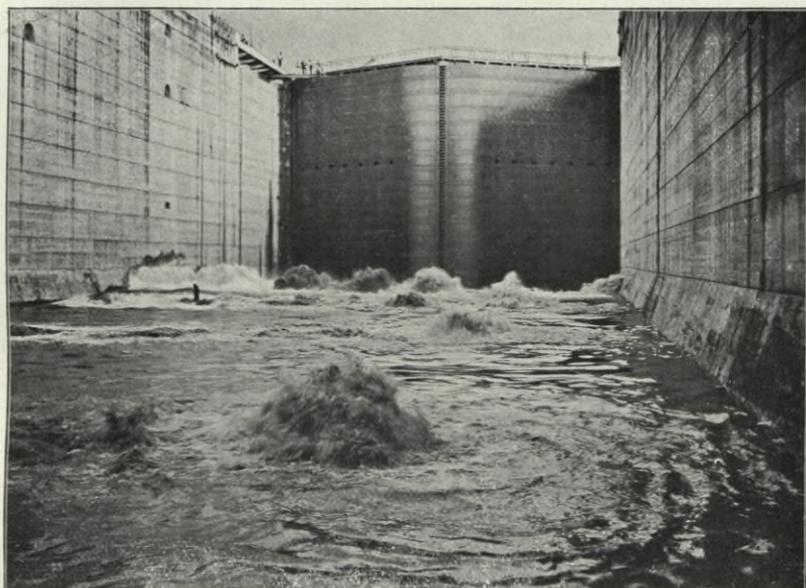


Abb. 13 (Kap. 5 b). Schleusentreppe bei «Miraflores». Erstmalige Füllung der oberen westlichen Schleusenammer. Blick in südlicher Richtung gegen die Stemmtore 14. Oktober 1913.

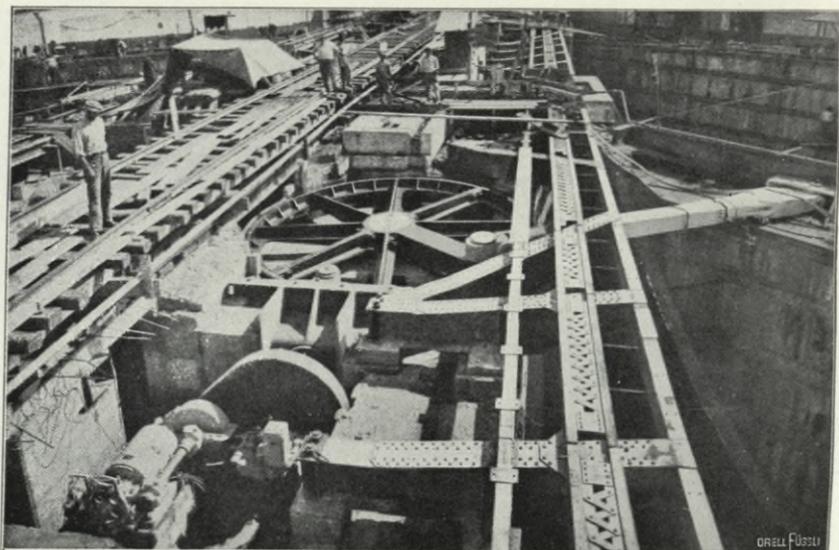


Abb. 14 (Kap. 5 b) Stenmtor-Bewegungsmechanismus mit darüber führenden genieteten Tragbalken (im Vordergrund) des Geleiseunterbaues für die elektrischen Treidel-(Schiffzug)-Lokomotiven. Juni 1912.

flügel variieren ihrer Höhe entsprechend zwischen 386 und 735 Tonnen. Der untere Teil eines jeden Torflügels ist aus drei, durch lotrechte Zwischenwände getrennten völlig wasserdicht genieteten Kompartimenten zusammengesetzt, wodurch ein Auftrieb entsteht, der dem Gesamtgewicht nahezu Gleichgewicht hält und so den Druck auf die Lager, in denen sich der Torflügel dreht, auf ein Minimum reduziert. Umgekehrt kann, um das Gewicht der Torflügel, über deren Höhe gleichmässiger zu verteilen, in ähnliche Kompartimente in deren oberen Teilen, Wasser eingefüllt werden. Für den Fall von Reparaturen an den Schleusentoren kann jede oberste Kammer ausserhalb des obersten Tores mit einem ausfahrbaren Schwimmponton abgeschlossen werden. Selbstverständlich erfolgt die Betätigung der gesamten Betriebsmechanismen der Schleusen sowie auch der Rollschützen in den Ueberläufen auf elektrischem Wege. Der neuartige Mechanismus, der die Oeffnung und das Schliessen der Stenmtore bewirkt, ist aus Abb. 14 zu ersehen. Bei der aussergewöhnlichen Grösse der Tore ist durch die kurbelartige Verbindung der das Tor aufziehenden bezw. zustossenden Strebe mit einer Radscheibe an deren Peripherie erreicht, dass die aufgewendete Kraft bei wechselndem Hebelarm nahezu proportional ist zu den in seinen

Endlagen des Torflügels grössten Bewegungswiderständen und das grösste Mass der Bewegung dann eintritt wenn der Widerstand am geringsten ist. In zwei Minuten gestattet diese ausgezeichnete moderne Bewegungs-Vorrichtung die Torflügel zu öffnen oder zu schliessen. Die Art und Weise des Schiffahrtsbetriebes durch die Schleusen und die besonderen Massnahmen zu dessen weiterer Sicherung, werden im 8. Kapitel noch kurz erläutert werden.

Die Umlaufkanäle in den Längsmauern sind an deren in die obere und untere Wasserhaltung ausmündenden Enden und bei jedem Schleusenhaupt durch je zwei genietete Rollschützen abschliessbar. Der Ein- und Austritt des Wassers in die Kammern aus den Umlaufkanälen der Seitenmauern oder umgekehrt, wird durch diese Schützen und aus dem Umlaufkanal der Mittelmauer in die beidseitigen abgelenkten Schenkel der Füllkanäle durch die in Abb. 5 angedeuteten einzeln zu bestätigenden Zylinderventile geregelt. Durch entsprechende Betätigung dieser Verschlussorgane kann also der mittlere Umlaufkanal nicht nur zur rascheren Beendigung der Füllung oder Entleerung der beidseitigen Schleusenammern herangezogen, sondern es kann auch für Zwecke der Wasserersparnis die Ueberleitung des Wassers aus einer Schleusenammern in die seitlich benachbarte Zwillingen-, und auf diese Weise als Sparbassin dienende Ammern bewerkstelligt werden. Die Füllung bzw. Entleerung jeder Schleusenammern durch die grosse Zahl von gleichmässig über ihre ganze Grundfläche verteilten auf den Füllkanälen sitzenden Einlaufschächten, erfolgt ohne Erzeugung starker oder schädlicher Strömungen. Die Wassertiefe über den Dremeln beträgt normal 12,2 m im Salzwasser und 12,6 m im Süswasser. Für die Füllung und Entleerung einer Schleusenammern ist ein Zeitaufwand von ca. 15 Min., für die Durchschleusung eines Schiffes durch die sämtlichen Schleusen sind ca. 3–3½ Stunden und für die ganze Fahrt von Colon nach Panama 8–10 Stunden erforderlich.

### c) Der grosse Culebra-Einschnitt und der Kanalaushub.

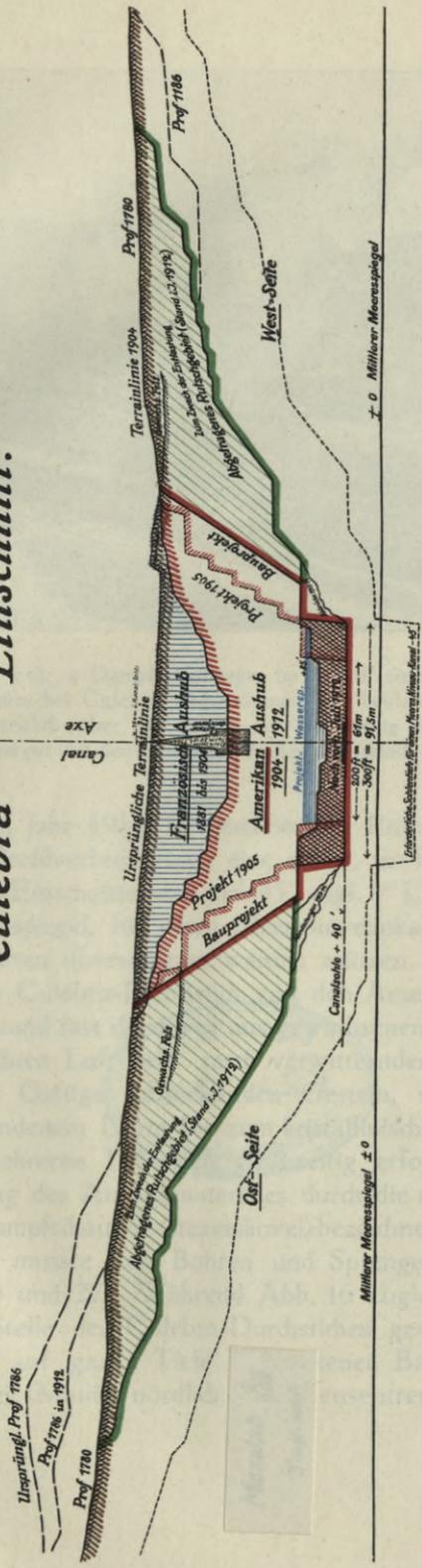
Dieser gewaltige Durchstich der kontinentalen Wasserscheide und die Bezwingung aller bei seiner Ausschachtung auftretenden Schwierigkeiten, bildet zweifellos den bewunderungswürdigsten Teil der sämtlichen Arbeiten am Panama-Kanal. Diejenigen, die jetzt den Culebra-Einschnitt vom Promenadendeck eines durcheilenden Dampfers betrachten, werden sich nur schwerlich die wechselvollen

Bilder vorstellen können, die dieses künstliche Canyon während der vielen Jahre seiner mühseligen Herstellung, und noch kurz vor dem Einlassen des Wassers, der tatsächlichen Vereinigung der beiden Ozeane, seinen mutigen Schöpfern geboten hat. Bei keinem andern Teil des ganzen kühnen Werkes hat der Wert der Voraussagen und der darauf fussenden Berechnungen der internationalen Expertenkommission, und das wissenschaftliche wie technische Urteil bedeutendster Autoritäten auf dem Gebiete der Geologie und des praktischen Ingenieurwesens, in so vernichtender Weise versagt. Der eigentliche Culebra-Einschnitt erstreckt sich hinter dem Gamboa Schutzdamm bei «Bas Obispo» (siehe Beilage II) beginnend bis über «Paraiso» hinaus, also etwa von Sta. 31 $\frac{1}{2}$ —38 $\frac{1}{2}$  oder über eine Länge von rund 11 $\frac{1}{2}$  km.

In Beilage V ist ein Querschnitt durch den Culebra-Durchstich bei der südwestlich desselben gelegenen Ortschaft Culebra, in der Richtung gegen Panama gesehen dargestellt. Dieses Querprofil No. 1780 zeigt zwar nicht die höchsten der in nächster Nähe den Kanal flankierenden, auf der Ostseite vom «Gold Hill», auf der Westseite vom «Contractors Hill» gebildeten Teile der kontinentalen Wasserscheide, wohl aber nahezu die höchste in der Kanalaxe angetroffene Bodenerhebung. Die Böschungs-Anschnitte an den Seiten der beiden genannten Hügel reichen bis auf 150 m und bezw. 114 m über die Kanalsohle hinauf. In verschiedenen Farben sind deutlich der seit 1881 bis zum Jahr 1904 von den Franzosen, sowie der von den Amerikanern bis zum Juli d. J. 1912 geleistete Aushub gekennzeichnet. In ähnlicher Weise sind sodann das im Expertenprojekt vom Jahre 1905 mit terrassierten Böschungen und einer Sohlenbreite von 61 m vorgesehene, sowie das dem Bauprojekt zu Grunde gelegte, *nachträglich* auf eine Sohlenbreite von 91,5 erweiterte Normalquerprofil, sowie die infolge der Rutschungen, und zum Zwecke von deren Bekämpfung durch Entlastung und Verflachung der Böschungen, an Stelle der von den Experten vorgesehenen 220 m, bis zum Juli 1912 tatsächlich schon erreichte Einschnittbreite auf ursprünglicher Terrainhöhe von 550 m unterschieden.

Als Vergleichs-Masstab für die Tiefe der gesamten Abgrabungen in der Kanalaxe von Terrainhöhe bis auf die Kanalsohle, ist in Beilage V der vom Strassenpflaster bis zu seiner Spitze 79 m hohe Turm der Fraumünsterkirche in Zürich auf die fertige Kanalsohle gestellt eingezeichnet. Des weitern ist auch in punktierten Linien angedeutet, welche enorme Dimensionen im Verhältnis zu der, wegen

# Culebra Einschnitt.



Querschnitt durch den Culebra Einschnitt bei der das Hauptquartier der Bauleitung beherrschenden Ortschaft «Culebra»,  
 in der Richtung gegen Panama gesehen. Masstab 1 : 2850 (1 cm = 28.5 m)



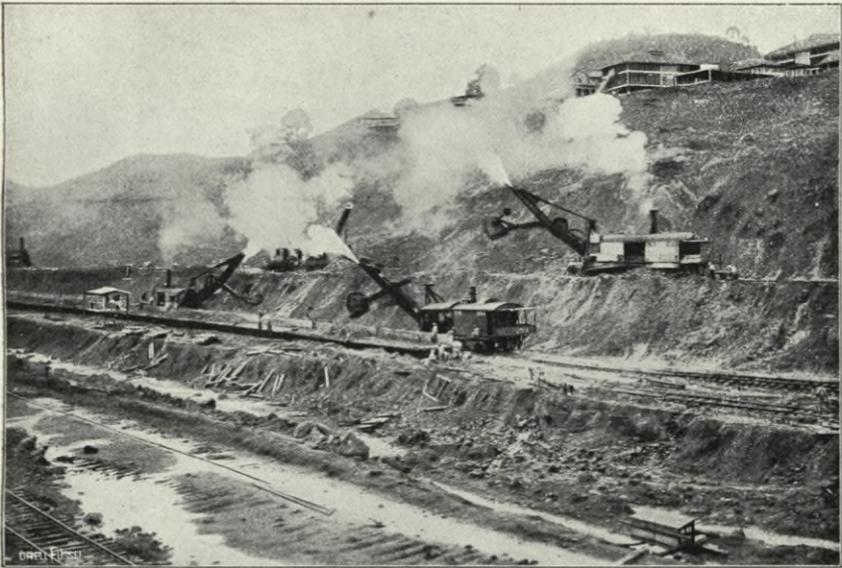


Abb. 15 (Kap. 5 c) 4 Dampf­löf­fel­bagger im Begriff eine Rutschung auf der West­seite des Kanales bei Culebra wegzuräumen. Die beiden oberen Bagger deponieren den Aushub seitlich über die Berme zur Bedienung der untern Bagger, welche dann das Baggergut auf den Lidgerwood'schen Materialförderzug heben. Okt. 1909.

der bis zum Jahr 1912 fortgeschrittenen Rutschungen seither noch gesteigerte Profilverbreiterung, eine solche, im Falle einer Vertiefung des Culebra-Einschnittes bis auf 45' engl. = 13,5 m unter den mittleren Meeresspiegel, für einen Meeresniveaukanal mit aller Gewissheit noch hätten überschritten werden müssen.

Das im Culebra-Durchstich von den Amerikanern ausgehobene Material bestand fast durchweg aus gewachsenem Fels vom weichsten, an der feuchten Luft sehr rasch verwitternden bis zum härtesten, sehr dichtes Gefüge aufweisenden Gestein, von aus verwitterter Lava entstandenem Lehm bis zum kristallinischen Gneiss und Basalt. Der auf mehreren Terrassen gleichzeitig erfolgenden Lösung und Wegräumung des Aushubmaterials durch die typisch amerikanischen kurz mit «Dampfschaukel» (steamshovel) bezeichneten fahrbaren Dampf­löf­fel­bagger musste stets Bohren und Sprengen vorausgehen (siehe Abb. 15, 16 und 27). Während Abb. 16 zugleich einen Einblick in die tiefste Stelle des Culebra-Durchstiches gestattet, zeigt Abb. 17 das bereits auf ganze Tiefe in trockener Baugrube ausgehobene Kanalbett bei «Mindi» nördlich der Schleusentreppe bei Gatun bei der

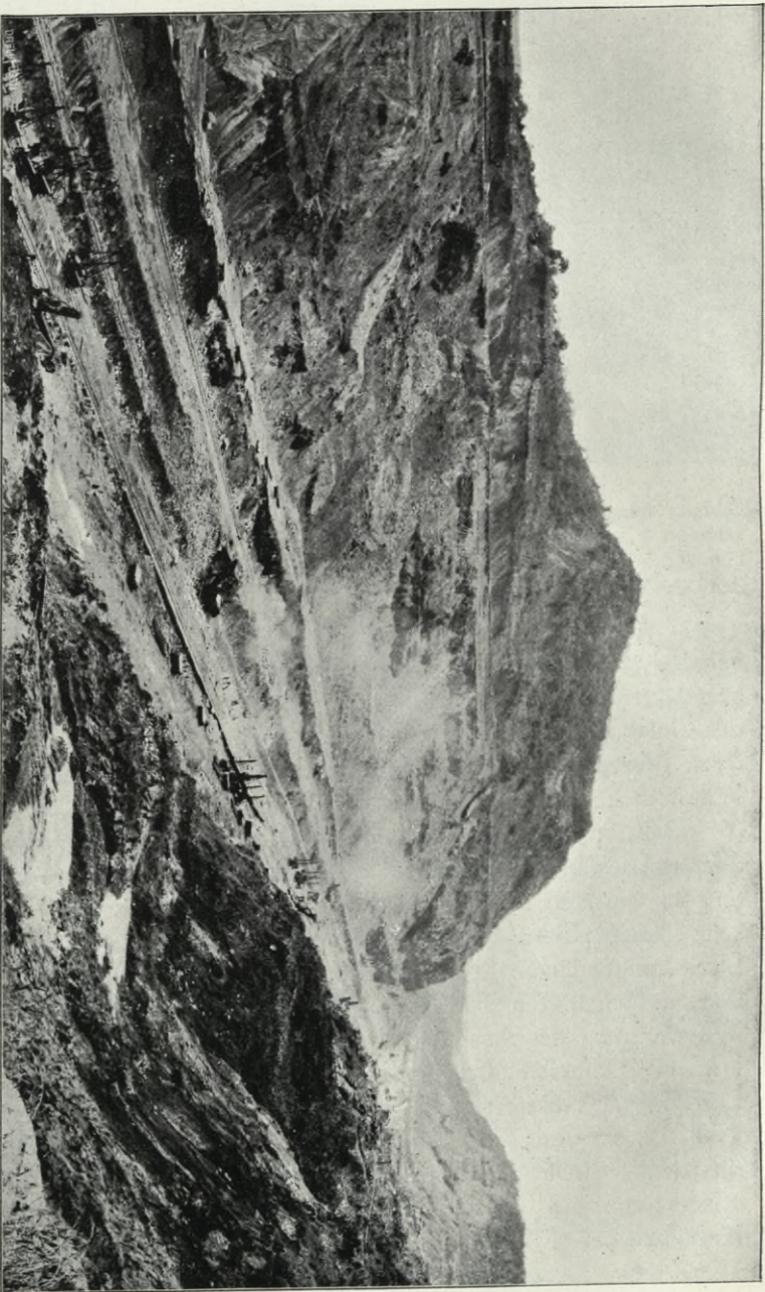


Abb. 16 (Kap. 5 c). Blick in östlicher Richtung auf den mittleren Teil der tiefsten Einschnittsreihe zwischen Gold Hill (obere Mitte) und der seit längerer Zeit in Ruinschung begriffenen (redrisssetigen) Böschung vor Culebra und dem Contractors Hill (oben rechts). In der nahezu auf die fertige Tiefe ausgehobenen Kanalschle sind eine grössere Anzahl von Fall-Gesteinsbohrmaschinen und einige Dampföffelbagger sichtbar. Februar 1913.

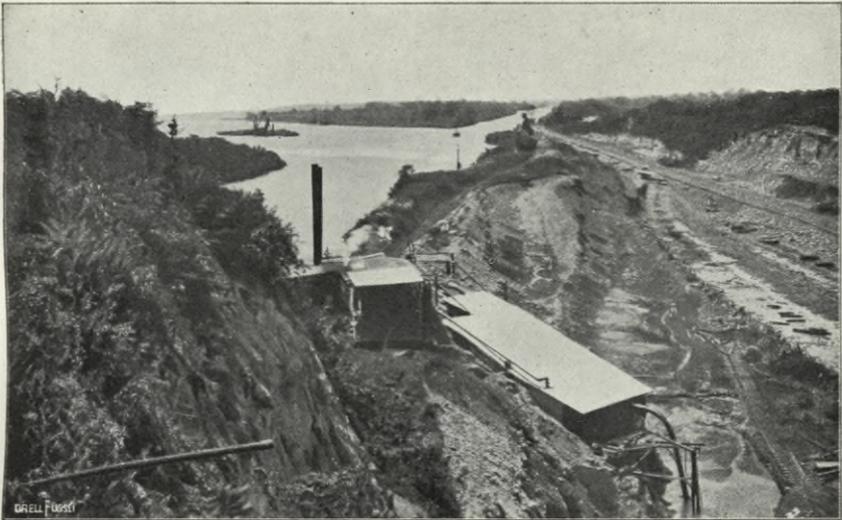


Abb. 17 (Kap. 5 c). Blick von der Westseite in nördlicher Richtung auf den Kanalausshub bei Mindi (nördlich von Gatun). Im Hintergrund links: die Ausmündung des neuen amerikanischen Kanales in die Limon Bai, rechts: der nach Colon führende aber verlassene französische Kanal. Juli 1911.

Kreuzungsstelle mit dem alten französischen Kanal, kurz vor der Sprengung zum Einlassen des Wassers und der gänzlichen Entfernung mittels Schwimmbaggern des noch stehenden, den Abschluss gegen den atlantischen Ozean vermittelnden Erdprismas.

