Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 7/8 (1886)
Heft: 6

Artikel: Die Wahrheit über den Panama-Canal
Autor: Beyeler, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-13661

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die Wahrheit über den Panama-Canal. — Zerreissen eines aus Portlandcement-Stampfbeton hergestellten Gasbehälterbassins. — Miscellanea: Ueber das fünfzigjährige Jubiläum der technischen Hochschule zu Darmstadt. — Eisenbahn Thusis-Filisur. — Photogrammetrie. — Vereinsnachrichten.

Die Wahrheit über den Panama-Canal. *)

Im gegenwärtigen Zeitpunkt, in welchem die Panama-Canal-Gesellschaft Anstrengungen macht, ein neues Anleihen von 500 Millionen Franken aufzunehmen, dürfte es sowol für Techniker als Capitalisten nicht ohne Interesse sein, einige Aufschlüsse über den wirklichen Zustand der Arbeiten am Canal zu erhalten.

Gewiss haben wir im Durchstich des Isthmus von Panama eines der grössten Werke aller Zeiten vor uns und die Vollendung dieses Riesenprojectes würde unbestreitbar unserem Jahrhundert zur eminenten Zierde gereichen; das Unternehmen ist aber leider momentan durch verschiedene Verumständungen in eine solche kritische Lage gekommen, dass die Verwirklichung dieses Baues, in unserer Zeit wenigstens, ernstlich gefährdet erscheint.

Die Idee eines interoceanischen Canals ist nicht neu, sondern datirt seit der Entdeckung des americanischen Continents (1492) durch Columbus (abgesehen von den Reisen Gumbjorn's und Anderer von Island aus um 983). Columbus, Cabot, Vespucci und Andere suchten vergeblich die indische Durchfahrt, bis endlich Balboa 1514 den stillen Ocean zu Lande erreichte und die geringe Breite der trennenden Landzunge in Erfahrung brachte. Rodrigo Bastidas betrat zuerst 1501 die Küste des Isthmus; ihm folgte 1502 Columbus und schon 1519 wurde alt Panama (etwas nordöstlich des heutigen) gegründet, wogegen neu Panama erst 1671, nachdem das alte durch Flibustiers zerstört worden.

Bereits 1528 schlug Antonio Galvao Karl V. den Bau eines Canals vor; überhaupt betrieben die Spanier und Portugiesen im 16ten Jahrhundert ihre Explorationen sehr eifrig, sahen aber bald einestheils ihre Ohnmacht bezüglich der Hülfsmittel zur Ausführung eines solch' kühnen Baues ein, anderntheils jedoch wurde von 1670—1725 alles Forschen auf der Landenge geradezu von der spanischen Regierung verboten.

Erst im Jahre 1779 gaben die geometrischen Aufnahmen und Forschungen unter Hudgson und Lee der Angelegenheit neuen Impuls und dem englischen Minister Pitt lagen bereits mehrere Pläne für den Bau eines Isthmus-Canals vor. Die spanische Regierung liess bis zum Jahr 1800 in Nicaragua Forschungen vornehmen, dann wurden aber dieselben durch die europäischen Kriegswirren unterbrochen. Alex. v. Humboldt machte noch etwaigen Phantasieprojecten durch seine eingehenden Forschungen ein Ende und befürwortete den Bau eines Canals, dessen Dimensionen dem Bedürfnisse des Weltverkehrs entsprechen sollten. Bolivar selbst, der grosse Befreier Centralamericas, nahm die Sache an die Hand und liess Nivellements ausführen vom atlantischen zum stillen Meer. Peacock (1831), ein englischer Marineoffizier, welcher die dortigen Seekarten aufnahm, nannte den Isthmus von Panama das beste Trace, sowol für eine Eisenbahn wie für einen Canal. Nachdem die Goldfelder Californiens entdeckt waren, machte sich der Mangel einer interoceanischen Verbindung immer fühlbarer. 1843 schlug Garella ein Project für einen Schleusencanal von der Limon-Bai zum Busen von Vacca de Monte vor, vermittelst 35 Schleusen und eines Tunnels in 140 *m* Höhe, zwischen Cerro Ahogayegua und Cerro de Paja gegen Bernardino zu. Der Canal würde eine Länge von blos 67 *km* gehabt haben und durch einen 30 *km* langen Speisecanal aus dem obern Chagresfluss genährt worden sein. Nun kam die jetzt noch existirende Eisenbahn Colon-Panama (gegründet 1852) zu Stande und wurde im Januar 1855 eröffnet, nach fünfjähriger Bauzeit und enormen Menschenopfern (namentlich Chinesen; es sollen sich nach Lucien Napoleon Bonaparte Wyse diese Arbeiter massenhaft aus Verzweiflung erhängt (?) haben) in Folge des ungesunden Klimas.