Als den fortschreitenden Ausschachtungsarbeiten sich in stets wachsender Zahl entgegenstellende, endlose und jene enorm verzögernde, vermehrende und vertuernde Schwierigkeiten, erwiesen sich die zahlreichen sich kanalwärts bewegenden Gelände=Rutschungen. Dieselben hatten schon unter den Franzosen begonnen und dieselben veranlasst, die Grabarbeiten im Culebra-Einschnitt zeitweise und zuletzt gänzlich einzustellen. Die Rutschungen waren von verschiedener Art und sind auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Einmal waren sie die Folge von Felsabbrüchen, hervorgerufen durch die mit wachsender Ausschachtungstiefe eintretende Auslösung übermäßigen Druckes und Zermalmung des Gesteins am Fusse steiler Böschungen, also «Zermalmungsbrüche» (siehe Abb. 18). In andern Fällen waren es Abbrüche, hervorgerufen schon durch das blosse Gewicht der überlagernden Masse («Schwerebrüche») deren Anzeichen sich in der Regel durch die Bildung klaffender Spalten seitlich und hoch über der Abgrabungsfläche zu erkennen gaben, während die Rutschung



Abb. 18 (Kap. 5 c). Blick in nördlicher Richtung auf den Felsabbruch und die bis zum künstlichen Bett des auf die Ostseite des Kanales abgelenkten Rio Obispo reichende Rutschung im Culebra-Einschnitt auf der Ostseite des Kanales bei «La Pita». Aug. 1912.

durch das in diese eindringende Regenwasser befördert wurde. Diese Rutschungen erfolgen zum Unterschied der ersteren ohne Gesteinsveränderung und erweist sich die Abrutschfläche um so flacher, je nasser und reibungsloser das Gestein und um so steiler, je trockener und rauher die Struktur des Gesteins. Die Begleiterscheinungen solcher in Abb. 19 schematisch zur Darstellung gebrachter Rutschungen waren jeweils eine starke Deformation der Böschungsflächen und eine Hebung der Kanalsole über das bereits ausgehobene Niveau um von 3 bis in einzelnen Fällen 9 m betragende Höhenunterschiede und zugleich auch seitliche Verengung des Kanalquerschnittes.

Eine weitere Art von Rutschungen ist direkt auf schon in der geologischen Formation vorhandene Verwerfungsfugen zurückzuführen, während ausserdem noch eine vierte Kategorie von Rutschungen mit teilweisen Zuschüttungen des Kanalprofils von äusseren Abwaschungen von Erde und losem Gestein durch die tropischen Regengüsse herührt. Schon während der französischen Bauperioden sind Rutschungen der zweiten, aber auch der letzteren Art in geringerem Umfange, durch den Kanalböschungen allzunahe deponiertes, und das seitliche Gelände so überlastendes Aushubmaterial bezw. dessen Preisgabe der Abschwemmung durch heftige Regengüsse verursacht worden. Im ganzen Culebra-Einschnitt sind bisher an 22 solcher Abbruch-

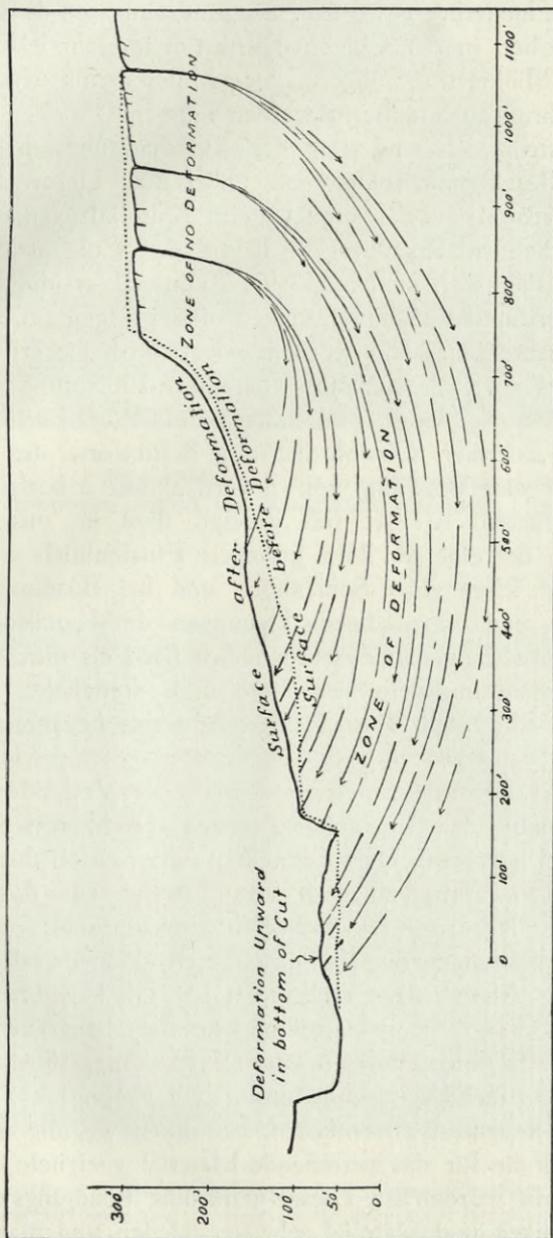


Abb. 19 (Kap. 5 c). Schematische Darstellung der Klüftungen mit Infiltrationen und der dadurch verursaachten Rutschungen, Deformation der Böschungen und Auftrieb der Kanalsohle im Culebra-Einschnitt.

stellen grosse Rutschungen, darunter an einzelnen zu wiederholten Malen, vor allem aber die bei «Cucaracha» (auf deutsch: «Schwabenkäfer») und «Culebra» («Schlange») der Vollendung des Culebraeinschnittes hinderlich geworden. Bis zum Einlassen des Wassers vom Gatunsee her, in den Culebra-Durchstich im Jahr 1913, haben wohl über 20 Millionen m<sup>3</sup> abgerutschtes Material aus dem Kanalprofil als «Mehraushub» entfernt werden müssen.

Die unmittelbare Behinderung der Ausschachtungsarbeiten und die sofortige Beseitigung solcher, oft unliebsame Ueberraschungen sowie die Zerstörung von Dampfbaggern, Materialzügen und Geleisen verursachenden Rutschungen, bevor der Culebra-Einschnitt mit Wasser gefüllt war, sind aus Abb. 20 und 21 ersichtlich.

Die durchschnittliche Standfestigkeit des Felsmaterials ist um etwa 400 Prozent überschätzt worden, selbst durch die erfahrensten Ingenieure der Expertenkommission vom Jahre 1905 auf Grund des vorhandenen allzu günstigen Gutachtens von Prof. Bertrand und Oberingenieur Zuercher. Obwohl selbst die Befürworter des Meeresniveau-Kanales eine Böschung von 3 vertikal auf 2 horizontal für genügend erachteten, so hat sich gezeigt, dass im ausgeführten Schleusenkanal, der eine um 25 m geringere Einschnitttiefe erforderte, selbst schon auf 25 m *über* Sohlenhöhe und bei Böschungen 1:3 noch Abbrüche und entsprechende Hebungen der Kanalsohle vorkamen. Es war s. Z. geglaubt worden, dass der Fels durchschnittlich bei einer Ausschachtungstiefe von 75 m noch standhalte, während er in der Tat schon bei 20 m Tiefe stellenweise begann, zermalmt zu werden.

Von allen den zahllosen, zum Zweck der Verhinderung und Unschädlichmachung der Rutschungen, seitens von Interessenten (Politikern wie auch hervorragenden Technikern oder patriotischen Amerikanern) gemachten, zum Teil auch versuchsweise zur Anwendung gelangten Vorschlägen, hat sich kein einziger, darunter auch weitgehende Entwässerungen als ausführbar, zweckdienlich oder erfolgreich erwiesen. Als einziges Hilfsmittel hat sich bewährt, das abgerutschte und in Bewegung befindliche Material abzugraben und zu entfernen, sowie durch unermüdlige Verflachung, durch Abtrag (meistens mittels Druckwasserspülung durch «Monitore») der Böschungen diese möglichst zu entlasten, bis die Bewegung zur Ruhe gekommen und die für das betreffende Material geeignete natürliche Böschung erreicht worden ist. Dieser natürliche Böschungswinkel ist je nach Oertlichkeit und Material sehr verschieden und mag für die

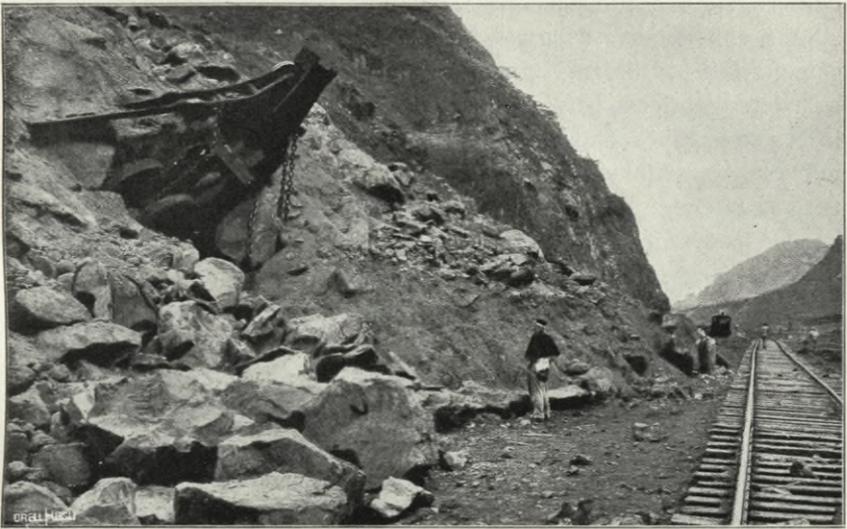


Abb. 20 (Kap. 5 c). Dampföffelbagger No. 225 durch einen Felsabsturz im Culebra-Einschnitt, nördlich von »Gold Hill« verschüttet. Juli 1911.



Abb. 21 (Kap. 5 c). Dampföffelbagger im Culebra-Einschnitt, im Begriffe eine Rutschung wegzuräumen und provisorisch abzulagern zur Bedienung des tiefer stehenden, den Materialförderzug ladenden Dampföffelbaggers. Okt. 1912.

berichtigste Abbruchstelle bei Cucaracha etwa einer fünffüssigen Böschung entsprechen, während bei der Ortschaft Culebra das Rutschgebiet selbst bei diesem kleinen Neigungswinkel sich noch in Bewegung befindet. Uebrigens ist nicht allein der natürliche Böschungswinkel des in Rutschung befindlichen Materiales selbst, sondern vielmehr noch der Neigungswinkel derjenigen Schichtung auf dem dasselbe eventuell unter dem Einfluss des eingedrungenen, als Schmiermittel wirkenden, oder in den Tiefen Verwitterung hervorrufenden Regenwassers abrutscht massgebend. In einzelnen Fällen geriet Material ins Rutschen, dessen Oberfläche höchstens eine Böschung 1 : 10, und die aus einer dünneren Schicht von Braunkohle bestehende Rutschfläche aber eine Neigung von 1 : 7 gegen den Kanal hin aufwies. Es gerieten so Stellen, die schon seit längerer Zeit vollständig zur Ruhe gekommen waren wieder in Bewegung.

Ein weiteres Hindernis, das einmal zu einem weit, und namentlich auch in europäischen Zeitungen verbreiteten, und vielerorts geglaubten Gerüchte Anlass gab, es sei im Culebra-Durchstich ein «unterirdischer» Vulkan angetroffen worden, bot das Anschneiden und Aufdecken\* ausgedehnter Einlagerungen von leicht verwitterndem Pyrit (Schwefelkies), der, sobald als der feuchten Luft ausgesetzt, oxidierte und eine heftige Entwicklung von Dampf und schwefligen Gasen, sowie eine allgemeine Panik unter den Neger-Arbeitern zur Folge hatte, da wenige Wochen zuvor durch eine vorzeitige Explosion einer grösseren Anzahl frischgeladener Bohrlöcher, infolge von in dem zerklüfteten Fels zurückgebliebenen heissen Sprenggasen eine Anzahl Neger ihr Leben eingebüsst hatten. Durch eine rechtzeitig eingeleitete vorübergehende Unterwassersetzung der so gefährdeten Kanalstrecke wurde der «Vulkan» und seine Legende vernichtet.

#### d) Hilfs- und Nebenanlagen.

Ausser den bereits beschriebenen hauptsächlichsten Bauobjekten, sind zur Ermöglichung der Sanierung, Bewohnbarmachung und Verwaltung der Kanalzone, sowie des Baues, Betriebes und militärischen Schutzes des Kanales noch eine grosse Zahl weiterer, zum Teil ausserordentlich wichtiger, und viele Millionen Kosten verursachender Bauten, Anlagen und Einrichtungen zur Ausführung gelangt.

Vom Umbau der Panama-Eisenbahn auf nahezu ihrer ganzen Länge, benötigt wegen der Ueberstauung eines grossen Teiles der bisher bestehenden Linie samt Stationen durch den Gatunsec, Ge-

fährdung durch Rutschungen und mehrfacher Kreuzungen mit dem Tracé des Kanales, oder der Benötigung des von ihr okkupierten Geländes für andere provisorische oder definitive Anlagen, ist bereits gesprochen worden. Dieser Umbau umfasste ausser der Geleiseanlagen die Anschüttung grosser Bahndämme, den Bau von Brücken und Tunnels, sowie eine Anzahl von modernen, auch den durch die Schifffahrt bedingten Ansprüchen genügenden Stationen.

Eine grosse Anzahl von Entwässerungsgraben, die auf lange Strecken direkt durch bisherigen tropischen Urwald geführt werden mussten (siehe Abb. 22), dienten hauptsächlich der Sanierung der Kanalzone, eine Anzahl anderer, weit umfangreicherer Graben bezweckten die direkte Ablenkung in die Stauseen oder in das Meer, und Unschädlichmachung durch streckenweise Verlegung der bisherigen vom Kanalbett gekreuzten Nebenflüsse des Chagres und des Rio Grande.

Der Typus der vielen Gebäude, die für Unterbringung der Arbeiter, Angestellten, Beamten und des Militärs, sowie ihre Versorgung mit Lebensmitteln, für Zwecke ihrer Verpflegung und für die gesamte technische und Zivil-Verwaltung samt Werkstätten und Lagergebäuden benötigt waren, geht teilweise aus den Abb. 23 und 32 sowie 25 und 37 hervor. Abb. 23 zeigt das Quartier für Jungesellen=Beamte im Ancon=Spital bei Panama und lässt, wie auch die Abb. 32, die das ganze Gebäude umhüllenden Drahtschutzgeflechte deutlich erkennen. Eine grosse Anzahl solcher Gebäude in Ancon wurde gewissermassen durch das imposante auf Abb. 37 ersichtliche Administrationsgebäude, das aber durch einen neuen grösseren und dauerhafteren nun auf einer Anhöhe in Balboa tronenden Verwaltungs=Palast ersetzt werden wird, überwacht.

Eine zweite grosse Spitalanlage, die zum Teil schon von den Franzosen angelegt war, befindet sich ausserhalb der Stadt Colon am nördlichsten Ende der Landzunge, auf welcher diese Stadt gelegen ist.

Für die Schifffahrt ganz unentbehrliche Nebenanlagen bilden die beiden grossen Wellenbrecher (Breakwater), die aus Felsausbruch angeschüttet wurden. Der eine «westliche Wellenbrecher» vor der Limon Bai erstreckt sich 3,5 km weit von «Pt. Toro» in nordöstlicher Richtung (siehe Abb. 29) in die Caraiibische See hinaus und dient zum Schutze der vom atlantischen Ozean her in den Kanal einfahrenden Schiffe vor den von Oktober bis Januar oft sehr heftigen Nordstürmen. Der andere über 5 km lange «östliche Wellenbrecher» verbindet die äusserste, zwischen dem Kanal und der Stadt Panama



Abb. 22 (Kap. 5 d). Entwässerungsgraben No. 4 im tropischen Urwald zur Trockenlegung des Hinterlandes bei «Toro Point» (äusserste Nordwestecke der Kanalzone).



Abb. 23 (Kap. 5 d.) Quartier für Junggesellen-Beamte im Ancon-Spital bei Panama. Das Gebäude ist ringsum von durch Kupferdrahtgeflecht gegen Fliegen und Mosquitos geschützte Veranden umgeben. Im Vordergrund die Königspalmenallee. Juni 1912.

gelegene Landspitze, die durch eine, aus der Ablagerung des Ausbruches aus dem Culebra-Einschnitt entstandene umfangreiche Landanlage (siehe Abb. 24) für industrielle und andere Siedelungen bedeutend vergrössert wurde, mit der nächstgelegenen Insel Naos und verhindert die Versandung der dortigen Kanalstrecke in der offenen Bai von Panama durch die Nordoststürme. Für die Anlage der beiden Wellenbrecher sind ausser grossen Steinblöcken, die bei «Toro Point» oder aber aus dem vorzügliches hartes Material liefernden Steinbruch der I. C. C. («Isthmian Canal Commission») bei «New Porto Bello» (ca. 35 km nordöstlich von Colon, siehe Beilage 1) gewonnen wurden, der Felsausbruch aus den Schleusentreppen und dem Culebradurchstich ausgiebig zur Verwendung gelangt.

Von der grössten Wichtigkeit für die Sanierung waren die Wasserversorgungs-Anlagen, die Kanalisation und Pflasterung der Strassen in allen bewohnten Ortschaften und für die zweckmässige Ernährung und Versorgung der Bevölkerung, die Anlage zentraler Bäckereien, Eisfabriken, Musterfarmen für Viehzucht, besonders zum Zweck der Milchversorgung der Kinder und Kranken, von Wäschereien und Desinfektionsanstalten, zweier grosser, allen, modernen und durch das tropische Klima bedingten Ansprüchen genügender Hotels in Colon (H. «Washington») und Panama (H. «Tivoli») und viele andere Anlagen mehr, die sämtlich von der Zivilbau-Abteilung der I. C. C. erstellt wurden.

Die Erfordernisse für den Betrieb des Kanales umfassen eine grosse Zahl von baulichen Anlagen. Es sind dies u. a. die auf unzähligen Pfählen und als auf Brunnen abgesenkten armierten Betonzylindern ruhenden Schiffswerften in Cristobal und Balboa (Abb. 25), Lagerschuppen, Kühlhäuser, Reparaturwerkstätten, Kohlenbehälter für Aufspeicherung von zusammen 450.000 Tonnen Kohlen, Petroleumbehälter, einschliesslich einer Rohrleitung über den ganzen Isthmus zur Verteilung dieses Oeles an alle dem Kanal entlang in Frage kommenden Stellen.

Für die Sichtbarmachung bei Nacht der Einfahrten bei beiden Kanalenden, sowie die Markierung der Fahrrinne in der Limon Bai, in den beiden Stauseen und in der Bai von Panama, waren eine grosse Zahl von Leuchttürmen und namentlich Richtfeuertürmen sowie Lichtmasten erforderlich, die alle aus armiertem Beton erbaut sind. Einen eigentümlichen Anblick gewähren an den Ufern der von der Fahrrinne durchfurchten Gewässer, die diese selbst angehenden

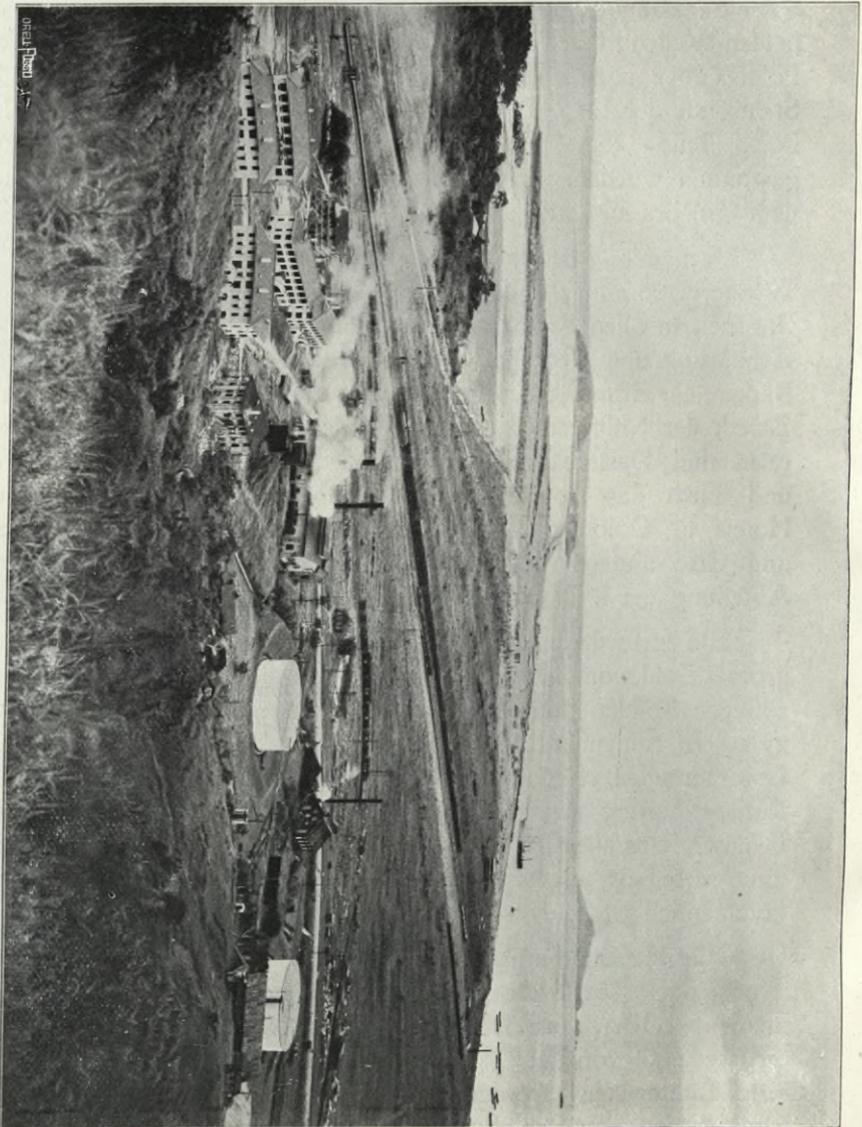


Abb. 24 (Kap. 5 d.) Landanlage aus abgelagertem Kanalauswurf bei Balboa und Wellenbrecher zur «Naos-Insel». Blick auf den stillen Ocean von «Sosa Hill» aus. Im Hintergrund links: die Inseln »Perico» und «Naos», rechts: die «Taboguilla-Insel». November 1914.

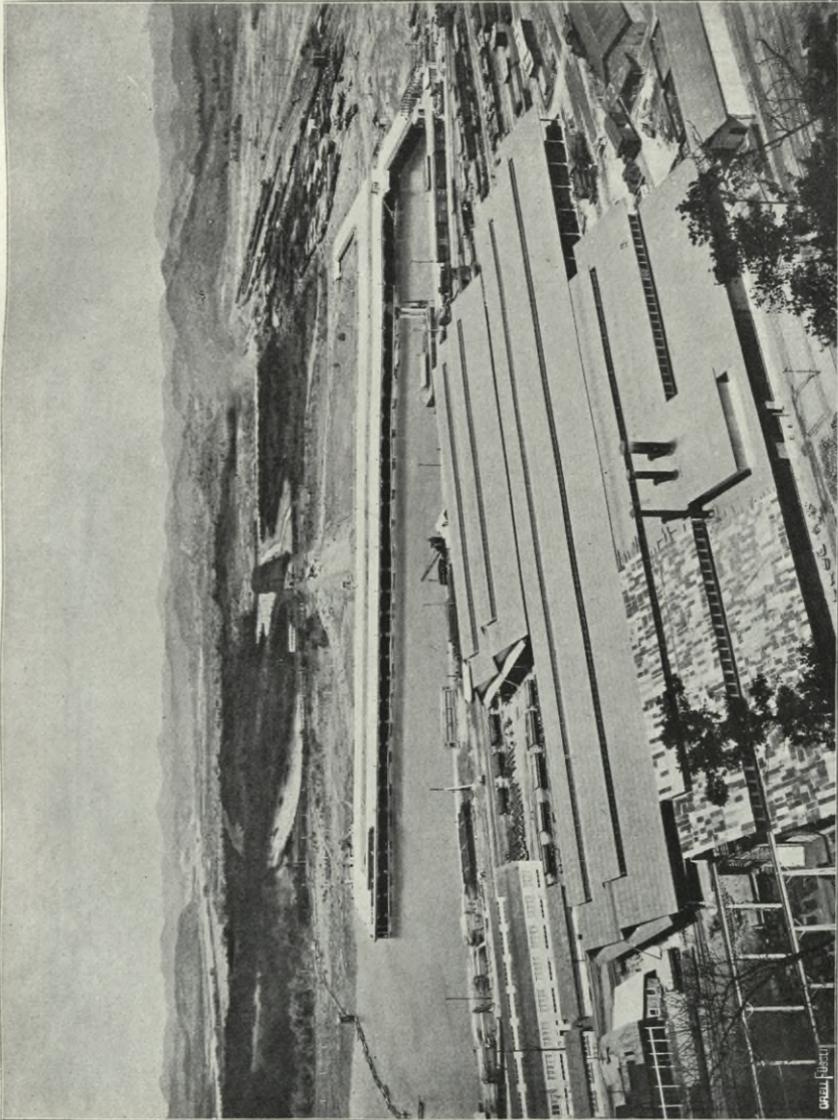


Abb. 25 (Kap. 5 d.) Die «Terminal»-Hafen-, Lagerschuppen-, Werkstätten- und Geleiseanlagen bei Balboa. Links im Hintergrunde der Kanal und die Schleusentreppe bei Miraflores. Juni 1914.



Abb. 26 (Kap. 5 d), Richtungs-(Linien)-Feuer-Turm Nr. 18 am Ufer des Gatunsees.  
Aug. 1913.

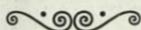
Richtfeuertürme \*) (s. Abb. 26), die als fremdartige Wegeweiser aus dem tropischen Unterwuchs des früheren Urwaldes herausragen.

Die unterhalb des Ueberlaufes vom Gatunsee errichtete hydroelektrische Kraftstation ist im Stande, in drei Einheiten 6000 Kilowatt zu erzeugen für den Betrieb aller Schleusen, für Betriebskraft in den sämtlichen Werkstätten, Trockendock und Kohlenversorgungsstationen, sowie für die Beleuchtung der Schleusen, der Leuchttürme und eines Teiles der mit elektrischen Leitungen leicht erreichbaren Schiffahrtszeichen, aller bewohnten Ortschaften innerhalb der Kanalzone, und falls erwünscht, der gesamten Strecke des Culebra-Einschnittes und der Panama-Eisenbahn. Eine weitere Vergrößerung der Kraftstation in der Zukunft ist selbstredend vorgesehen. Alle anderen schwer zugänglichen Signalstationen und Schiffahrtszeichen sind mittels Acetylen erleuchtet.

Die Befestigung des Kanales endlich umfasst die zu stark armierten Forts ausgebauten Inseln «Naos», «Perico» u. «Flamenco» in der Bai von Panama und eine Anhöhe bei Balboa einerseits, andererseits die bezw. nördlich, westlich und östlich der Stadt Colon gelegene «Margarita Insel» sowie die beiden Landspitzen von «Pt. Toro» und «Pt. Manzanillo». Ausserdem sind dann auch noch in der Nähe der einzelnen Schleusentreppen besondere Feldbefestigungen ausgeführt worden.

---

\*) Die Fahrrihtung oder «Linie» wird stets durch zwei in einer gewissen Entfernung hinter einander stehende «Richtfeuer» angegeben, von denen das weiter landeinwärts entfernte höher steht, sodass, wenn das Schiff sich in der Linie befindet, die beiden Feuer von ihm aus genau senkrecht über einander gesehen werden müssen.



## 6. Die wichtigsten Arbeitsmaschinen und wesentlichsten Arbeitsleistungen.

Unter diese Arbeitsmaschinen sind auch die bereits erwähnten unter dem Namen «Monitor» oder auch «Giant» bekannten Druckwasserwendrohre nebst den Saug- und Förderpumpen, die bei der Anschüttung des Gatun-Staudammes zur Lösung und Förderung des Füllmaterials (Abb. 3) gedient haben, einzureihen. Bei der Lösung und Förderung des Felsausbruches in den im Trockenen ausgehobenen Baustellen der Schleusentreppen sowie übrigen Kanalstrecken, vor allem des Culebra-Einschnittes, leisteten sodann die Gesteinsbohrmaschinen, die Dampfschaukeln und Materialförderzüge ganz hervorragende Dienste. Von Gesteinsbohrmaschinen kamen zwei grundsätzlich verschiedene aber beide mit Pressluft betriebene Typen zur ausgiebigsten Verwendung, die auf Abb. 27 im Vordergrund sichtbaren Ingersoll'schen «Tripod» oder Dreifussgestell-, Stossbohrer sowie die im Hintergrund dieser Abb. und auch in Abb. 16 erkennbaren fahrbaren «Brunnen»- oder Fallbohrmaschinen. Die den beiden dienlichen Pressluftleitungen mit den nötigen Anschlussstellen sowie die von diesen abzweigenden Entnahmeschläuche für die erstere Art der Bohrmaschinen sind ebenso in Abb. 27 sichtbar. Mit diesen stets in ganzen Gruppen von 7–10 gleichzeitig arbeitenden Bohrmaschinen, wurden die zahllosen meist senkrecht bis in eine Tiefe von 8 m reichenden unter einander etwas über 4 m entfernten Bohrlöcher von 10 cm l. Durchmesser erzeugt. Die auf elektrischem Wege vermittelte Zündung der fast ausschliesslich mit Dynamit geladenen Minen, erfolgte in der Regel kurz vor den jeweiligen Arbeitspausen um 11 a/m und 5 p/m, deren Beginn dann der sich jeweils erhebende friedliche Schlachtendonner über die sich weithin erstreckenden Baustellen verkündete. Die Bohrmaschinengruppen eilen den, das durch die Sprengung gelöste Material auf die Förderzüge hebenden Dampfschaukeln in der Regel um ca. 90–100 m voraus. Den sämtlichen Baustellen standen im Maximum 377 Bohrmaschinen

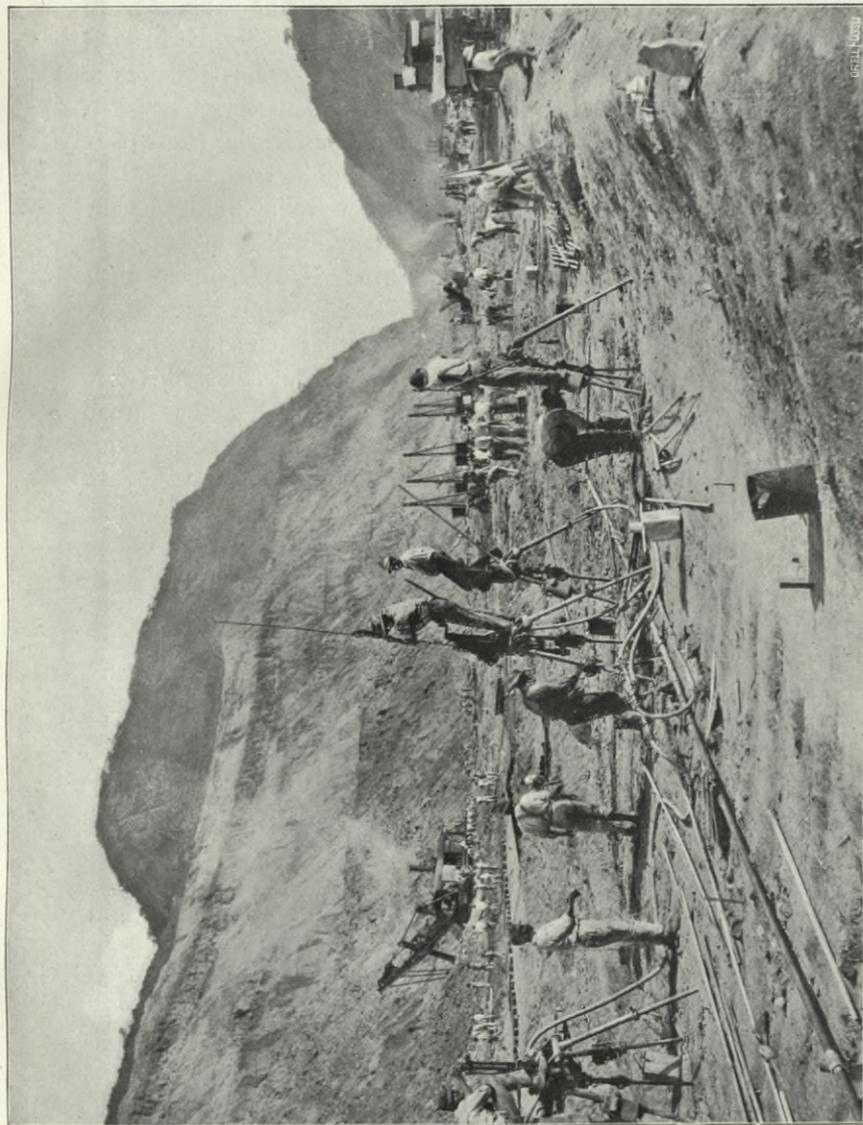


Abb. 27 (Kap. 6.) Der Culebra-Einschnitt nördlich von «Gold Hill» (Mitte des Bildes), Blick in südlicher Richtung.  
Im Vordergrund: Ingersoll'sche «Tripod»-Pressluft-Gesteins-Bohrmaschinen an der Arbeit. Dahinter: Fahrbare  
ebenfalls mit Pressluft betriebene Fall- (Brunnen) Gesteinsbohrmaschinen. Dezember 1912.

gleichzeitig zur Verfügung. Im Culebra-Einschnitt allein wurden im Mittel während mehrerer Jahre monatlich rund 150 Km. Bohrlochlänge abgeteuft und jährlich an die drei Tausend Tonnen Dynamit zum Sprengen verbraucht.

Abb. 28 veranschaulicht im Detail eine der auf Abb. 15, 16 und 21 an der Arbeit ersichtlichen Dampfschaufeln, ihre Bedienung sowie Art der Handhabung und lässt erkennen, welche umfangreiche Felsblöcke mittels derselben auf die Materialzüge abgeladen werden können. Dass deren gesamtes Rollmaterial nicht nur der meist provisorischen und daher nicht mit allzu grosser Sorgfalt erstellten Fördergeleise, sondern auch des Fördergutes wegen recht kräftig gebaut sein muss, um das Herabkollern vom Baggerlöffel von bis über zwei Tonnen schwerer Gesteinsbrocken auf die Förderwagen ohne Schaden gestatten zu können, wird durch Abb. 28 leicht verständlich. Die Leistungsfähigkeit der für Trockenaushub verwendeten Dampfschaufeln, deren gleichzeitig, für den Bau des Kanales bis über 100 Stück zur Verfügung standen, reichte von 1,3 bis 3,8 m<sup>3</sup>, während die in ganz ähnlicher Weise für den Nassausaub gebauten Schwimmbagger mit einem Fassungsvermögen der Löffel bis über 7,5 m<sup>3</sup>, zur Verwendung gelangten (siehe Abb. 39). Mit grossem Vorteil kamen auch für die Vertiefung der Fahrinnen oder Gewinnung von Füllmaterial besondere, für Schlack, Sand und Kies aber auch festeren Boden wie Lehm, Torf und selbst Ton geeignete Saugbagger zur Verwendung. Bei diesen ist dem, auf die Sohle des Baggersumpfes oder auszubaggernden Gewässers absenkbar Ende des Saugrohres befindlichen Saugkopf, ein dem Laufrad einer Francis-turbine nicht unähnlicher Schneide- und Rührapparat vorgelagert, der in Drehung versetzt, das Baggergut aufwühlt. Das so durch den Saugkopf eintretende und die Kreiselpumpe passierende flüssige Material kann in der Regel bis über 25 % festes Baggergut führen, und in der anschliessenden Druckleitung noch bis auf nahezu 2 Km. entfernte Ablagerungstellen gefördert werden. Bei einer anderen Art von seetüchtigen Saugbaggern wurde das Baggergut in mitgeführte Prahmen geladen und durch deren Boden an geeigneten Stellen tiefen Wassers wieder entleert, bei einer Leistungsfähigkeit von bis 17,000 m<sup>3</sup> in 24 Std. Ausserdem sind für Zwecke der Nassbaggerung auch noch einige von den Franzosen zurückgelassene Eimerkettenbagger sowie Greif- und Klauenbagger in geringer Anzahl bei untergeordneteren Arbeiten zur Verwendung gelangt.

Die ebenfalls als gewaltige Arbeitsmaschinen zu bewertenden

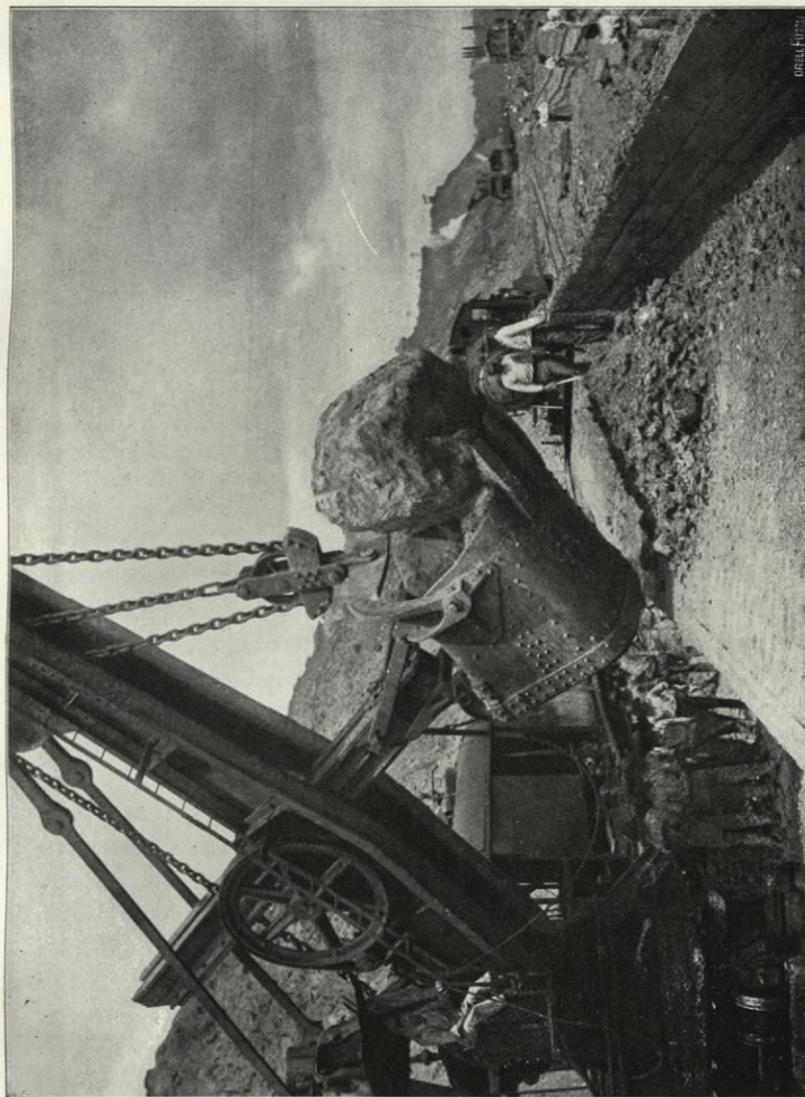


Abb. 28 (Kap. 6). Dampföffelbagger (Fassungsvermögen d. Löffels  $3,8 \text{ m}^3$ ) im Culebra-Einschnitt. März 1911.



Abb. 29 (Kap. 6). Der Lidgerwood'sche «Unloader» oder Material=Abladepflug in Tätigkeit bei der Felsanschüttung für den Wellenbrecher bei «Toro Point» zwischen der Limon Bai und dem Caraibischen Meer. Blick in südwestlicher Richtung gegen den landseitigen Leuchtturm von «Pt. Toro» an der äussersten Nordwestecke der Kanal-Zone. Juli 1911.

auf fahrbaren Türmen montierten Luftseilbahnen sowie die fahrbaren Ausleger=Gerüstkrahnen, Betonmischmaschinen und Schalgerüste, die beim Bau des Schleusenmauerwerkes dienen sind bereits im Kap. 5 b behandelt und aus den dasselbe begleitenden Abb. 6 bis 10 ersichtlich. Als ausserordentlich wirksame Hilfsmittel zu grosser Ersparnis an Zeit und Arbeitslöhnen, hat sich der in Abb. 29 in Tätigkeit ersichtliche Lidgerwood'sche Material=Abladepflug bewährt. Er hat im Laufe der Zeit mehr und mehr die früher ausschliesslich zur Verwendung gelangten Kipp-, Seiten- oder Bodenklappen und Gleitboden=Selbstentlader=Förderwagen verdrängt. Wie aus Abb. 15, 28 und 29 ersichtlich ist, wird das Ausbruchmaterial von den Dampfschaufeln auf normalspurige Förderwagen mit flachem Boden und nur einseitiger Längswand ausgeschüttet. Ein normaler Förderzug, der aus 21 solcher Wagen, von denen 20 mit Ausbruchmaterial beladen sind besteht, wird von einer Lokomotive an die Abladestelle gefahren. Auf dem letzten Wagen befindet sich ein im Grundriss dreiseitiger vollwandiger eiserner Pflug, — einem Strassenschneepflug nicht unähnlich — der ca. 25 Tonnen wiegt und mit einer Längsseite von

der Spitze an dicht an die Längswand geschmiegt, von einem am höchsten Punkt der Pflugspitze befestigten und über die sämtlichen 21 Wagen und deren Ladung hinweglaufenden Drahtseil, mittels einer auf einem besonderen, direkt hinter der Lokomotive folgenden Wagen montierte Dampfwinde nach vorne gezogen wird. Innerhalb 10 Minuten gleitet der Pflug über die 20 beladenen, an ihren Enden jeweils mit einer Eisenplatte glatt überbrückten Wagen hinweg, so dass die gesamte Ladung einschliesslich der grössten und schwersten Felsstücke über die wandlosen Längsseiten derselben abgeschoben wird, während der Förderzug je nach Bedürfnis stehen bleibt oder aber von der Lokomotive gleichzeitig vorwärts gezogen wird. Jeder Wagen der je nach dem Aufstellen der Längswand jeweils über die ihr gegenüberliegende wandlose Seite hinweg entladen wird, kann mit bis 12 bis 15 m<sup>3</sup> Erd- und Felsausbruch beladen werden, so dass auf diese Weise in jeder Minute durchschnittlich ca. 25 m<sup>3</sup> abgeladen werden können. Da die Tages-Rekordleistung einer einzelnen Dampfschaufel von 3,5 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen bei achtstündiger Arbeitszeit 1325 m<sup>3</sup> beträgt, so entspricht einer solchen die Beladung von rund fünf solcher Förderzüge, im Falle der rechtzeitigen Bereitstellung derselben auf dem zum Dampfschaufel-Nebengeleise parallel durchlaufenden Förderzug-Geleise, auf dem jene sukzessive mit dem Fortschritt der Beladung jeweils vorrücken. Müsste die Entleerung der zwanzig beladenen Wagen des Materialzuges mit Schaufeln, und Hebeeisen für die Felsblöcke, durch Arbeiter besorgt werden, deren im Maximum 300 auf die gesamte Zuglänge verteilt werden könnten, so würden diese dennoch die zwei- bis dreifache Zeit beanspruchen, während die Bedienung des Abladepfluges samt Winde nur drei Mann erfordert. Abb. 29 zeigt die Entleerung bezw. Anschüttung von Felsausbruch zur Herstellung eines Wellenbrechers von einer provisorischen Pfahlbrücke aus. Hat der Abladepflug zur Herstellung einer Auffüllung im Trockenem über festem Boden von einem auf Terrainhöhe liegenden Geleise aus zu dienen, dann folgt dem entleerten Förderzug unmittelbar der aus Abb. 30 ersichtliche Lidgerwood'sche «Spreader» oder Ausbreiterpflug, der dazu dient, ebenfalls einem Schneepflug ähnlich, das über Schienenhöhe zu nahe dem Geleise liegen gebliebene Material seitwärts über die Böschung hinunter zu schieben. Die auf jeder Seite des von einer Lokomotive vor dieser hergestossenen Pflugwagens mit Streben um eine Achse drehbar befestigten Pflugwände, können je nach Bedürfnis beidseitig zugleich oder auch nur einseitig betätigt werden. Im letzteren Fall wird die unbenutzte