Die genauere Kenntniss der Configuration des ganzen Landes ergab sich erst in der Neuzeit. Während nämlich noch Lull und Menocall 1875 an einem Schleusencanal studirten, der ebenfalls die Landenge von Panama benutzen sollte, vereinigte sich im selben Jahr zu Paris der geographische Congress, welcher lebhaft die Frage von Niveau-Canälen, analog dem von Suez, erörterte. 1876 ging sodann unter Wyse-Reclus eine Commission ab, welche die ganze Gegend von Darien bis Nicaragua genau untersuchte und sodann mehrere Canalprojecte, à niveau und andere, in Darien, St. Blas und Panama vorlegte. L. N. B. Wyse war auch derjenige, welcher von der Regierung von Columbia die sogenannte „Concession Salgar-Wyse" erhielt zum Zwecke der Ausführung eines interoceanischen Canals. Im Mai 1879 trat sodann auf Einladung von de Lesseps eine Commission zur Prüfung der verschiedenen Canalprojecte in Paris zusammen. Es kamen auch die Projecte von Garella und Lull und Menocall zur Sprache. Letzteres benutzte erst das Bett des Chagres von Gatun aus, überbrückte sodann die Zuflüsse rechts und schliesslich auch den Chagres selbst in einem riesigen Aquäduct von 630 *m* Länge, 38 *m* über Meer und sollte zwei Serien von 12 Schleusen und eine Meerschleuse am stillen Ocean haben. Südlich von Matachin sollte ein Bassin erstellt und der Canal durch einen 2200 *m* langen Tunnel bei Cerro Gordo, jenseits der Wasserscheide geführt werden. Das Project scheiterte zum Theil an der langen Durchfahrzeit, die auf 2—3 Tage berechnet wurde, wogegen der Canal à niveau von Wyse-Reclus blos 1 ½ Tage in Aussicht stellte. Letzteres Project wurde, mit wenig Modificationen, mit 74 gegen 24 Stimmen auszuführen beschlossen, indem man sich auf den Canal à niveau und zwar durch die Landenge von Panama einigte. In Folge dessen gründete de Lesseps die „Compagnie universelle du Canal interocéanique de Panama" und kaufte zur Ausführung des Canals die hiezu nöthige Concession von L. N. B. Wyse.

Der Isthmus von Panama hat namentlich an den Küsten, so wie längs des Chagres und Rio grande viele Sümpfe, während höher gelegene Stellen und das Innere überhaupt mit dem üppigsten Urwald bedeckt sind. Humus, Lehm und Mergelschichten lagern stellenweise meterhoch über den Felsen. Bei den Untersuchungen bezüglich Fundirung des „grand barrage" (grossen Dammes) in Gamboa fand sich z. B. nahe dem Chagres der Felsen erst bei 27 *m* Tiefe. An andern Stellen wie in Bohio, San Pablo, Obispo, Culebra liegt der Fels beinahe zu Tage.

In der Tertiärzeit bildete Centralamerica wahrscheinlich ein System von Inseln, und tiefe Meerengen verbanden die beiden Weltmeere. Durch unterirdische vulkanische Ausbrüche wurden dann die Engen geschlossen und in der langen Pause eruptiver Thätigkeit bildeten sich dann die zahlreichen trachytischen Tuffe und die spärlich vorkommenden Kalke. Eine neue Eruption verhalf dann den Dolomiten zum Dasein und in Folge von Verwitterung bildeten sich die Sedimentärgesteine, Breccien-Sandsteine und mächtige Schichten röthlichen Thons.

Die Hügel des Isthmus sind weniger in Ketten gruppirt, wie die Cordilleren, sondern mehr als Ring- und Wall-Gebirge mit abgerundeten Kuppen. Die Wasserscheide liegt näher dem stillen Meere. Es finden sich dort Pässe von 100 bis 157 *m* Höhe. Der von L. N. B. Wyse gewählte Uebergang nahe dem Cerro Celebra ist der niedrigste mit

*) Indem wir mit der Veröffentlichung nachfolgender Berichterstattung eines beim Bau des Panama-Canales beschäftigt gewesenen Ingenieurs beginnen, verweisen wir auf den in unserer Zeitung („Eisenbahn", Bd. XIV, No. 6 vom 5. Februar 1881) erschienenen Artikel des Herrn Ingenieur J. L. Weber, sowie auf die, der erwähnten Nummer beigelegte Karte des Isthmus mit dem Trace und geologischen Längenprofil des Canales. Die Red.