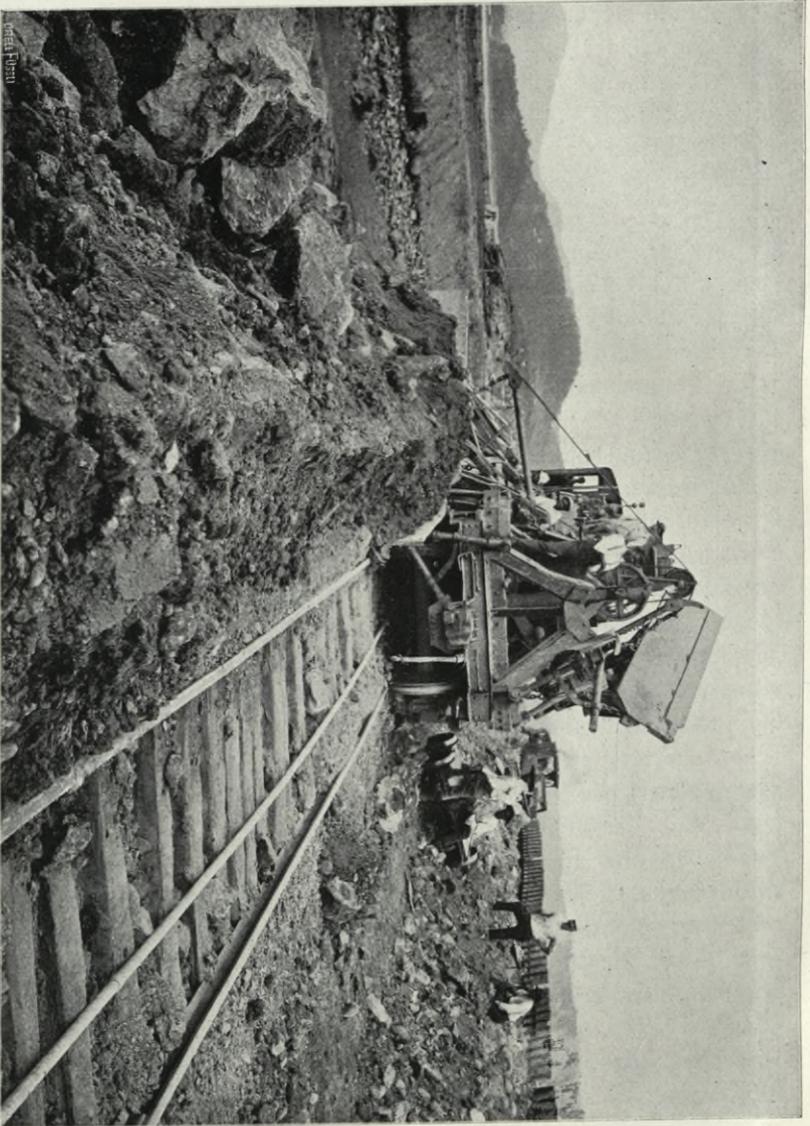
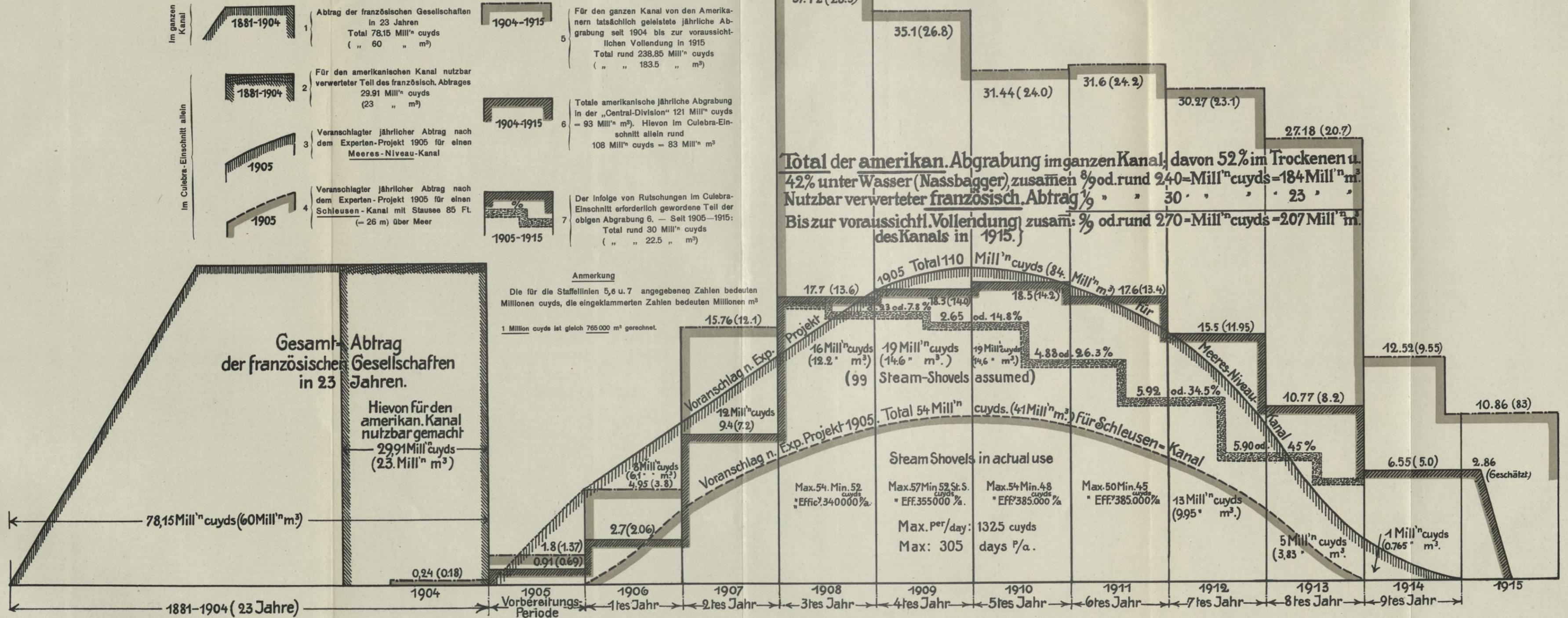


Abb. 30 (Kap. 6). Lidgerwood'scher «Spreader» oder zweireihiger Ausbreiter-Plug zur seitlichen Ausebnung der mit dem Abladepflug hergestellten Ansdüttung am landseitigen Ende des «Naos-Islands» Wellenbrechers. Jan. 1910.









Seite des Pfluges in die Höhe gedreht, wie dies bei dem abgebildeten «Ausbreiter» linksseitig erfolgt ist. Abb. 31 zeigt einen auf einem niedrigen Wagen drehbar montierten Auslegerkrahne mit je einem in vertikaler sowie horizontaler Ebene auf- bzw. ausdrehbarem Mast. Mit dieser «Bierd'schen «Geleiseverschiebemaschine» können ganze von der Beschotterung freigelegte Geleisestrecken in kürzester Zeit zugleich abgehoben und seitlich verschoben werden. Die vielen sonstigen zur Verwendung gelangten Baumaschinen, darunter schwimmende Tiefbohrmaschinen und Gesteinszertrümmerungs-Ramme mit 50–60 Tonnen schwerem Trümmerstempel, mit grossem Hub, zur Ermöglichung des Aushubes von gewachsenem Fels unter Wasser, sowie Pfahlrammen, Dampfwinden und Derrick-Krahne amerikanischen Systems sind bereits zur Genüge bekannt.

Ausser der bereits teilweise erwähnten Leistungsfähigkeit einzelner Arbeitsmaschinen, ist eine Zusammenstellung des während der drei verschiedenen Bauperioden und namentlich während der letzten, unter amerikanischer Organisation und Leitung, in einzelnen Zeitabschnitten, wie insgesamt erzielten Erd- und Felsabtrages ebenso lehrreich wie interessant. Zunächst gibt Beilage VI, die wie Beilage I, II und III unter nur möglichst geringer zum besseren Verständnis erforderlich erachteten Abänderungen (teilweise Verdeutschung) und Ergänzungen durch Angabe von Äquivalenten englischer und metrischer Masseinheiten mit Oberst Goethals's Zustimmung aus den «Annual Reports of the Isthmian Canal Commission» und dem offiziellen «Canal Record» entnommen wurde, eine Übersicht über den in den Jahren 1904 bis Mitte 1913 in der Central-Division (Culebradurchstich) per Monat geleisteten durchschnittlichen, sowie gesamten jährlichen Aushub und dessen, gerade so wie die Leistungen, von der Grösse der ebenfalls angegebenen monatlichen Niederschläge in ausserordentlichem Masse beeinflussten Einheitskostenpreis.

Schon auf Beilage II sind einige ziffernmässige, und um einen besseren Vergleich zu ermöglichen auch in Flächeninhalten dargestellte Angaben über die Grösse der Abtragsmengen enthalten. Dieselben sind dann in einer erweiterten, und nach neueren abgerundeten und daher ziffernmässig um ein wenig von jenen abweichenden Angaben auf Beilage VII in übersichtlicher Form zusammengestellt. Der Konstruktion dieser Beilage hat dem Vortragenden der ähnlich behandelte Voranschlag für den Gesamtabtrag der internationalen Expertenkommission vom Jahre 1905 als Grundlage gedient. Die übrigen Daten sind den verfügbaren Jahresberichten der Kanal-Kommission ent-

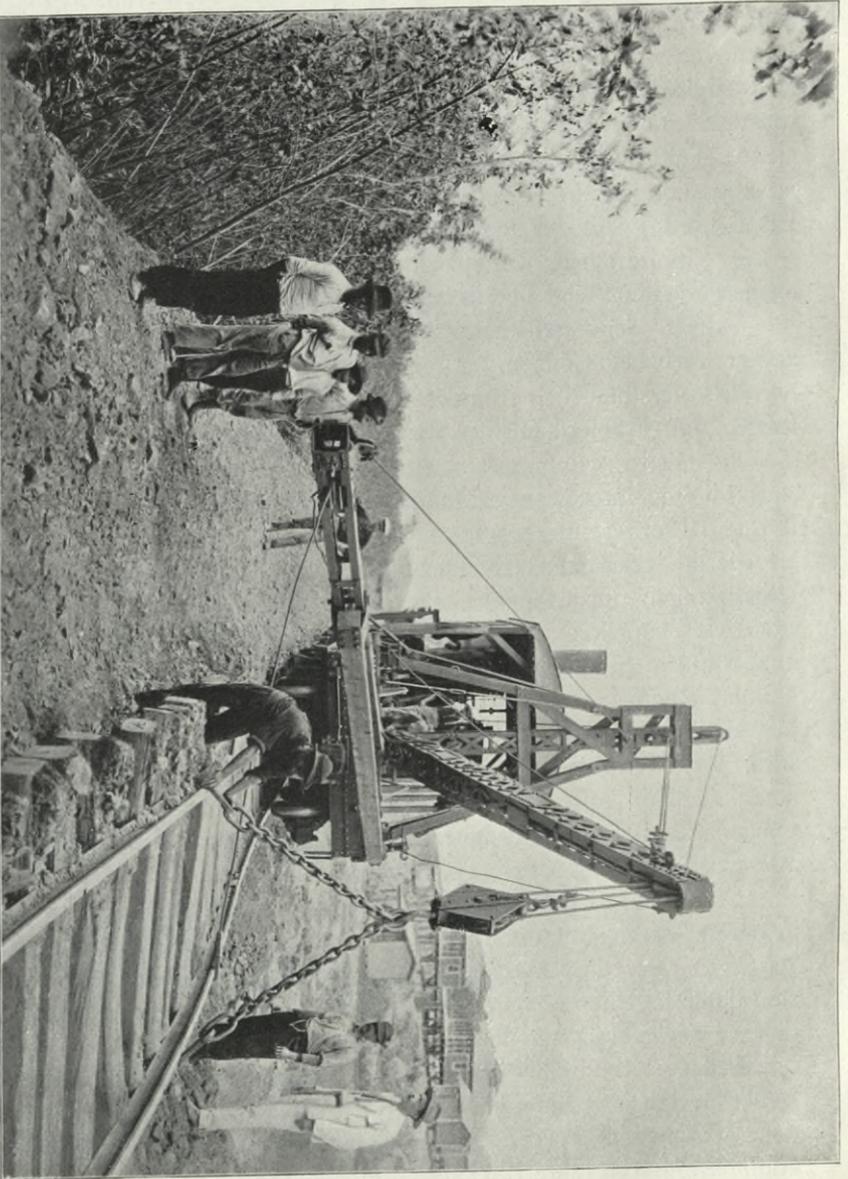
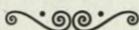


Abb. 31 (Kap. 6). Bierd'sche Maschine zum Verlegen und Verschieben der Bahngelise.

nommen worden. Es sind die tatsächlichen jährlichen Gesamtleistungen an Aushub über und unter Wasser im ganzen Kanalgebiet, einschliesslich des Umbaus der Panama-Eisenbahn, sowie im Culebra-Durchstich allein, mit den für einen Meeresniveau-Kanal, sowie auch für einen hochliegenden Schleusenkanal von jenen Experten veranschlagten Abtragsmengen verglichen. Der infolge der Rutschungen allein nötig gewordene Mehraushub, für sich und in Prozenten des Gesamtaushubes, die Anzahl der innerhalb der Central-Division tatsächlich verwendeten durchschnittlichen Dampfschaufeln, ihre durchschnittliche jährliche wie auch maximale tägliche Arbeitsleistung, und die mit denselben tatsächlich erreichte Höchstzahl von Arbeitstagen im Jahr, sind besonders hervorgehoben. Aus derselben graphischen Übersicht geht sodann hervor, dass schon bis zur Mitte des Jahres 1909 in dem, dem Expertenprojekt gegenüber beträchtlich verbreiterten Culebra-Einschnitt von den Amerikanern seit 1904 allein so viel Aushub bewältigt worden war, als die Experten für den ganzen vollendeten Schleusenkanal vorgesehen hatten, und dass bis zur jetzigen Vollendung des Culebra-Einschnittes hiefür allein schon eine, der für die Vollendung eines Meeresniveau-Kanals von den Experten im Ganzen vorgesehenen gleichkommende Aushubmenge benötigt war, und dass die gesamte in der Kanalzone tatsächlich von den Amerikanern geleistete Erd- und Felsbewegung der 2,2 fachen für die Vollendung eines Meeresniveaukanals vorgesehenen gleichkommt, sowie dass von dem gesamten innerhalb der Kanalzone für den vollendeten Schleusenkanal samt Nebenanlagen erforderlich gewordenen Aushub, der von den Franzosen in 23 Jahren geleistete, und für den amerikanischen Kanal verwendbare Teil desselben nur  $\frac{1}{9}$  ausmacht, während die übrigen  $\frac{8}{9}$  von den Amerikanern in rund 10 Jahren bewältigt worden sind.



## 7. Arbeiter- und Lebensverhältnisse.

Die Mehrzahl in der grossen Armee der Arbeiter, deren Gesamtzahl einschliesslich der Angestellten und Beamten im Jahr 1912/13 auf ein Maximum von rund 54.000 angewachsen war, gehörten der schwarzen Rasse an und stammten meistens aus dem westindischen Archipel, namentlich von den Inseln Barbados und Jamaica. In Bezug auf Leistungsfähigkeit standen die Negerarbeiter im allgemeinen auch in den Tropen weit hinter der weissen Rasse zurück. Sie arbeiteten früher gerade nur soviel als zur Bestreitung ihrer täglichen Bedürfnisse nötig war, deren sie nur wenige kannten und deren Befriedigung wenig kostete. Der Gedanke des Sparens für die Zukunft oder für ihre Familien auf die Tage des Alters hin, war ihnen fremd. Weit besser bewährten sich, ausser einer kleineren Zahl von Columbiern, die europäischen Arbeiter, meistens Spanier, aber auch Griechen, Italiener und selbst einige wenige Franzosen und Armenier. In den ersten Jahren leisteten in der gleichen Zeit, namentlich die Spanier, die doppelte Arbeit eines Negers, doch hat sich gezeigt, dass im Laufe der Jahre der Neger infolge besserer, gekochter Nahrung und durch eine stramme amerikanische Arbeitsleitung, gutes Beispiel, und namentlich den Geist der Konkurrenz beeinflusst, leistungsfähiger, anstelliger und geschickter geworden war, der spanische Arbeiter aber, nach fünfjähriger, nie durch Ferien unterbrochener Arbeit in den Tropen, an physischer Kraft und Energie eingebüsst hatte, sodass in den letzten Jahren kein so grosser Unterschied mehr bestand zwischen der Nationalität oder Rasse, soweit ihre Leistungsfähigkeit in Frage kam.

Während eine Anzahl der gewöhnlichen europäischen Arbeiter auch zu mehr Geschicklichkeit oder Verlässlichkeit erfordernden, und daher auch besser bezahlten Dienstleistungen als Heizer, Maschinisten und als Werkstättenarbeiter herangezogen wurden, erwies sich sehr oft ihre mangelnde oder ungenügende Kenntnis der englischen Sprache als ein Hindernis, da alle Vorarbeiter, Aufseher, Arbeitsleiter und auch die Mehrzahl der gelernten Arbeiter oder Handwerker Nord-

amerikaner waren. Ausserdem befanden sich aber auch unter den schwarzen Westindiern zahlreiche geschickte Handwerker, die — meistens englische Untertanen und der Sprache mächtig — in ihrem Gewerbe oder als Hilfsarbeiter in den Werkstätten, sowie aber auch in grosser Zahl auf den Werften und Lagerplätzen, oder als Bediente und Aufwärter in den Häusern, Hotels, Restaurants, Bureaux und Spitälern der Kanalkommission Verwendung fanden. Die Abb. 32 zeigt einen typischen Arbeiterzug auf der Station Tabernilla, auf welcher sich die gewöhnlichen, beim Erd- oder Felsenausbruch mit Bohren, Sprengen und der Materialförderung beschäftigten Arbeiter, in der Grosszahl Neger, von den im Vordergrund stehenden, gelernten weissen Arbeitern — Heizern, Maschinisten u. s. w. aus Nordamerika — deutlich unterscheiden. Der Hintergrund derselben Abbildung gibt auch eine gute Idee vom Aeussern der Wohnhäuser von Beamten und Arbeitern sowie Speisebaracken. Die Mehrzahl der schwarzen Arbeiter zogen vor, trotz versuchsweisem weitgehendem Entgegenkommen des Kommissariates ihnen freies Quartier und billige Mahlzeiten in besonderen Baracken zu gewähren, in Gruppen oder vielfach mit ihren Familien in eigenen, in der Umgebung zerstreuten Waldhütten und Bretterbuden oder in, den amerikanischen Niederlassungen benachbarten Eingeborenen-Dörfern zu wohnen, und aus den vom Kommissariat billig gelieferten, guten und zweckmässigen Nahrungsmitteln ihre Mahlzeiten selbst zuzubereiten.

Als eine interessante Erscheinung einer Sozialreform mag erwähnt werden, dass bei den westindischen Negern durch den Kontakt mit der amerikanischen Zivilisation an Stelle ihrer Anspruchslosigkeit und bisherigen Zufriedenheit mit ihren primitiven Lebensverhältnissen, sukzessive Unzufriedenheit, Genussucht, bei den Frauen und selbst Kindern ausserdem Kleider- und Putzsucht sich geltend machte, die ihren Lebensunterhalt verteuerte. Die bisher so possierlichen und malerisch-nackten, schokoladebraunen kleinen Kinder verschwanden und an ihre Stelle sind modern, in weiss mit bunten Bändern bekleidete und beschuhte Modejournalkinder getreten. Die Folge dieser Erscheinung war, dass nun auch bei den Negern einiger weniger Stunden oder Tage Arbeit Verdienst nicht mehr für ihren und der ihrigen Lebensunterhalt genügte und sie so viel stetere und um ihre Familien, sowie selbst um die Zukunft viel besorgtere und auch leistungsfähigere Arbeiter geworden sind. Die Arbeitslöhne für die in panamenischer Silberwährung entlohnten schwarzen Arbeiter betrug im Minimum 20 Silber Cents äquivalent mit 10 Cents

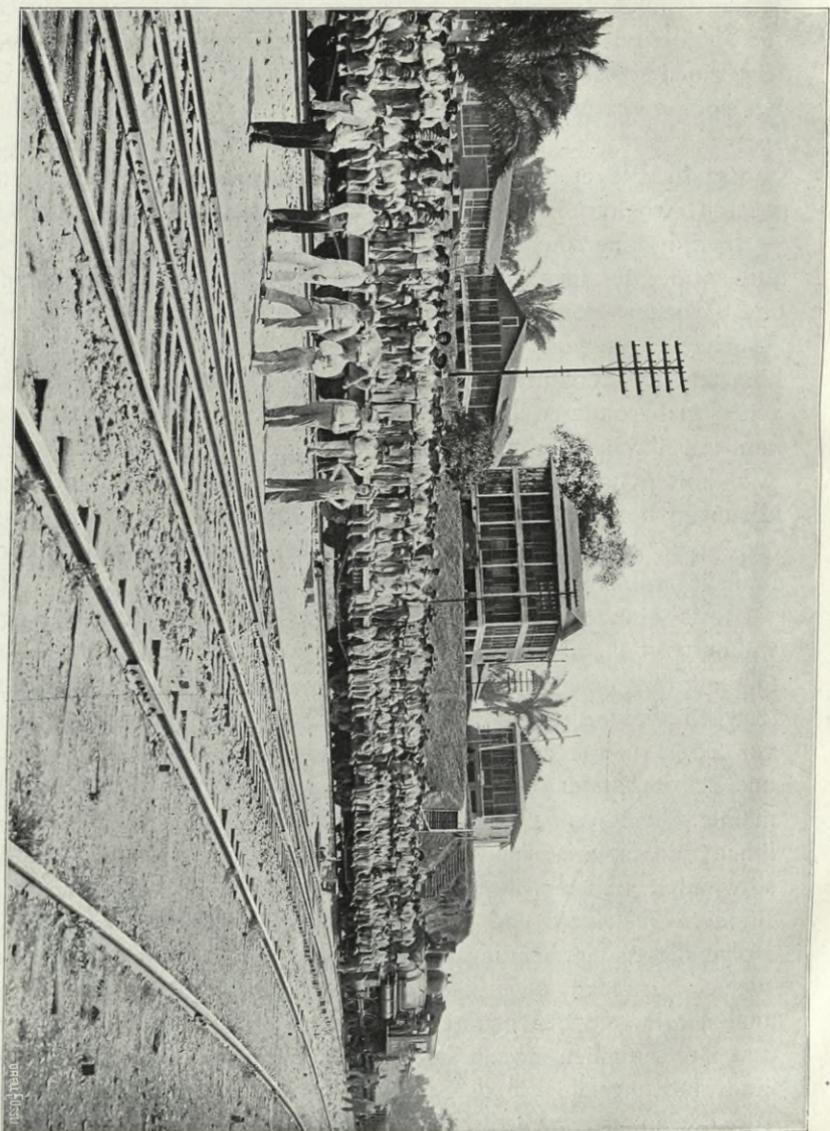


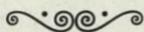
Abb. 32 (Kap. 7.) Typischer Erdarbeiter-Beförderungszug bei der Station «Tabernilla». Im Vordergrund weisse amerikanische Handwerker, im Hintergrund Baracken für weisse Arbeiter und Beamtenwohnungen mit Drahtgeflecht-Ummantelung. Febr. 1912.

Gold, für Handwerker dagegen 16–32 oder durchschnittlich 20 Cents Gold p. Std., unter Abzug, im Falle der Beköstigung in den Kommissariatsbaracken, von 30 Cents Gold = Fr. 1.50 für drei tägliche Mahlzeiten, also dann noch netto im Minimum 50 Cents Gold = Fr. 2.50 und für Handwerker durchschnittlich  $\text{₡}$  1.30 = Fr. 6.50 für den achtstündigen Arbeitstag, der von 7–11 Uhr a/m und 1–5 Uhr p/m dauerte. Die europäischen weissen, in amerikanischer Goldwährung entlohnten Arbeiter und Handwerker erhielten bis zu 44 Cents im Minimum 20 Cents = Fr. 1.– per Stunde bei freiem Quartier und einem Abzug von 40 Cts. = 2 Fr. für drei tägliche Mahlzeiten, also netto 1.20 Dollar = Fr. 6.– per normalen achtstündigen Arbeitstag. Die Löhne der ausgebildeten Handwerker und Gehülfen sowie der Angestellten – Arbeitszeit der letzteren: 8–12 a/m und 2–5 p/m – bei freiem Quartier und Berechtigung zu drei reichlichen Mahlzeiten per Tag gegen Bezahlung von je 30 Cents per Mahlzeit in den Kommissariats-Restaurants oder bei Selbstbeköstigung bewegten sich zwischen ca. 70 und 210 (z. B. dienstälteste u. leistungsfähigste Dampfschauelführer) Dollars in Gold per Monat. Die letztere wurde den verheirateten haushaltenden Angestellten sehr erleichtert durch die vom Kommissariat in ausserordentlich reichhaltiger Auswahl zu Selbstkosten gelieferten frischen kontrollierten Landeserzeugnissen, oder in den Kommissariats-Bäckereien hergestellten, zum grössten Teil aber auf Dampfern täglich aus den Ver. St. v. N. A. eintreffenden, und soweit als nötig in Kühlräumen gelagerten Nahrungs- und Genussmittel, nebst beliebigen Quantitäten von reinem Eis, dessen Fabrikation wie auch die Besorgung aller Wäsche einen weiteren wichtigen Zweig der Kommissariatstätigkeit bildete. Eine grosse Annehmlichkeit bildete das an vielen Stellen auf dem Bau, sowie in den Bureaux, Restaurants und Privathäusern als auch in allen wichtigeren Gebäuden der Kanalverwaltung unentgeltlich erhältliche, mit Eis gekühlte, reichlich vorhandene Trinkwasser.

Eine der direkten Folgen der guten Arbeiterfürsorge sowie der vorzüglichen Administration, und vor allem aber der erfolgreichen Sanierung der Kanalzone war von sehr weittragender wirtschaftlicher Bedeutung für die gesamten Baukosten des Kanales und des Umbaus der Panama-Eisenbahn. Schon ehe die grosse Zahl der Opfer der mörderischen Fieber und die z. T. mangelhaften Lebensverhältnisse, sowie die bedenkliche finanzielle Lage der französischen Gesellschaften, besonders der letzten allgemein bekannt geworden waren, hatten die Bauunternehmer grosse Schwierigkeiten

zu überwinden um zu, von einem Minimum von Dollar 1.50 bis auf Dollars 5 (Gold) ansteigenden Tagelöhnen, nur noch einige Tausend Arbeiter und Handwerker (siehe Linie «D» unter «Compie Nouvelle» auf Beilage IV), aufzutreiben. Im Gegensatz hiezu stellten sich solche, seit Mitte d. Jahres 1906 der Bauleitung der sich eines unbegrenzten Kredites erfreuenden amerikanischen Regierung, in einer, jene um das dutzendauf noch weit übersteigenden Anzahl (siehe Linie «D» und «Ds» 1906—1913 Beilage IV) bei weit geringeren Tagelöhnen, von 0,80 bis Dollars 3.— für die sämtlichen in Regie ausgeführten Arbeiten wie Sondierungs-, Spreng-, Ausschachtungs-, Bagger-, Auffüllungs-, Gerüstungs-, Betonier- und Maurer-, sowie Werkstatt- und Bahnarbeiten u. s. w., zur Verfügung.

Beträchtliche, aber keineswegs übersetzte Gehalte bezogen die höhern, für eine längere Zeitdauer verpflichteten, verantwortlichen Angestellten und in leitenden Stellungen wirkenden, zu freier Wohnung und einem jährlichen sechswöchentlichen Aufenthalt in Nordamerika berechtigten Ingenieure, Beamten u. s. w., die sich auf etwa 250 Dollars per Monat bis 14,000 Dollars für die Mitglieder der Kanalkommission und für deren Präsidenten, Oberingenieur Goethals, auf 15,000 Dollars per Jahr beliefen, während dessen beide Vorgänger, Wallace und Stevens unter der Ziviladministration noch ein Salair, der erstere von Dollars 25,000, der letztere von Dollars 30,000 p. a. bezogen hatten.



## 8. Die Vollendung des Kanales und die Sicherung seines Betriebes. Seitherige Rutschungen im Culebra=Einschnitt.

Am 10. Oktober des Jahres 1913 erfolgte die in etwas theatralischer Weise durch den Präsidenten der Ver. St. v. N. A., Wilson, auf eine Distanz von über 4000 km mit einem Druck auf einen elektrischen Taster, im Beisein einer grossen Zahl von Zuschauern an Ort und Stelle als Zeugen dieses wichtigen Momentes, in Scene gesetzte Sprengung des sogenannten Gamboa Schutzdammes (im Längensprofil, Beil. II in rot angedeutet), der bis dahin das Eindringen des Wassers aus dem «Chagres» und Gatunsee in den Culebra-Einschnitt verhindert hatte. Der Sprengung folgte später die gänzliche Entfernung durch Baggerung. Um eine allzu starke die Böschungen des Einschnittes schädigende Strömung zu verhindern, waren eine Anzahl Röhrendurchlässe in den Schutzdamm eingebaut sowie genügend Zeit vor der Sprengung geöffnet und so der Einschnitt vorzeitig schon auf eine zweckentsprechende Höhe angefüllt worden. So war denn die letzte provisorische Scheidewand zwischen dem atlantischen und stillen Ozean gefallen.

Bis zum 15. August 1914 war dann im Gatunsee und im Culebra-Einschnitt der Wasserspiegel auf die erforderliche Höhe angestiegen, so dass an diesem Tage die Durchfahrt von Ozean zu Ozean mit Schiffen von einstweilen noch beschränktem Tiefgang beginnen, d. h. der Panama-Kanal in Betrieb genommen werden konnte. Die mit grossem internationalem Pomp durch die Kriegsschiffe der geladenen Nationen vorzunehmende, ursprünglich auf den 1. Januar 1915 in Aussicht genommene Eröffnung des Kanales, musste aber des stets weiter um sich greifenden und kein Ende erhoffen lassenden Weltkrieges wegen auf unbestimmte Zeit verschoben werden.

Es ist so der Panama-Kanal der ganzen Welt zur Benutzung übergeben und damit gewissermassen die Vereinigung zweier Welten zur Tatsache geworden, ohne dass in vielen Kreisen davon nur Notiz genommen worden wäre.

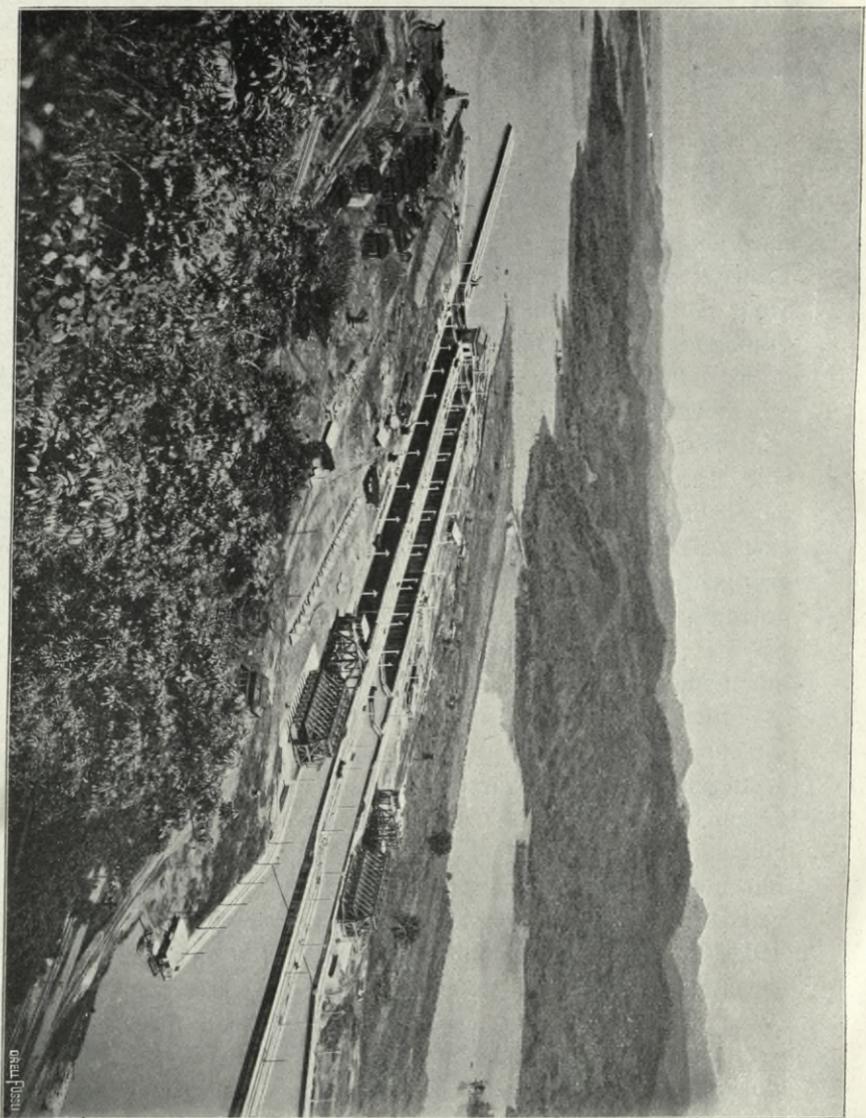


Abb. 33 (Kap. 8). Gesamtansicht der vollendeten Kammerstlusen bei «Pedro-Miguel». Blick in südlicher Richtung.  
Links: der Miraflores-See, rechts: die Einfahrt von dem Culebra-Einschnitt her auf Gatunsehöhe mit den  
geöffneten Drehbrücken-Notverschlüssen. Juni 1914.

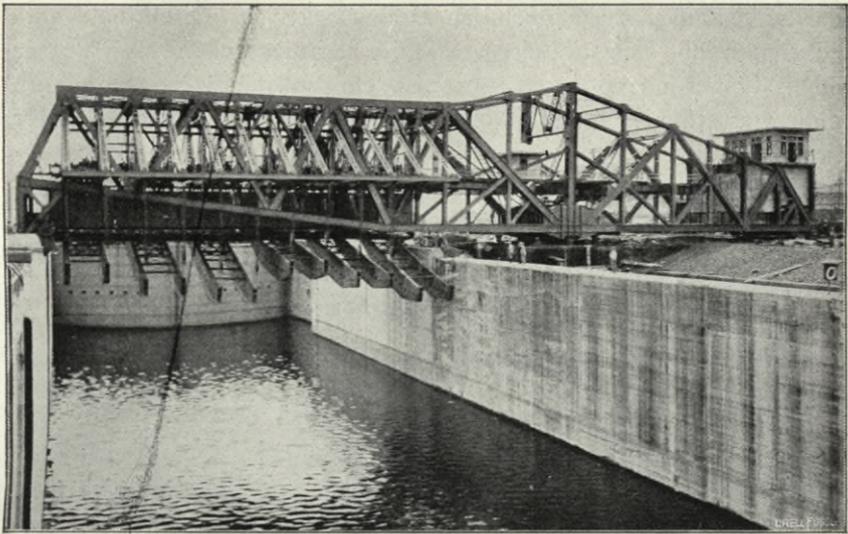


Abb. 34 (Kap. 8). Versuchsweise Betätigung des Drehbrücken-Notverschlusses, see-  
seitig der obersten östlichen Kammer der Gatunschleusen. Die Drehbrücke ist bereits  
geschlossen und die den abschliessenden Schützentafeln zur Stützung und Führung  
dienenden aufdrehbaren Griesständer-Rahmen sind im Begriff herabgelassen zu werden.  
Im Hintergrund links das oberste Stemmtoor der Schleusenammer. Mai 1913.

Aus Abb. 33 ist die auf Abb. 9, noch im Bau befindliche Schleusenstufe von «Pedro Miguel» nach ihrer Vollendung, mit den zur besondern Sicherung gegen ein Auslaufen des Gatun-  
sees, im Falle einer Beschädigung der obersten Schleusentore, je  
ausserhalb der obersten Kammern von Gatun, «Pedro Miguel» und  
bezw. des Mirafloressee's, ausserhalb der obersten Kammer der Mira-  
flores Schleusentreppe erbauten monströsen Drehbrücken = Notver-  
schlüsse ersichtlich. Die Wirkungsweise dieser Notverschlüsse geht  
deutlich aus Abb. 34 hervor. Im Falle einer Beschädigung durch  
ein anfahrendes Schiff des auf dieser Abbildung sichtbaren obersten  
Schleusentores — die Aufnahme ist zu einer Zeit gemacht, bevor  
der Gatunsee schon bis auf normale Höhe angefüllt war —, wird  
der wasserseitige längere Arm der Drehbrücke quer über die Ein-  
fahrt zur Schleusenammer gedreht. Gleich darauf werden die paar-  
weise durch Rahmen verbundenen in Drehgelenken am Untergurt  
der Brücken aufgehängten «Griesständer» herabgedreht, bis ihr unteres  
Ende auf den entsprechenden Anschlägen in der Kammersohle ihren  
Stützpunkt gefunden hat. Sodann gleiten über diese Griesrahmen

die zu diesem Zwecke über den Dreh Gelenken in Bereitschaft aufgehängten auf den Ständern geführte Schützentafeln ins Wasser hinab. Es kann so in kurzer Zeit ein vollständiger, wenn auch nicht wasserdichter so doch jede gefährliche Strömung verhindernder Abschluss bewerkstelligt werden, und somit ein den untern Schleusentoren und den in der Kammer befindlichen Schiffen gefahrbringendes, und die ganze Schifffahrt auf lange Zeit in Frage stellendes Auslaufen der oberhalb des Verschlusses befindlichen Kanalhaltung verhütet werden.

In Abb. 35 ist eine geöffnete parallel mit der Kammerwandung zurückgedrehte Notverschluss-Drehbrücke sichtbar, links von dem die erste Ausfahrt aus der obersten Schleusenkammer bei Gatun in in den Gatunsee unternehmenden Dampfers «Cristobal».

Aus Abb. 36 sind die «Miraflores»-Schleuse und die bei allen Schleusen verwendeten besondern elektrischen Schifffzugs- oder Treidellokomotiven ersichtlich, wie sie gerade die Steilstrecke der Zahnstangen-Treidelgeleise zwischen der obern und untern Schleusenkammer passieren, während sie den Dampfer «Santa Clara» aus der obern Kammer in die untere hinein befördern. Kein Dampfer darf die Schleusen unter eigenem Dampf durchfahren, sondern jedes Schiff muss, vor der Schleuse angelangt, vollständig anhalten, und wird dann von den durch Taue mit ihm verbundenen vier Treidellokomotiven — je eine auf jeder Kammerseite vor, und in gleicher Weise hinter dem Schiff, um im Notfall ein rasches Anhalten des Schiffes zu ermöglichen — durch die Schleusenkammern gezogen. Ausserdem sind auf dem Bilde die Beleuchtungsmasten deutlich zu erkennen.

Eine ganz besondere Sicherheits-Vorrichtung zur Vermeidung einer Kollision eines dennoch zufällig unter eigenem Dampf sich einer Schleuse nähernden Schiffes mit dessen Toren, bilden die vor jedem oberen Tor des Ober- und Unterhauptes jeder obersten Schleusenkammer, auf der Oberseite jedes diese unterteilenden Mitteltores sowie auf der Unterseite jedes untersten Tores jeder untersten Schleusenkammer angebrachten, also zusammen 24 äusserst starken «Sicherheits- oder Pufferketten». Diese Ketten sind an ihren Enden mit in die Längswände der Schleusenkammern eingebauten hydraulischen Flaschenzügen verbunden und sind jeweils auf Mauerdeckelhöhe so straff über die Einfahrt zur Schleusenkammer bzw. über diese selbst gespannt, dass ein noch mit 3,6 Knoten = 6,7 Km. in der Stunde Geschwindigkeit aus Unvermögen oder Versehen gegen die Kette fahrendes Schiff von 20 000 Tonnen Gewicht durch die, dann

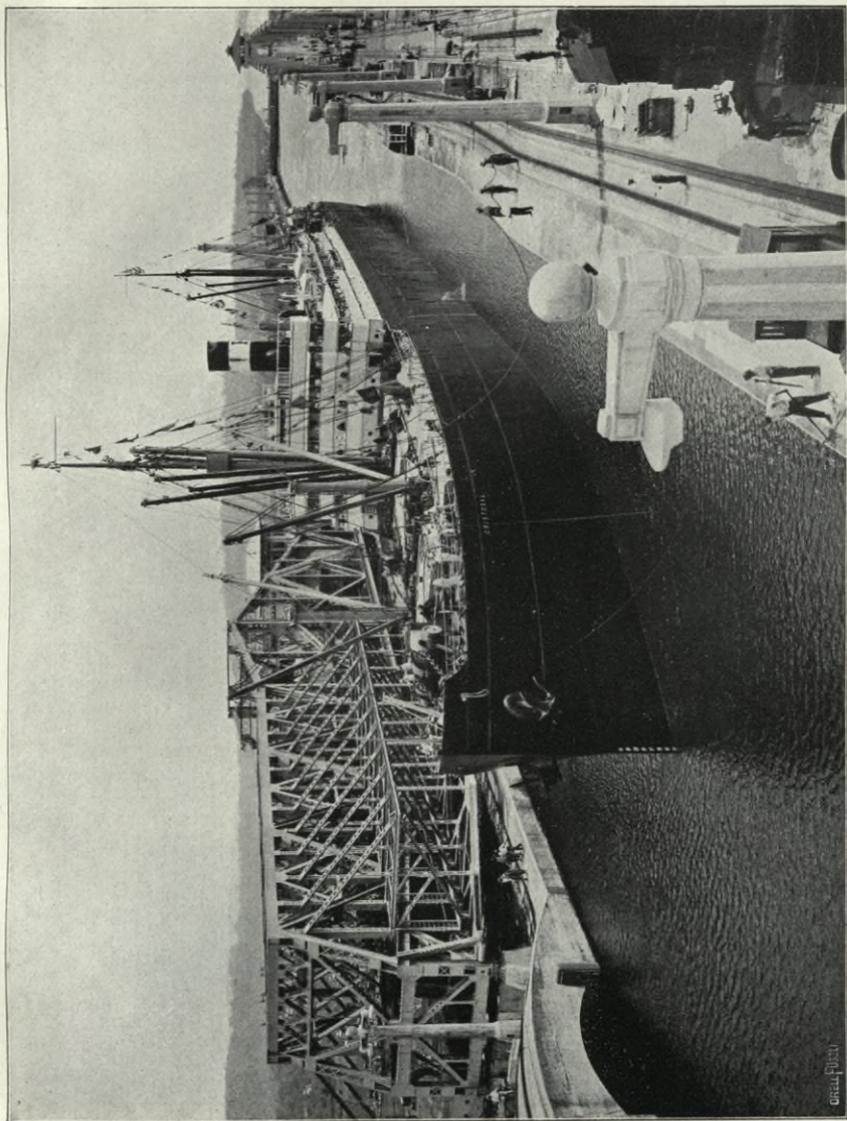
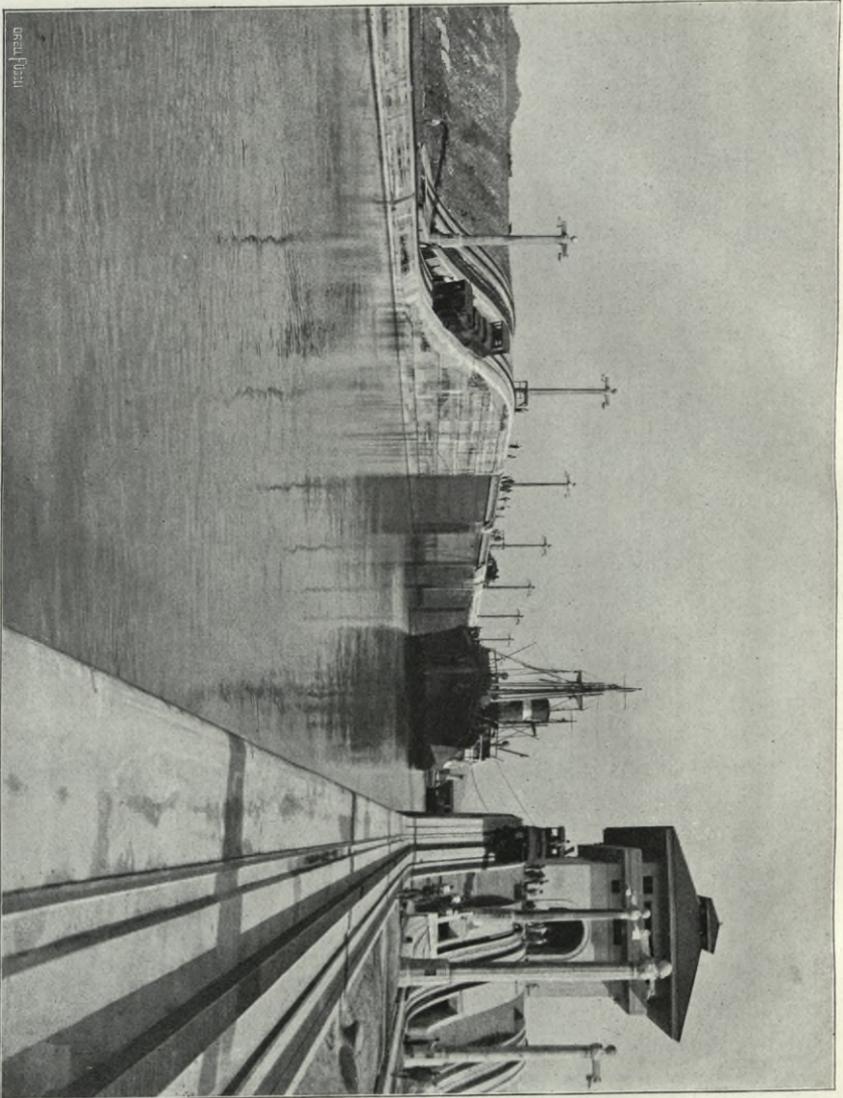


Abb. 35 (Kap. 8). Schleusentreppe bei Gatun. Blick in nördlicher Richtung gegen Colon. Der Dampfer «Cristobal» fährt aus der obersten Schleusenkammer in den Gatunsee aus. Links der Drehbrücken-Notverschluss geöffnet. Aug. 1914.



Druck. 10311

Abb. 36 (Kap. 8). Blick in nördlicher Richtung auf die Schleusentreppen bei «Miraflores». Der Dampfer «Santa Clara» wird nach der bereits vollendeten Absenkung des Wasserspiegels aus der oberen westlichen Schleusenkammer durch elektrische, auf Zahnstangen-Geläusen fahrenden Treidel-Lokomotiven in die untere Schleusenkammer geführt. Juni, 914.

in einer Spannung von 100 Tonnen befindliche, sukzessive wohl nachgebende, aber mit ihrem Längerwerden einen im gleichen Verhältnis mit ihrem Ausschlagswinkel stets wachsenden Widerstand ausübende Kette, innerhalb etwa 30 m zu völligem Stillstand gebracht wird, und dann noch um rund 30 m vom nächsten so bedrohten Schleusentore entfernt ist, um nun von den Treidellokomotiven in Tau genommen zu werden. Ist aber ein Schiff ordnungsgemäß vor der Kette zum völligen Stillstand gelangt und von den Treidellokomotiven übernommen, dann wird die Kette durch elektrische Betätigung vom Betriebs- und Kontrollapparatenshaus der Schleusentreppe aus entspannt und unter das Wasser in die zu seiner Aufnahme in der Sohle der Schleusenkammer ausgesparte Querfurche versenkt, so dass das nun unter völliger Beherrschung durch die Treidellokomotiven stehende Schiff unbesorgt darüber hinweg gezogen werden kann. Sobald das Schiff in die Schleusenkammer eingefahren ist, wird die Kette wieder gehoben und in Spannung versetzt gegen das nächste ankommende Schiff, bezw. um nur für ein ausfahrendes Schiff wieder versenkt zu werden. Mit diesen Ketten sowie den bereits in Kap. 5 b erwähnten eigentlichen Schleusen- und überdies noch vorhandenen Doppel- oder Sicherheitstoren ist es kaum denkbar, dass Schaden dadurch entstehen kann, dass nach Durchbrechen beider Torpaare ein Ausbruch des Gatunsees durch die Schleusen von Gatun oder Pedro Miguel, bezw. des Miraflores, durch diejenigen bei Miraflores erfolgen könnte, ehe die dann in diesem Falle, schon beim Durchbrechen des ersten Torpaares in Tätigkeit tretenden Drehbrücken-Notverschlüsse einen solchen verhindert haben würden.

Zur Ermöglichung einer direkten Eisenbahnverbindung der auf der Westseite des Kanales gelegenen Station «Culebra» mit der auf der Ostseite des Kanales gelegenen Station «Paraiso» der neuen Panama-Eisenbahn, wurde in der Nähe der letzteren eine ausrückbare Schiffsbrücke über den Kanal erbaut. Dieselbe besteht aus einem einzigen Ponton von 115 m Länge und 16,8 m Breite, auf welchem das die Eisenbahngleise tragende 6 m hohe Gerüst aufgebaut ist und der um einen Drehpunkt an einem der Ufer in seiner ganzen Länge ein- und ausgedreht werden kann.

Weder die Füllung des Culebra-Einschnittes mit dem Wasser vom Gatunsee noch die Betriebsaufnahme im ganzen Kanal für den kommerziellen Weltverkehr haben die noch in Bewegung befindlichen oder einige der anscheinend vorher schon zur Ruhe gelangten Böschungen der Kanalstrecke im Culebra-Einschnitt zu tatsächlicher

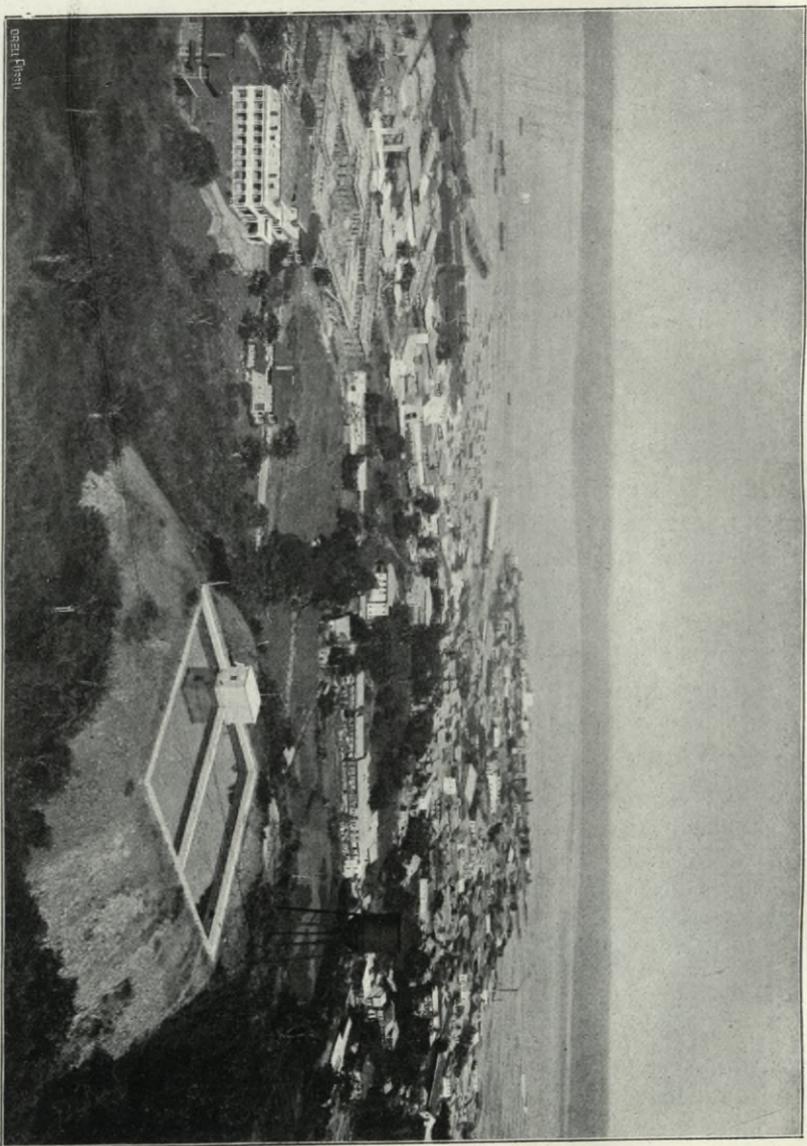


Abb. 37 (Kap. 8). Blick in östlicher Richtung auf die Stadt und Bai von Panama vom nahen «Ancon-Hill» aus. Im Vordergrund links das bisherige Verwaltungs-Gebäude der Kanal-Kommission, rechts neues Beton-Reservoir zu einem Teil der städtischen Wasserversorgung gehörend. Hinter der Verwaltungsgebäude die neue Universität von Panama. Juli 1910.

Ruhe einzuschütern vermodt. Wie vorauszusehen war, sind auch seither wieder ganz gewaltige Rutschungen eingetreten, so besonders am 15. Oktober 1913 bei der alt berüchtigten Abbruchstelle von «Cucaracha». Aus Abb. 38 ist dieser au.gedehnte Abrutsch, bei dem sich über 20 Hektaren Gelände in Bewegung befinden und der im Laufe eines Jahres die Beseitigung von rund 2,7 Millionen m<sup>3</sup> Rutschmaterial durch die Nassbagger erforderte, ersichtlich. Der Fortschritt der Baggerung bis im Juni 1914 ist aus Abb. 39 zu erkennen. Kaum war hier das ganze Kanalprofil wieder freigelegt, so ereignete sich am 14. Oktober 1914 direkt nördlich von Gold Hill, von der Ostseite des Kanales sich gegen diesen bewegend, vis-à-vis vom alten Rutschgebiet bei Culebra der sogenannte «neue Culebra-Rutsch». Hier ist ein Gebiet von rund 25 Hektaren in Bewegung geraten und dürfte die Entfernung von rund 3,8 Millionen m<sup>3</sup> Material erfordern. Wohl war durch diese Störung der Verkehr durch den Kanal während sechs Tagen vollständig unterbunden, bis nach der Entfernung von rund 100,000 m<sup>3</sup> eine für Schiffe gerade genügende Passage geschaffen war, doch lassen die bisherigen Fortschritte der Baggerarbeiten erwarten, dass auch dieser Rutsch bei Monatsleistungen bis zu 450,000 m<sup>3</sup>, in weniger als neun Monaten vollständig beseitigt sein wird, um dann aber auch schon vorher bereit zu sein, einen ebenfalls drohenden, sich bereits durch grosse Klüftungen auf der Westseite des Kanales bei Culebra ankündenden Rutsch\*) mit allen Mitteln in Angriff nehmen zu können. Auch an andern Stellen sind noch kleinere Rutschungen von untergeordneter Bedeutung eingetreten. Die Kanalverwaltung rechnet damit, dass noch auf Jahre hinaus die Rutschungen ihre schwerste Sorge und deren jeweilige prompte Beseitigung ihre Hauptbeschäftigung bilden werden, wird aber bestrebt und imstande sein, mit allen ihr zur Verfügung stehenden Mitteln den einstweilen infolge der Weltverhältnisse sowieso noch geringen Verkehr möglichst ungestört aufrecht zu erhalten. Das aus diesen Rutschungen beseitigte Material wird von den Baggern auf Prahme geladen und in die tieferen Stellen des Gatunsees ausserhalb der Fahrinne versenkt. Ein neuer Feind ist dem Kanal durch die in diesem See unmässig wuchernde Wasserhyazinte erwachsen, (vermutlich «Pontederia crassipes»), aber auch gegen diese sind bereits erfolgreiche erprobte Kampfmittel, in besonderen Apparaten, zum Ausziehen derselben sowie durch Abtötung der jüngeren Pflanzen durch Besprengung mit einer schwachen Lösung von Arsenik und Soda gefunden worden.

\*) Wahrscheinlich die nun im Sept. 1915 von den Tageszeitungen berichtete bedeutsame Rutschung.

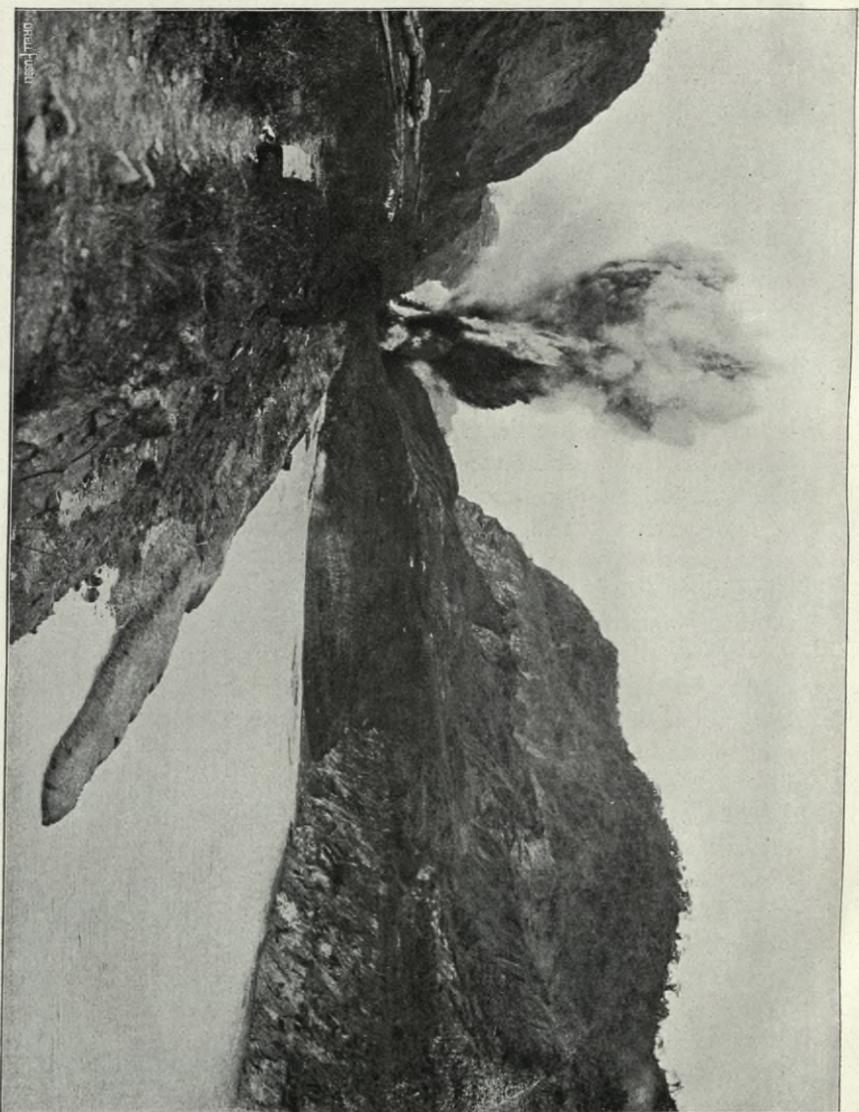


Abb. 38 (Kap. 8). Aussprengen einer Zufahrt für die Baggerschiffe durch den am 15. Okt. 1913 niedergegangenen grossen «Cucarada»-Felsabrutsch im Culebra-Einschnitt südlich von «Gold-Hill». Bild in nördlicher Richtung.  
16. Okt. 1913.

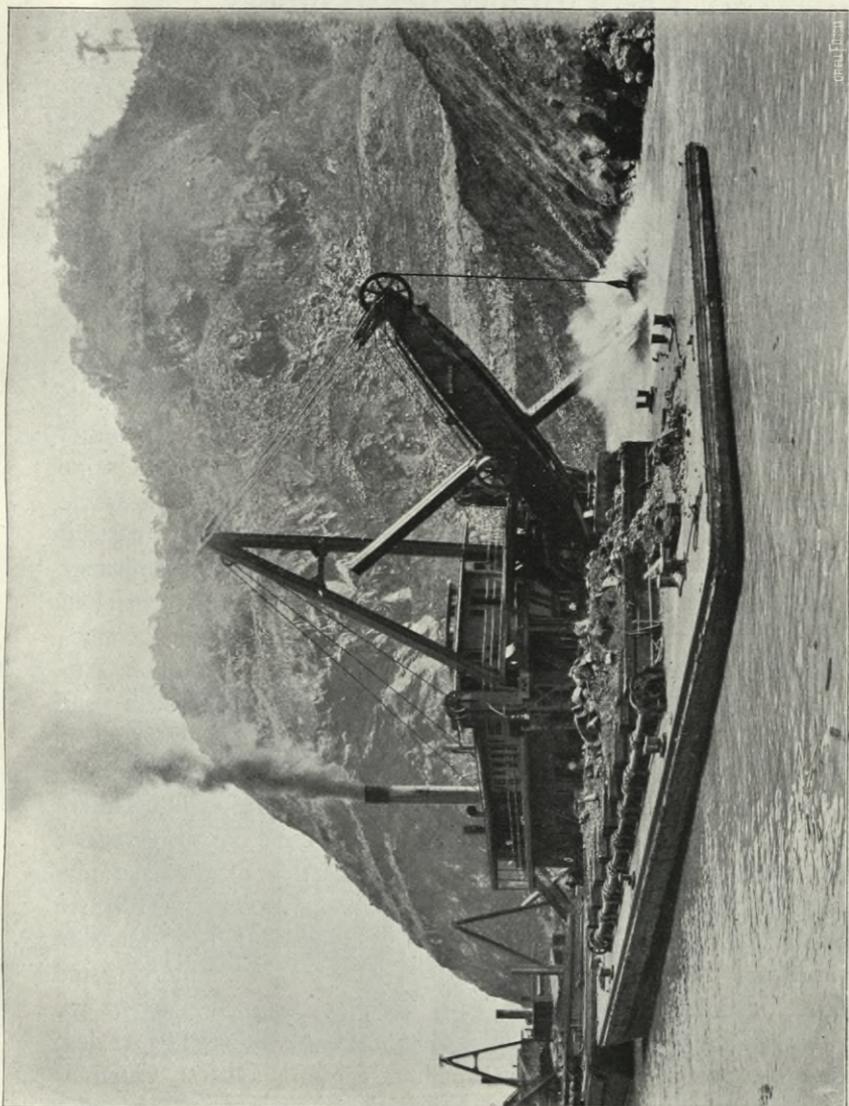
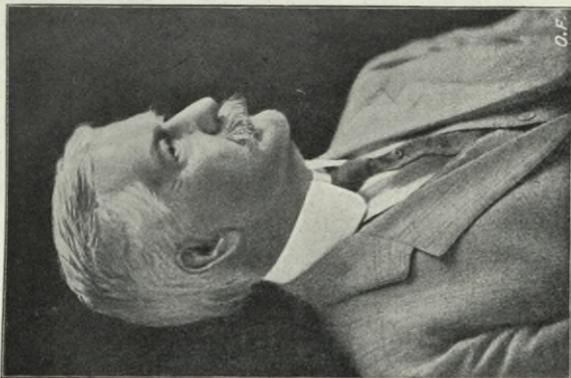


Abb. 39 Kap. 8). Der grosse schwimmende Dampflöffel-Bagger «Paraiso» (Kapazität des Löffels für Felsausbruch 7,5 m für Baggerschutt 11,5 m<sup>3</sup>) beseitigt die letzten Reste des am 15. Ost. 1913 erfolgten grossen «Cúcharacha»-Felsabrutsches. Blick in nördlicher Richtung, Juni 1914.

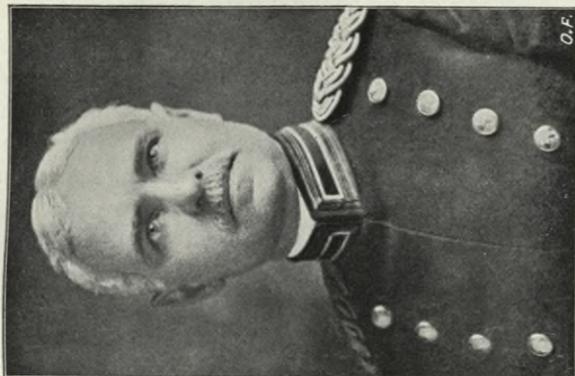
## 9. Die Erbauer des Kanales.

Wenn wie bei allen grossen Bauwerken, und so auch ganz besonders beim Panamakanal eine grosse Anzahl, vom niedrigsten Arbeiter bis zum höchsten Bauleiter, sowie bis zum jeweiligen Kabinettschef und Präsidenten der Ver. Staaten von N. A. während der Bauzeit, sich in die Verdienste rühmlicher Mitarbeiterschaft teilen dürfen, so soll der Kürze halber trotz des hervorragenden Anteils hieran der sämtlichen auf Beilage 3 genannten Mitglieder der «Kanal-Kommission» und zugleich meist Hauptleiter der Bauarbeiten nur zweier derselben als «Erbauer» des Kanales besonders Erwähnung getan werden. So in erster Linie des Oberst George Washington Goethals (Abb. 40 rechts) seit 1906 der Oberingenieur und ständige Vorsitzende der Panamakanal-Kommission, seit 1914 Maj. General, mehrfacher Dr. h. c. und Gouverneur des Panama-Kanales, der durch seine ausserordentliche Begabung für eine musterhafte Organisation, sowie seine Umsicht, Vorsicht und seine reiche praktische Erfahrung auf dem Gebiete des Wasserbaues sich unstreitig die grössten Verdienste an diesem ebenso grossartigen wie wunderbaren Werke erworben hat.

Er hat die sämtlichen Arbeiten, auch den Umbau der Panama-Eisenbahn als deren Gesellschafts-Präsident geleitet und unter Anwendung der wirtschaftlichsten modernsten Arbeitsmethoden und Arbeitsmaschinen in geradezu technischer Vollkommenheit durchgeführt. Ihm stand mächtig zur Seite die grosse Verehrung die er sich durch sein Beispiel erwarb, seitens seiner Mitarbeiter und Untergebenen sowie zahlloser Techniker überhaupt, sowie das oft geradezu einer Vergötterung ähnliche Vertrauen seitens der durch seine absolute Redlichkeit mächtig angespornten Arbeiter. Diese Verdienste und seine hervorragenden Charakter-Eigenschaften haben ihm den aufrichtigsten Dank der gesamten Ver. St. von Nordamerika und vielfache wohlverdiente Ehrungen eingetragen. Im Gegensatz zu der Vergeudung und Veruntreuung ungezählter Millionen unter dem Regime der französischen Gesellschaften gebührt Oberst Goethals das Verdienst, dass unter seiner Leitung wohl kein einziger Dollar nutzlos oder gar unrechtmässig verausgabt worden sein dürfte.



Chefarzt Oberst Dr. W. C. Gorgas  
Mitglied der Kanal-Kommission.



Oberingenieur Oberst G. W. Goethals  
Vorsitzender der Kanal-Kommission und Präsident der Panama-  
Eisenbahn, seit Sommer 1914 Maj. General, Dr. jur. h. c. und  
Gouverneur des Panama-Kanales.

Abb. 40 (Kap. 9).

Bei der Verleihung des Ehren=Dokortitels der Harvard=Universität wurde George Washington Goethals gewürdigt «als Soldat, der das Beispiel musterhafter Leitung öffentlicher Arbeiten gegeben, als Administrator, der Sicherheit und Ordnung aufrecht erhalten unter einer grossen Anzahl von Arbeitern in den Tropen, und der als Organisator wie Ingenieur das weittragende Projekt der Vereinigung zweier Ozeane durch die Trennung eines Kontinentes auf der Landenge von Darien verwirklicht hat».

In zweiter Linie aber auch des Chef=Arztes Oberst Dr. William C. Gorgas (Abb. 40 links), der durch die unübertroffene und musterhafte Organisation des gesamten Gesundheitsdienstes und die unentwegt, aller Schwierigkeiten zum Trotz, peinlichste Durchführung seiner sanitären Massregeln, Tausende und aber Tausende vor Krankheit, Siedtum und Tod bewahrt hat. Ihm ist es gelungen, das Auftreten des gelben Fiebers sowohl einzeln wie in ganzen Epidemien in der Kanalzone einschliesslich der Städte Panama und Colon gänzlich zu unterdrücken, und die Gefahren des Malariafiebers in wahrhaft aufsehenerregender Weise zu dezimieren. Nebst dem überaus freundlichen persönlichen Entgegenkommen aller leitenden Ingenieure bei der Besichtigung der Arbeiten am Kanal, steht mir in freudigster Erinnerung mein Empfang bei Dr. Gorgas, dem ich gegen den Schluss meines Besuches gestand, es sei mir ein wahres Herzensbedürfnis gewesen, auch den wunderbaren Mann der Wissenschaft persönlich kennen zu lernen, der nach meiner Überzeugung, als der eines Bau=Ingenieurs die praktische Durchführung des grössten Ingenieurbauwerkes in einer der Menschheit würdigen Weise überhaupt möglich gemacht habe. Mit bescheidenem Lächeln, offensichtlich erfreut über seine Anerkennung durch einen Schweizer=Ingenieur, drückte er mir mit rührender Herzlichkeit die Hand zum Abschied.

Als besondere Anerkennung der Verdienste als Mitarbeiter an dem grossen Werke wurde sämtlichen während mindestens zwei Jahren im Dienste der Kanal=Kommission am Bau des Kanales oder der Panama=Eisenbahn beschäftigten Amerikanern eine, aus Kupferbronze der alten, von den Franzosen seiner Zeit verwendeten Maschinen, in der Staats=Münze zu Philadelphia geprägte Medaille ausgehändigt, die von den Inhabern sehr hoch geschätzt wird, und auf der jede zwei weiteren Dienstjahre besonders eingraviert sind. Die eine Seite der Medaille zeigt eine Hauptansicht des Culebra=Einschnittes, die andere Seite trägt die Worte: «The Land Divided, The World United» (verdeutsch: «Das Land zertrennt, die Welt vereint»).

## 10. Bedenken und Einwendungen gegen die erfolgreiche Vollendung und Benutzung des nun erbauten hochliegenden Stausee=Schleusen=Kanales.

Die hauptsächlichsten und am meisten durch die technische und Tagespresse bis in die allerneueste Zeit bekannt gewordenen, zum Teil schon von der Mehrheit der Experten im Jahre 1905 hervor-gehobenen oder auch neuerdings, auf gutem Glauben beruhend, namentlich von Hennig und Ewald\*) veröffentlichten Einwendungen gegen die Möglichkeit einer erfolgreichen Vollendung und Erreichung der Betriebsfähigkeit des Kanales sind folgende:

1. *Undichtigkeit* und Rutschungen des *Gatun Staudammes*, weil früher vorgesehene eiserne bis auf den Fels hinab reichende Spundwände von einer in 1909 berufenen Expertenkommission für überflüssig erklärt und daher nicht verwendet wurden, also *Wasser=verlust* durch und unter dem Staudamm hinweg sowie *Gefahr* für das *Bestehen* des *Staudammes*.

2. *Unmöglichkeit*, den See auf die für die Schifffahrt erforderliche Höhe anzufüllen, wegen dieser Verluste und namentlich auch wegen der viel zu geringen Wasserführung des den See speisenden Chagres Flusses.

3. *Undichtigkeit* des ganzen *Untergrundes* im *Gatunsee* sowie dessen natürlicher Begrenzung und daheriger unermesslicher *Wasserverlust*.

4. *Uebermässige Verdunstung* über der gesamten Oberfläche des Sees, sodass nicht genug Wasser für die Durchschleusung der Schiffe, des Betriebes der hydroelektrischen Kraftstation und genügenden Tiefgang der Schiffe im See und Culebra=Einschnitt übrig bleibe.

---

\*) Frankfurter Zeitung und Monatsschrift für Wissenschaft, Kunst und Technik 1914 sowie Zeitschrift «Himmel und Erde», Heft 3 1915.

5. Im Falle des so eintretenden *Wassermangels* sei es, wegen des ausgedehnten Stausees mit seiner enormen Verdunstungsfläche, anstatt einer blossen Kanalstrecke, auf dem Niveau der obersten Haltung, ausgeschlossen das fehlende, zur Füllung des Sees auf genügende Schiffahrtstiefe benötigte Wasser, durch Heraufpumpen aus dem stillen oder atlantischen Ozean zu ersetzen.

6. Die *Rutschungen* im Culebra-Einschnitt, die mit jedem Jahr prozentual in viel rascherem Verhältnis als der Gesamtaushub zuge-  
nommen haben, werden noch weiter zunehmen. Die *Kanalsoble* hebt sich. Beides, weil der Gegendruck des Wassers im Kanal zu unbedeutend ist im Verhältnis zur Tiefe des Einschnitts, also zu erwartende und sichtlich fortschreitende *Zuschüttung* des Kanales, sowie stetige Verminderung der Fahrtiefe durch *Hebung der Kanal-Soble*.

7. *Erdbeben*. Dadurch bedingte Zerstörung der Schleusen und Unmöglichkeit der Aufrechterhaltung und Betriebsfähigkeit derselben.

8. *Finanzielles Fiasko*, weil der Verkehr niemals so gross werden kann, um die Baukosten des Kanales auch nur einigermaßen verzinsen zu können.

9. Weitere *Verbreitung* des *gelben Fiebers* infolge des zukünftigen rascheren Transites von verseuchten nach seuchenfreien Seehäfen.

Zu dem kurzen Goethals'schen Bescheide auf alle diese Einwendungen: «Der Kanal wird in der Zukunft selbst antworten und die vielen Zweifler eines Bessern belehren», kann noch das Folgende hinzugefügt werden:

#### *Zu 1.*

Seit über zwei Jahren ist der Gatunsee sukzessive bis auf seine normale Wasserspiegelhöhe gefüllt und der grosse Staudamm so dem steigenden bis vollen Wasserdrucke ausgesetzt worden. Die schon anfänglich nur minimen Wasserverluste haben seither fast vollständig aufgehört. Rutschungen von irgend welcher Bedeutung sind seit der Vollendung des Dammes, an diesem selbst keine eingetreten. Dass während des Damm-Baues, namentlich unter dem schweren Böschungsfusse aus Steinschüttung, sogenannte «Sackungen» in den teilweise aus weichem Schlamm bestehenden Untergrund des Dammes an dessen Kreuzungsstelle mit dem alten französischen Kanal und dem stark ausgekolkten alten Flussbette infolge von Ausquetschungen bis zu 6 m Tiefe erfolgten, wurde erwartet und war daher von keiner ernstlichen Bedeutung.

### *Zu 2.*

In den Berechnungen der Zweifler ist gänzlich ausser Acht gelassen worden, dass ausser dem Chargres-Fluss dessen frühere Hauptzuflüsse der «Rio Gatun» und «Rio Trinidad», sowie auch der «Rio Quebrada» dem See ebenfalls ganz beträchtliche Wassermengen zuführen, und dass, trotzdem die letzten Jahre eine weit geringere als normale Niederschlags- und Abflussmenge lieferten, der See nach Voraussicht auf die für den Betrieb der Schifffahrt benötigte Höhe gefüllt werden konnte, und seine gänzliche Füllung nur wegen der Vollendungsarbeiten an den Stoneyschützen auf dem Ueberfallwehr noch längere Zeit hintangehalten wurde. Auf Grund einlässlicher Kontrollberechnungen wird die durchschnittlich disponible Wassermenge der Zuflüsse zum See genügen zur Bewältigung eines Verkehrs durch die sämtlichen Schleusen, einschliesslich der benötigten Krafterzeugung in der hydroelektrischen Station, der dem dreifachen heutigen Verkehr durch den Suezkanal gleichkommen, also 60 Mill. Tonnen per Jahr noch übersteigen dürfte. Eine solche Verkehrssteigerung ist aber in absehbarer Zeit, durch den Panama-Kanal überhaupt gar nicht zu erwarten.

### *Zu 3.*

Diese Befürchtungen haben sich seit der Füllung des Sees als grundlos erwiesen und waren auch bereits schon früher damit widerlegt worden, dass nahezu das ganze vom See überdeckte Gebiet schon seit undenklichen Zeiten Überschwemmungsgebiet der Hochwasser des Chagresflusses bildete und so mit abdichtendem Schlamm überlagert ist.

### *Zu 4 und 5.*

Die Verdunstung über dem See beträgt jährlich ca. 1,30 m. Die Regenhöhe auf der Nordseite der kontinentalen Wasserscheide innerhalb der Kanalzone ca. 3,0 m im Durchschnitt. Trotz der sehr beträchtlichen Verdunstung, deren Betrag genau bekannt ist, der aber auch eine ausserordentlich grosse jährliche Niederschlagsmenge gegenübersteht, haben die auf Grund der Resultate der schon während der letzten französischen Administrationszeit vorgenommenen äusserst wertvollen hydrologischen Beobachtungen ergeben, dass die unter der Entgegnung zu 2 erwähnten Schlussfolgerungen auch unter voller Berücksichtigung der enormen Wasserverluste durch Verdunstung über dem Gatunsee dennoch richtig sind.

### Zu 6.

Die ausserordentliche, keineswegs vorgesehene, im Laufe der Jahre mit der fortschreitenden Ausschachtung des Culebra-Einschnittes eingetretene Zunahme der Rutschungen, haben mit Recht zu den schwersten Bedenken und Sorgen seitens der Bauleitung sowie der Regierung der Ver. Staaten Veranlassung gegeben. Dennoch ist infolge der alle Erwartungen übertreffenden Leistungen durch die Dampföffelbagger, indem schon vor dem Jahre 1910 die für den ganzen Kanal bis zur vorgeschobenen Vollendung im Jahre 1914 von der Expertenkommission in Aussicht genommene Kubatur des Aushubes bewältigt war, selbst trotz der tatsächlich dem Voranschlag jener Kommission gegenüber, aber lange nicht der Rutschungen allein wegen, doppelt so grossen Abtragsmenge, der Kanal rechtzeitig (August 1914) dem Betrieb übergeben worden und es sind die Einheitskosten des Abtrages weit unter dem Voranschlage geblieben. Angesichts dessen ist mit Sicherheit anzunehmen, dass auch in Zukunft die noch auf Jahre hinaus zu erwartenden Rutschungen stets so rechtzeitig beseitigt werden können, dank der dem Expertenprojekt gegenüber so beträchtlich vermehrten Sohlenbreite im Culebra-Einschnitt, dass nur *ausnahmsweise* noch ernstlichere Betriebsstörungen veranlasst werden dürften, zum wirklichen Schaden des zunächst noch erst sehr langsam sich entwickelnden Schiffs-Verkehres durch den Kanal. Infolge der beständig fortgesetzten Verflachung der Böschungen und Stabilisierung derselben, sowie durch deren mit tropischer Ueberwucherung vor sich gehendes Bewachsen mit neuer Vegetation, werden in absehbarer Zeit die sämtlichen Rutschgebiete zur Ruhe kommen und dann auch die zeitweisen Hebungen der Kanalsohle unterbleiben.

### Zu 7.

Von den zahlreichen Erdbeben, die während des Kanalbaues und namentlich in den letzten Jahren häufiger auch in der Kanalzone beobachtet wurden, war keines von solcher Heftigkeit, dass irgendwelcher Schaden entstanden wäre. Die Zentren aller bekannten Erdbeben und die Orte, wo solche wirklichen Schaden angestiftet haben, liegen in so grosser Entfernung von der Kanalzone, dass auch in der Zukunft auf Grund eingehender geologischer Untersuchungen von Prof. Bertrand für die Bauwerke am Panama-Kanal keine Befürchtungen gerechtfertigt sind. Als bester Beweis für die grosse seismische Stabilität der Gegend von Panama, hat von jeher der

100

schon seit dem Brande im Jahre 1756 der Kirche «Santo Domingo» in dieser Stadt noch stehen gebliebene ganz ausserordentlich flache aus Mauerwerk gewölbte Torbogen von etwa 10 m lichter Spannweite gedient, der keinem schädlichen Erdbeben hätte Stand halten können.

*Zu 8.*

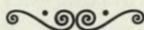
Dass auf lange Zeit hinaus nicht nur nicht einmal die Baukosten des Kanales aus den Betriebseinnahmen verzinnt, sondern mit diesen voraussichtlich sogar nicht einmal die Betriebskosten gedeckt werden können, bildet für die Erbauer desselben keine Überraschung. In erster Linie ist der Kanal aus strategischen Gründen und erst in zweiter Linie zum kommerziellen Vorteil der Vereinigten Staaten sowie eines ansehnlichen Teiles des gesamten Weltverkehrs erbaut worden. Der Panama-Kanal erspart der Regierung der Ver. Staaten zur besseren Sicherung in dem so vielfach prophezeiten kommenden Konflikt mit Japan nahezu eine ganze zweite Kriegsflotte, indem die Überführung der amerikanischen Kriegsflotte aus den atlantischen Gewässern nun in viel kürzerer Zeit erfolgen kann, als die japanische Kriegsflotte benötigen dürfte, um an der Westküste Nordamerikas zu erscheinen. Auch die kommerziellen Vorteile, noch kurz in Kap. 12 erläutert, werden im Laufe der Jahre an Bedeutung gewinnen und liegt eine Steigerung des Verkehrs und damit der Betriebseinnahmen des Panama-Kanales bis zum Ertrag einer Rendite über Betriebsausgaben und die schliessliche Verzinsung der Baukosten hinaus, auf die es erst in allerletzter Linie bei diesem nationalen amerikanischen Unternehmen abgesehen war, dennoch durchaus im Bereiche der Möglichkeit.

*Zu 9.*

Die unschätzbaren amerikanischen Erfolge der Entseuchung von Cuba sowie der Kanalzone und der dadurch auch anderwärts in den Tropen aufs neue angeregte Kampf gegen die Tropen-Krankheiten, wird sich mit gebieterischer Notwendigkeit auch auf alle auf den Verkehr durch den Panama-Kanal angewiesenen, heute noch als vom gelben Fieber verseucht, berüchtigten Hafenstädte gutwillig ausdehnen müssen oder sonst einfach zwangsweise ausgedehnt werden. Da die völlige Unterdrückung des gelben Fiebers und die erfolgreiche Bekämpfung vieler anderer Tropen-Krankheiten nur noch eine Frage des guten Willens und der Aufwendung der hierzu benötigten finanziellen Mittel (siehe obere Fussnote auf S. 27) geworden ist, kann auch die Vermeidung der Gefahr einer stärkeren Verbreitung dieser

Krankheiten und besonders des gelben Fiebers durch den Panama-Kanal nur noch eine Frage der besseren Aufklärung und entsprechender Geltendmachung des Einflusses der amerikanischen Regierung in dieser Richtung innerhalb absehbarer Zeit sein.

Es kann mit allem Nachdruck betont werden, dass die kürzlich berichtete käufliche Sicherung des zukünftigen Alleinrechtes zum Bau eines Nicaragua-Kanales durch die Vereinigten Staaten von Nordamerika wohl weiser politischer und wirtschaftlicher Voraussicht, keineswegs aber einer Notwendigkeit aus dem Grunde entsprungen ist, weil etwa der Panama-Kanal, infolge der im vorstehenden genannten Einwendungen auch nicht weiterhin wie bereits seit seiner Eröffnung erfolgreich benutzt werden könne.



## 11. Grössenverhältnisse einiger anderer Meereskanäle. Eigentümlichkeiten u. besondere Erscheinungen beim Panama=Kanal.

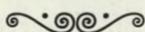
In Bezug auf seine 81 km Gesamtlänge hat der Panama=Kanal dem zwischen Port Said und Suez 168 km langen Suezkanal und dem, zwischen Holtenua und Brunsbüttel 98 km langen Kaiser Wilhelm=Kanal gegenüber den Vorteil der Kürze, und in Bezug auf Breite der Fahrwasserrinne, selbst im Culebra=Einschnitt, übertrifft er mit 91,5 m alle andern Meereskanäle die beiden letztgenannten noch um nahezu 100 Prozent. Dagegen werden von den Haupt=Abmessungen seiner Schleusen die lichte Weite von 33,5 m und die Mindesttiefe über dem Drempe mit 12,5 m durch diejenige im Dortmund=Emskanal und in dem seit kurzem erweiterten Kaiser Wilhelm=Kanal mit 40 m, bezw. mit 45 m, sowie durch die entsprechenden Wassertiefen von bezw. 13 m und bezw. 13,77 m, die nutzbare Länge von 305 m aber allein durch diejenige beim Kaiser Wilhelm=Kanal mit 330 m noch übertroffen. Die Schleusen des Panama=Kanals sind also wohl für die Aufnahme der grössten heute verkehrenden Handels= und Passagierdampfer wie die der «Imperator»=\*) und «Lusitania»=Klasse, nicht aber für die der grössten europäischen, namentlich deutschen Kriegsschiffe dimensioniert worden, und mag darauf eine gewisse Kritik der Grössenverhältnisse der Schleusen, als anderweitig schon überholt, gegründet sein.

Der Umstand, dass beim Panama=Kanal das Süsswasser des Chagres=, bezw. des Gatunsees als Scheitelhaltung beim Durchschleusen der Schiffe in das salzhaltige Wasser der beiden Ozeane ausfliesst, hat, zum Zweck der Vermeidung einer Ungleichheit der Wasserspiegelhöhen vor und hinter den untersten Schleusentoren, die deren Oeffnung auch nach erfolgten Druckausgleichen an der Ausmündung der Umlaufkanäle bedeutend erschweren würde, und

---

Länge 268 m, Breite 30 m, der Dampfer «Vaterland» ist 276 m lang und 31 m breit.

die durch das geringere spezifische Gewicht des Süßwassers bedingt ist, zu einer konstruktiv ebenso originellen wie interessanten Hochlegung dieser seitlichen Mündungen bis hoch über den Drempel hinauf zur Folge gehabt. Ebenso hat sich bald nach der Betriebseröffnung des Kanales unter andern interessanten Erscheinungen eine starke Versalzung des bisher süßwasserhaltigen Miraflores-See und in bedeutend geringerem Grade auch des Gatunsees nachweisen lassen, da mit dem Auslaufen der Schiffe aus den untersten Schleusenkammern Meerwasser in diese eindringt, und beim Abwärtsschleusen der Schiffe, aus diesen sukzessive auch in entsprechend stärkerer Verdünnung in die obern Kammern und in die beiden genannten Seehaltungen gelangt und so tatsächlich ein Aufsteigen des salzhaltigen Wassers vom Meere her in die Stauseen vor sich geht.





----- Punkte gleicher Verkehrsentfernungen:  
 N. = Newyork, S. = via Suez-, Cp.T. = via Kapstadt  
 Pt.A. = via Punta Arenas, Per. = via Pernambuco.

+++++ Punkte halber Verkehrsentfernungen:  
 N. = Newyork, P. = via Panama, Pt.A. = via Punta Arenas.

----- Punkte gleicher Verkehrsentfernungen N = Newyork,  
 L = Liverpool, S = via Suez-, P = via Panama-Canal.



## 12. Die Bedeutung des Panama-Kanales für die Vereinigten Staaten von Nordamerika und den Weltverkehr.

Die Bedeutung des Panama-Kanales für die Schifffahrts-Interessen der Vereinigten Staaten sowie für den gesamten Weltverkehr geht am deutlichsten aus den Beilagen VIII und IX hervor. In ersterer sind die sämtlichen Haupt-Weltverkehrsrouten zu Wasser und zu Lande angedeutet und sind mit der gekreuzten Kurve die «Punkte halber Verkehrsentsfernungen» verdeutlicht, und zwar so, dass für sämtliche nördlich und östlich derselben gelegenen Seehäfen an der Westküste von Nord- und Südamerika der Seeweg von Newyork durch den Panama-Kanal dem früheren um die Ostseite von Brasilien via Pernambuco und die Südspitze Südamerikas (Punta Arenas) herumführenden Seeweg gegenüber, auf oder weniger als die Hälfte reduziert worden ist und für die Punkte auf der Kurve genau nur die Hälfte beträgt. Von den gestrichelten Kurven bildet die mit L. S. - L. P. bezeichnete die geographische Lage aller Punkte, für welche der westliche Seeweg von Liverpool bezw. auch Hamburg durch den Panama-Kanal ebenso lang ist wie der östliche Seeweg durch den Suezkanal. Die mit L. S. - N. P. bezeichnete Kurve besagt in ähnlicher Weise, dass der östliche Seeweg durch den Suezkanal von Liverpool nach allen westlich derselben gelegenen Punkten kürzer ist als der westliche Seeweg durch den Panama-Kanal nach denselben Punkten von Newyork und umgekehrt, d. h. für die Punkte auf der Kurve gerade die gleiche Verkehrsentsfernung von Liverpool wie von Newyork aufweist. Für östlich der mit N. S. - N. P. bezeichneten Kurve gelegene Punkte ist der von Newyork westlich durch den Panama-Kanal führende Seeweg kürzer, für die westlich der Kurve gelegenen Punkte aber der östliche Seeweg durch den Suezkanal der kürzere, d. h. für die Punkte auf der Kurve von genau gleicher Länge. Für die westlich der Kurve N. Cp. T. - N. Pt. A. gelegenen Punkte ist von Newyork der östliche um die Südspitze von Afrika via Capstadt führende Seeweg kürzer als die um die Südspitze Süd-

Amerikas via Punta Arenas (Magellan Strasse) führende Route und umgekehrt länger für die auf der Ostseite derselben gelegenen Punkte. Endlich ist für die westlich der Kurve N. S. — N. Pt. A. gelegenen Punkte der östliche Seeweg von Newyork\* via Suez kürzer als um die Südspitze von Südamerika, via Punta Arenas, herum und umgekehrt länger für die östlich derselben gelegenen Punkte. Auf Beilage IX sind noch die Längen der bisherigen mit denen der zukünftigen Seewege durch den Panama-Kanal zwischen den Seehäfen von Hamburg, Liverpool und Newyork von und nach den bedeutendsten Seehäfen an der Ost- und Westküste des Stillen Ozeans und Australiens verglichen, sowie durch Streifen von den in Ziffern angegebenen Verkehrsentfernungen entsprechender Länge dargestellt. Für den in der Zusammenstellung nicht berücksichtigten Hafen von New-Orleans können die entsprechend aus der Eröffnung des Panama-Kanales resultierenden Abkürzungen der Verkehrswege annähernd leicht abgeleitet werden, unter Beobachtung, dass die Verkehrsentfernung von Newyork bis New-Orleans zu Wasser rund 580 Seemeilen beträgt.

Aus den zuletzt genannten Beilagen ist deutlich zu erkennen, dass der Panama-Kanal in erster Linie einer ausserordentlich starken Verkürzung der Verkehrsentfernungen von den Seehäfen der Ostküste von Nordamerika, und in etwas geringerem Masse auch der Seewege von sämtlichen europäischen Seehäfen nach der Westküste von ganz Süd- und Nordamerika zugute kommt. Der um 7873 Seemeilen geringeren Verkehrsentfernung von Newyork nach San Francisco via Panama gegenüber dem bisherigen Weg durch die Magellanstrasse entspricht je nach der durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeit eines Fracht-, Post- oder Passagierdampfers von 10, 16 oder 25 Knoten in der Stunde eine gesamte Zeitersparnis von bezw.  $4\frac{1}{2}$ , 3, oder selbst bei einem eintägigen Aufenthalt am Kanal und in Panama von noch mindestens 2 Wochen. Die Seewegersparnis nach San Francisco von Hamburg oder Liverpool via Panama gegenüber der Route durch die Magellanstrasse beträgt 5666 bezw. 5528 Seemeilen und die ihr entsprechende Zeitersparnis bei den gleichen genannten durchschnittlichen Fahrgeschwindigkeiten noch bezw. über 3,  $2\frac{1}{2}$  oder  $1\frac{1}{2}$  Wochen für die beiden genannten und nahezu auch für die meisten übrigen europäischen Häfen. Im gleichen Verhältnis lässt sich die Zeitersparnis für die Verkehrsentfernungen zu Wasser nach den übrigen Seehäfen der Westküste Nord- und Südamerikas, sowie auch nach sämtlichen in Beilage IX aufgeführten Seewege durch den Panama-Kanal ermitteln.



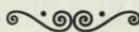




Dass dagegen der Seeweg durch den Panama-Kanal nach den asiatischen Häfen Shanghai und Yokohama für die europäischen Häfen von keiner, für die Häfen der nordamerikanischen Ostküste nur von untergeordneter Bedeutung und auch nach Manila und Hongkong für beide von keiner Bedeutung ist, ist auch aus Beilg. VIII und IX sofort zu entnehmen.

Eine Bedeutung, wie sie der Suezkanal für den Weltverkehr bietet, wird der Panama-Kanal kaum jemals erreichen, da an dem durch den ersteren führenden Weltverkehrswege eine Zahl von Weltverkehrszentren situiert sind, wie sie der Seeweg durch den atlantischen Ozean, den Panama-Kanal und den stillen Ozean mit Ausnahme der ihn rechtwinklig kreuzenden Küsten des letzteren und Australiens niemals wird aufweisen können. In Betracht mag dennoch fallen, dass die Kohlenstationen am Panama-Kanal es den ihn passierenden Schiffen ermöglichen werden, einen grösseren Teil des früher für Kohle benutzten Laderaumes für einträgliche Fracht auszunützen, und andererseits aber in der Lage sein werden, die amerikanischen Kohlen an die Schiffe beträchtlich billiger abzugeben als die am Seeweg durch den Suezkanal gelegenen Kohlenstationen, und so der Seeweg via Panama trotz nur geringerer oder gar keiner Weg- oder Zeitersparnis doch noch in besonderen Fällen einen kleinen wirtschaftlichen Vorteil bieten dürfte, in Form einer Ersparnis, da die Kosten der Kohlen jeweils rund die Hälfte der gesamten Transportkosten zu Wasser ausmachen.

Durch den Bau des Panama-Kanales wurde hauptsächlich bezweckt die Transportkosten zwischen der atlantischen und pazifischen Küste der Vereinigten Staaten von Nordamerika ermässigen zu können. So wird berechnet, dass der von Präsident Taft im Jahre 1912 festgesetzte Kanalzoll von Dollar 1.20 per Netto-Tonne mit 40 Prozent Ermässigung für Ballast führende Schiffe nur ungefähr ein Fünftel der gesamten Frachtersparnis für diesen Küstenverkehr ausmachen wird. Der Verkehr durch den Panama-Kanal wird für das erste Betriebsjahr auf ca. 5 Millionen und dessen Zunahme bis im Jahr 1925 auf ca. 17 Millionen Tonnen geschätzt, während der Verkehr durch den Suezkanal im Jahre 1912 mit 5373 Schiffen rund 20 Millionen Tonnen betrug und für das Jahr 1925 auf 30 Millionen veranschlagt wird.



### 13. Baukosten und Schluss.

Der Kostenvoranschlag für den gesamten Bau des Kanales einschliesslich des gänzlichen Umbaus der Panama-Eisenbahn, auf Grund des von der Minderheit der Expertenkommission in 1905 empfohlenen Projektes eines Schleusenkanales, unter so weit als tunlicher Benutzung der von den französischen Gesellschaften erworbenen Arbeiten belief sich, den Kaufpreis von 200 Millionen Franken für diese letzteren, sowie die Zahlung von 50 Millionen Franken an die Republik Panama nebst diversen Ausgaben für Ziviladministration und Sanierung der Kanalzone, Befestigung des Kanales, Bau von Hotels, Gebäuden, Strassen- und Betriebsmaterial für die Panama-Eisenbahn von zusammen rund 520 Millionen Franken *nicht* eingerechnet, auf 700 Millionen Franken. Infolge der nachträglich beschlossenen Verbreiterung des Culebra-Einschnittes, der Zurückschiebung der untern Schleusentreppe von La Boca nach Miraflores — aus rein strategischen Gründen — sowie einer Anzahl anderer, namentlich aber der durch die enormen und zahlreichen Rutschungen verursachten Mehrarbeiten, sieht der neueste Kostenvoranschlag einschliesslich der oben besonders erwähnten Ausgaben eine auch bereits vom Kongress bewilligte totale Kostensumme von 1875 Millionen Franken vor. Auf Grund des heutigen Standes der Arbeiten und der von den sukzessiven Appropriationen bereits verausgabten Beträgen ist angesichts der erreichten, gegenüber der den früheren Kostenvoranschlägen zugrunde gelegten, bedeutend grösseren Arbeitsleistungen und entsprechend niedrigeren Einheitskostenpreise für Erd- und Felsabtrag, sowie fertiges Betonmauerwerk, mit Sicherheit anzunehmen, dass diese letztgenannte Kostensumme nicht nur nicht überschritten, sondern auch noch zur Bestreitung der Baukosten seither beschlossener wichtiger Terminalanlagen, wie eines Trockendocks in Balboa u. a. m., hinreichen werde. In diesen der Regierung der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika erlaufenden Kosten ist daher nicht eingerechnet, ein Gesamtbetrag von rund 1300 Millionen Franken, welche von den französischen Gesellschaften bis zur Uebertragung des Unternehmens an erstere für die Arbeiten am Kanal aufgewendet worden waren. Es ergibt sich somit, dass der

108

Kaufpreis des von den Franzosen geleisteten verwendbaren Teiles des gesamten Kanalaushubes, einschliesslich der von ihnen übernommenen Vorarbeiten, Spitäler und anderweitigen baulichen Anlagen, sowie Baumaschinen und der Panama-Eisenbahn, im Betrage von 200 Mill. Franken etwas weniger als ein Neuntel der voraussichtlichen gesamten, den Amerikanern erwachsenen Erwerbs- und Baukosten ausmacht.

Es sind dies alles enorme Summen. Dennoch erscheinen sie fast unbedeutend im Vergleich mit denjenigen, die gegenwärtig für den so viel Elend, Trauer und Verderben stiftenden, auch unzählige Werke des Friedens zerstörenden europäischen Krieg wohl zwecklos geopfert werden. Nach den neuesten Aufstellungen verursacht dieser schon ein Jahr dauernde ebenso grausame wie mörderische Krieg den sämtlichen sich bekämpfenden, sowie den ihre Neutralität beschützenden Nationen, einen gesamten Kostenaufwand für Mobilisation und Kriegführung zu Wasser und zu Lande, der, einschliesslich aller Verluste durch Sachschaden und wirtschaftliche Einbussen hinreichen würde, alle 5–7 Tage, unter Einrechnung des kapitalisierten Wertes der verlorenen Menschenleben (nach Guyot) aber schon alle 3 Tage einen ganzen fertigen Panama-Kanal zu bauen.

Im Lichte einer ebenso tragischen wie grausamen Ironie muss aber dem unbefangenen, von rein menschlichem Gefühl bewegten Bewunderer des im Vorigen beschriebenen Menschenwerkes, die schmerzlich ergreifende Machtlosigkeit gerade derjenigen Nation, dem Kriege gegenüber, die jenes geschaffen hat, erscheinen. Anscheinend «willig» oder völkerrechtlich verpflichtet sieht die, unter Opferung so vieler Millionen Dollars, in der Beschützung des Lebens von Tausenden von Arbeitern vor mörderischen Seuchen so erfolgreich gewesene Nation heute mit ihrer ohnmächtigen Regierung zu, wie für eitel materiellen Gewinn aus den Erzeugnissen ihrer hauptsächlichsten Privat-Industrien und ihrer privaten Finanzinstitute, einer Seite der Kämpfer die machtvollste Unterstützung geleistet wird, um die schon nach Millionen zählenden Opfer hoffnungsvoller und bisher ebenso schaffensfroher wie friedliebender Menschenleben zu Zahlen anschwellen zu lassen, gegenüber welchen die Menschenopfer von Seuchen, Erdbeben und andern Katastrophen, sowie bei grossen Bauwerken eines ganzen Jahrhunderts ins Lächerliche erblassen müssen, und damit das Elend in ganz Europa und darüber hinaus auch der am Kriege völlig unschuldigen Nationen ins Unermessliche zu steigern hilft.



## 14. Neuere Literatur über den Panama-Kanal.

1. Preliminary Report of the Isthmian Canal Commission. Nov. 30. Washington 1900.
2. Report of the Isthmian Canal Commission 1899-1901. Document No. 54. 57<sup>th</sup> Congress (Senate). Washington 1901.
3. Report of the Board of Consulting Engineers for the Panama-Canal with Maps and Diagrams. Washington 1906.
4. Annual Reports of the Isthmian-Canal Commission for the Fiscal years ending June 30. 1908, 1909, 1910, 1911, 1912, 1913, 1914.
5. Official Handbook of the Panama-Canal 2<sup>d</sup> and 3<sup>d</sup> Edition. Ancon, Canal-Zone 1911 and 1913.
6. Compagnie Nouvelle du Canal de Panama. Short Notice descriptive of the exhibit of the Company. Pan-American Exposition. Buffalo N. Y. 1901.
7. L'achèvement du Canal de Panama par C. Sonderegger, Ingenieur, Zürich 1902.
8. Report of Joseph L. Bristow, Special Panama Railroad Commissioner to the Secretary of war. June 24. 1905. Washington 1906.
9. Canal-Record, official Publication of the Panama Canal Vol. I-VIII, Ancon, 1907/08-1913/14.
10. The Panama-Canal, Brief Description of the Essential Features. W. M. Baxter jr. Panama 1912.
11. Seeing The Canal, by Panama Railroad Company 1912.
12. Census of the Canal-Zone. Mount Hope. C. Z. 1912.
13. Panama-Canal-Traffic and Tolls. Report by Emory R. Johnson, Special Commissioner. Washington 1912.
14. Project for the Panama-Canal and Project of the Terminal Harbors of the Panama-Canal by Lindon W. Bates, New-York 1905.
15. The Crisis at Panama, by Lindon W. Bates, New-York 1906.
16. Report of the Nicaragua Canal Commission 1897-99 with an atlas. Baltimore 1899.
17. Panama, La Creation, La Destruction, La Resurrection, par Philippe Buneau-Varilla, Paris. 1913.
18. The Creation, Destruction and Resurrection of the Panama-Canal by Philippe Buneau-Varilla (Mc. Bride Nast & Co., New-York. 1914).
19. Der mittelamerikanische Kanal von Dr. Felix Lampe, Berlin. 1902.
20. The Problem of the Panama-Canal, by John R. Freeman («The Outlook» April 1909).
21. The Isthmian Canal by H. H. Rousseau. Civil Engineer U. S. Navy Member of the Canal Commission. Washington. 1909.
22. The Interocianic Canal and the Earthquake at Panama in 1882. U. S. Senate Doc. No. 264 59<sup>th</sup> Congress. Washington 1906.
23. Sea-Level Canal, connecting the Atlantic and Pacific Oceans. U. S. Senate Report No. 3626. 59<sup>th</sup> Congress. Washington 1906.
23. The Atlantic and Pacific Ship Railway across the Isthmus of Tehuantepec by E. L. Corthell, New York 1886.
25. Christopher Columbus and the new world of his Discovery, by Filson Young. Vol. II. Phila. 1906.
26. Der Panama-Kanal, seine Technik und, Wirtschaft von Ingenieur M. D. Fiegel. Berlin 1911.

27. Der Panama-Kanal. Seine Entstehung und Bedeutung, von John Foster Fraser.  
Aut. Uebersetzung, Berlin (Bong & Co.) 1914.
28. Der Bau des Panama-Kanales von Eugen Tincauzer (Geh. Baurat), Berlin 1911.
29. Der Panama-Kanal, von Prof. O. Franzius, Sonderabdruck Zeitschr. der Ver.  
Deutsch. Ingr. Bd. 59 No. 21-25, 1915.
30. Four Centuries of the Panama Canal by W. F. Johnson, New-York 1907.
31. Panama, The Canal, the country & the people, by Albert Edwards, New-York 1912
32. The Panama-Canal. The Gravitation Waves in Culebra Cut, bei Vaughan  
Cornish D. Sc. The Geographical Journal. London Geogr. Soc 7. Febr.  
1909 und Mai 1913.
33. The Panama-Canal by Col. W. L. Sibert, Its Effect on Commercial Geo-  
graphy by O. P. Austin, Battling with the Panama Slides by W. J. Sho-  
walter, The National Geographic Magazine, Washington D. C. No. 2  
Vol. XXV. Febr. 1914.
34. The Panama Gateway by Jos. B. Bishop. Secy. of the Isthmian Canal Commission.  
New-York 1914.
35. Factors in the Transmission and Prevention of Malaria in the Panama Canal  
Zone by S. T. Darling .M. D. Liverpool 1910.
36. «Murrina». a Trypanosomal Disease by S. T. Darling, Chicago 1911.
37. The Mosquitoes of North and Central America and the West Indies. by  
Leland Howard, Harrison G. Dyar and Frederic Knab. Vol I. A general  
Consideration of Mosquitoes their habits and their relations to the  
human species. Washington D. C. 1912 publ. by the Carnegie Institution.
38. *Stegomyia fasciata*, der das Gelbfieber übertragende Mosquito und der  
gegenwärtige Stand der Kenntnisse über die Ursache dieser Krankheit  
v. A. Emilio Göldi. 6ter Internat. Zool. Congress Bern pp 193-203.
39. Mosquito work in relation to yellow fever on the Isthmus of Panama. 1906  
New-York Med. Journ. Vol 83. p. 109 by Col Dr. W. C. Gorgas.
40. Reports Dept. Sanitation. Isthm. Canal Comm. for Feb. 1909 pp. 66. for  
Aug. 1909 pp. 66 for Sept. 1909 pp 69. Washington 1910.
41. Die Sanitarisch-pathologische Bedeutung der Insekten und verwandten Glieder-  
tiere als Krankheitserreger u. Überträger. Prof. Dr. E. A. Göldi Berlin 1913.
42. Os Mosquitos no Pará, Dr. Emilio A. Göldi, Pará (Brazil) 1905.
43. I. Etude géologique sur l'Isthme de Panama, par Marcel Bertrand et Phil-  
lippe Zuercher  
II. Les Phenomènes volcaniques et les Tremblements de Terre de l'Amérique  
Centrale, par M. Marcel Bertrand. Paris 1898.
44. «Mosquito Brigades» and how to organise them, by Ronald Ross, F. R. C.  
S. London 1902.
45. Textbook of Medical Entomology, by Walter Scott Patton & Francis William  
Cragg Christian Litterature Society for India, London, 1913.
46. Monograph of the Culicidae or Mosquitos of the World, by F. V. Theobald  
M. A. F. E. S. Brit. Mus. Nat. Hist. London 4. Vols. 1901-1907.
47. The Panama Canal and the Pacific Coast, compiled by G. M. Sheperd.  
New-York 1914.
48. Sanitation in Panama by Wm. C. Gorgas New-York & London 1915.

## 15. Verzeichnis der graphischen Beilagen und Abbildungen.

Beilage I. Karte des Isthmus von Panama (links oben Masstab 1 : 8.600.000) Seite der Kanalzone und des vollendeten Kanals. Masstab ca. 1 : 445.000. . . . .	2-3
Beilage II. Längenprofil vom Kanal und Uebersicht des Abtrages (Kanal- aushub) am 1. Juli 1913. . . . .	18-19
Masstab { der Längen ca. 1 : 100.000 { der Höhen ca. 1 : 1000	
Beilage III. Uebersicht der Organisation der «Isthmian Canal Commission». . . . .	23
Beilage IV. Graphischer Vergleich der gesamten Sterblichkeit sowie derjenigen infolge von Malaria und gelbem Fieber, im Zusammenhang mit der Anzahl der Arbeiter und Angestellten unter den verschiedenen Ad- ministratationen von 1881—1913. . . . .	28-29
Beilage V. Maximaler Querschnitt des Culebra-Einschnittes. . . . .	52-53
Beilage VI. Graphische Uebersicht der monatlichen Leistungen und Einheits- kosten des Aushubes in der «Central Division» (Culebra-Einschnitt) von 1904—1913, sowie ihre Abhängigkeit von den Niederschlagsmengen. . . . .	74-75
Beilage VII. Uebersicht der von der internationalen Expertenkommission im Jahre 1905 für einen Meeresniveau- sowie einen Schleusenkanal ver- anschlagten totalen Abtragsmengen, sowie des von den französischen Gesellschaften als auch seither unter amerikanischer Administration tatsächlich geleisteten Aushubes. . . . .	74-75
Beilage VIII. Weltkarte mit den Linien gleicher bzw. halber Seeweg-Ent- fernungen von Liverpool und Newyork vor und nach Vollendung des Panamakanales. . . . .	104-105
Beilage IX. Zusammenstellung der bisherigen und künftigen (seit Eröffnung des Panama-Kanales) kürzesten Seewege von und nach den bedeu- tendsten Seehäfen am Stillen Ozean von Newyork, Hamburg und Liverpool. . . . .	106-107

### Abbildungen.

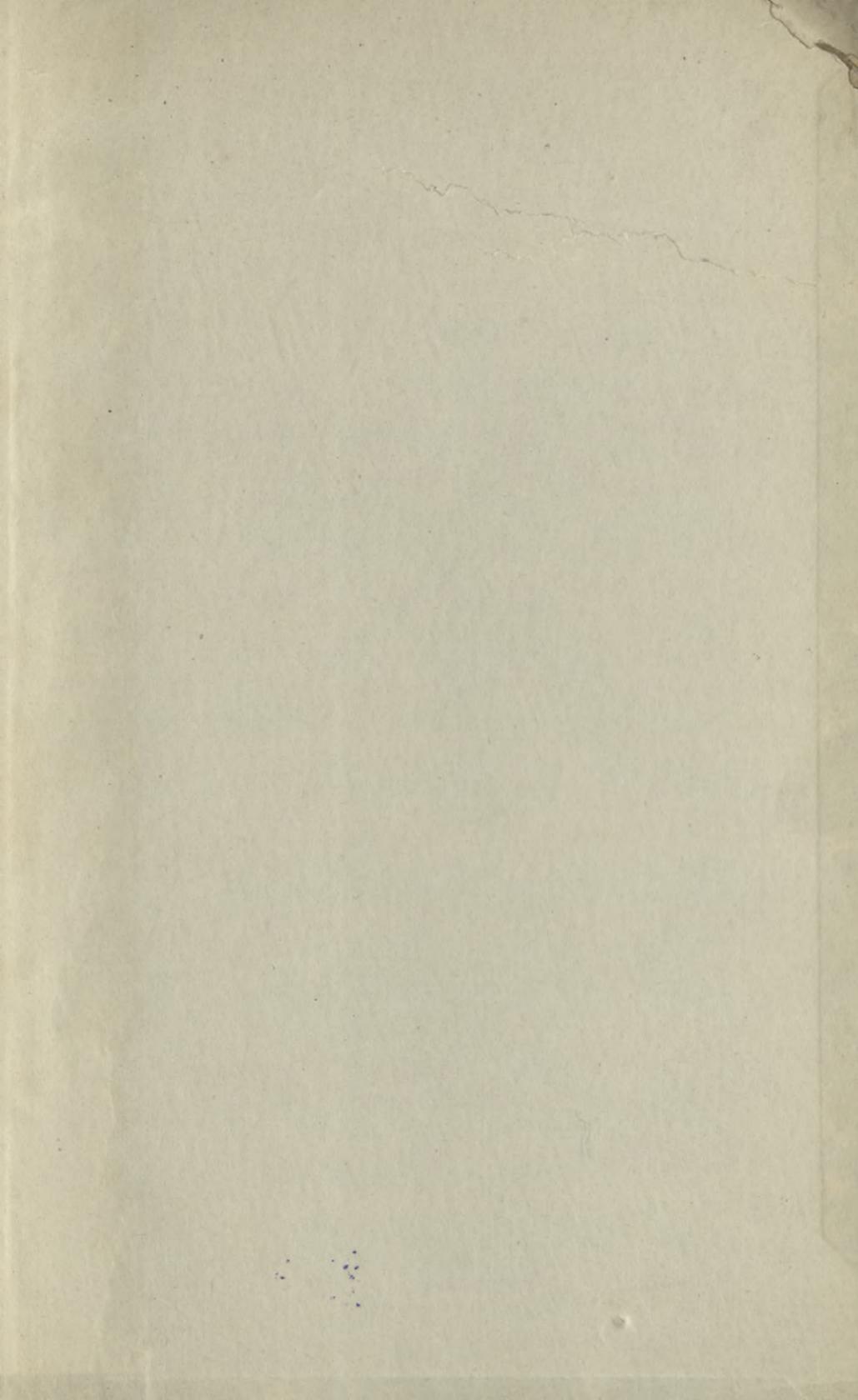
Abb. 1. Arbeiter der «Mosquito Brigade» in Tätigkeit. . . . .	31
Abb. 2. Normal-Querschnitt des künstlichen Staudammes bei Gatun Masstab ca. 1 : 3400. . . . .	36
Abb. 3. Hydraulischer Abtrag (durch Wasserabspühlung) mit «Monitor»- Wenderohren. . . . .	38
Abb. 4. Das nahezu vollendete feste Ueberfallwehr mit Rollschützen=Auf- bau zur Regulierung des Wasserspiegels im Gatun-Stausee. . . . .	39
Abb. 5. Normal-Querschnitt durch die Doppelkammerschleusen. . . . .	41
Abb. 6. Die fahrbaren Betriebstürme der Lidgerwood'schen Transport-Luft- seilbahnen bei der dreistufigen Gatun-Schleusentreppe. . . . .	43
Abb. 7. Die im Bau begriffenen obersten Schleusenkammern bei Gatun. . . . .	44
Abb. 8. Südlicher Drempel der obersten Schleusenkammer bei Gatun. . . . .	45
Abb. 9. Die im Bau begriffenen Schleusenkammern bei Pedro-Miguel. . . . .	47

Abb. 10. Die nahezu vollendete zweistufige Schleusentreppe bei Miraflores.	48
Abb. 11. Die mittleren und unteren Kammern der vollendeten Schleusentreppe bei Gatun.	48
Abb. 12. Die oberen Kammern der vollendeten Schleusentreppe bei Gatun mit Drehbrücken-Notverschluss.	49
Abb. 13. Erstmaliges Füllen einer Schleusenkammer bei Miraflores.	49
Abb. 14. Stemm- oder Bewegungsmechanismus für alle Schleusentore.	50
Abb. 15. Vier Dampf-Löffelbagger beseitigen eine Rutschung bei Culebra.	53
Abb. 16. Die tiefste Einschnittstrecke bei Culebra.	54
Abb. 17. Aushub des Kanalprisma's bei Mindi (nördlich von Gatun).	55
Abb. 18. Felsabbruch und Rutschung in den noch trockenen Culebra-Einschnitt.	56
Abb. 19. Schematische Darstellung der Klüftungen, Infiltrationen und Rutschungen im Culebra-Einschnitt.	57
Abb. 20. Dampf-Löffelbagger durch einen Felssturz im Culebra-Einschnitt verschüttet.	59
Abb. 21. Bedienung eines tieferstehenden Dampf-Löffelbaggers durch einen höherstehenden.	59
Abb. 22. Entwässerungsgraben im tropischen Urwald.	62
Abb. 23. Quartier für Junggesellen-Beamte im Ancon-Spital bei Panama.	62
Abb. 24. Landanlage aus angeschüttetem Kanalaushub bei Balboa.	64
Abb. 25. Die Terminal-, Hafen-, Schuppen- und Geleise-Anlagen bei Balboa.	65
Abb. 26. Richtfeuer-Turm aus Beton am Ufer des Gatun-Stausee's.	66
Abb. 27. Ingersoll'sche Tripod- und Fall- (Brunnen-) Gesteinsbohrmaschinen.	69
Abb. 28. Typischer Dampf-Löffel-Trockenbagger (Löffel mit 3,8 m <sup>3</sup> Fassungsvermögen).	71
Abb. 29. Der Lidgerwood'sche Material-Abladepflug in Tätigkeit.	72
Abb. 30. «Spreader» zur mechanischen Ausbreitung der mit dem Lidgerwood'schen Abladepflug hergestellten Anschüttung.	74
Abb. 31. Bierd'sche Maschine zum Verlegen und Verschieben der Bahngleise.	76
Abb. 32. Typischer Arbeiterzug bei der Station «Tabernilla».	80
Abb. 33. Die vollendete Schleusen-Anlage bei Pedro-Miguel zwischen dem Gatun- und Miraflores-See.	84
Abb. 34. Drehbrücken-Notverschluss für alle obersten Schleusenkammern bei Gatun, Pedro-Miguel, und Miraflores.	85
Abb. 35. Durchschleusung des Dampfes «Cristobal» bei Gatun.	87
Abb. 36. Die Schleusentreppe bei Miraflores im Betrieb.	88
Abb. 37. Die Stadt Panama von «Ancon Hill» aus gesehen.	90
Abb. 38. Aussprengen einer Zufahrt für Schwimmbagger durch den «Cuacradia»-Felsabrutsch in den bereits der Benutzung übergebenen Culebra-Einschnitt.	92
Abb. 39. Der grosse Schwimm-Löffelbagger «Paraiso» (Fassungsvermögen des Löffels 7,5 m <sup>3</sup> ).	93
Abb. 40. Chefarzt Dr. W. C. Gorgas und Oberingenieur, jetzt Gouverneur und Maj. General, sowie Dr. jur. h. c. G. W. Goethals.	95

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63  
64  
65  
66  
67  
68  
69  
70  
71  
72  
73  
74  
75  
76  
77  
78  
79  
80  
81  
82  
83  
84  
85  
86  
87  
88  
89  
90  
91  
92  
93  
94  
95  
96  
97  
98  
99  
100



8-96



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000294625