87 *m* Höhe. Leider wurde seither, nur um eine geradere Richtung zu erhalten, das Tracé verlegt, so dass jetzt in der Canalaxe die Höhe von 110 *m* über Meer existirt und die Breite der Canalböschungen im Sattel 252 *m* erreicht. Beim Passiren der Landenge auf der bestehenden Eisenbahn findet man eine Strecke bei Obispo bis Las Cascadas stark ansteigend und eine solche von Culebra nach Paraiso stark fallend bis ins Riogrande-Thal. Es ist natürlich die Existenz dieser Eisenbahn eines der förderlichsten Mittel für den Canalbau. Umgekehrt hat der Verkehr und Gewinn derselben seither ungeheuer zugenommen. Eine Stadt Colon (Aspinwall) ist während dem Bau entstanden und hatte bei 12 000 Einwohner zur Zeit des 31. März 1885, als sie von den Insurgenten Preston's verbrannt wurde. (Preston wurde ein halbes Jahr später auf der Brandstätte nebst Andern gehängt.)

Das Land von Darien bis Panama zählt ungefähr 10 000 Indianer, 130 000 Neger und Mischlinge, 15 000 Columbianer (Altspanier) und 35 000 Europäer. Der Transit der Bahn betrug vor dem Canalbau jährlich 27 000 Personen und 270 000 *t* Güter; gegenwärtig hat sich der Güterverkehr verdoppelt und derjenige der Personen auf 550 000 gesteigert, wovon 90 % Canalarbeiter sind.

Als günstiges Moment für den Canalbau auf der Panamalandenge wurde ferner hervorgehoben, dass sich dort keine Spuren neuer vulkanischer Thätigkeit vorfinden und der Isthmus als ein vulkanischer Indifferenzpunkt zwischen den südamericanischen Cordilleren und den beiläufig 40 Vulkankegeln Centralamericas erscheine. Es sind aber gerade in den letzten Jahren wiederholt Erdstösse verspürt worden und die vielen Ruinen von altspanischen Klöstern und Kirchen in Panama deuten gewiss auch auf Erdbeben hin.

Panama selbst, die Hauptstadt der Landenge und des Staates gleichen Namens (zu den Vereinigten Staaten von Columbia gehörig), hat über 25 000 Einwohner und liegt 81° 51′ westlich von Paris unter 8° 51′ nördlicher Breite. Wir sind daher in den Tropen, ziemlich nahe dem Gleicher und haben in Folge dessen auch eine hohe mittlere Jahrestemperatur von 26—27° Celsius, vielleicht auch im Zusammenhang mit der beinahe constanten Temperatur von 27° des Equatorialstromes im Caraïbischen Meere. L. N. B. Wyse gibt die Maxima und Minima zu 34—18° im Schatten an; wir beobachteten tägliche Variationen im Januur 1886 von 34—15° in der Nacht. Die höchste Temperatur tritt gewöhnlich 14 Tage nach dem ersten Durchgang der Sonne durch den Zenith von Panama d. h. nach dem 13. April ein. Der zweite Durchgang findet am 29. August statt. Die Minima erzeigen sich in der Regel um die Zeit des Wintersolstitiums. Bei je ca. 170 *m* Bergansteigen fällt das Thermometer um 1° Celsius. Die Schneegrenze in Columbien schwankt von 4700—4800 *m*.

Der Barometerstand variirt von 754—763 *mm* (für 27° mittlere Jahrestemperatur 4 *mm* mehr) je nach der Jahreszeit. Man unterscheidet letztere in eine Regenzeit (invierno) und eine trockene Saison (verano). Die erstere mit wenig geringerem Barometerstande dauert in der Regel von Mitte December bis Mitte Mai. Es gibt aber alle 3 oder 4 Jahre Anomalien wie 1886, wo das Regenwetter von December bis März fortdauerte. Immerhin ist einleuchtend, dass in dieser beinahe das ganze Jahr constanten, bleiern drückenden Atmosphäre, kein freies Aufathmen möglich wird, worunter namentlich der Europäer leidet. Wir haben bei uns Luftdruckdifferenzen von über 40 *mm*.

Noch ungünstiger für einen Canalbau erweisen sich die *Feuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse*, sowohl in hygieinischer Hinsicht, als auch bezüglich der dadurch bedingten ungeheuren Hochwasser. Der Hauptfluss des Landes: Chagres folgt im obern Laufe, wo er ein ungeheures Sammelgebiet besitzt, so ziemlich der allgemeinen Wasserscheide des Isthmus, biegt aber in Matachin rechtwinklig um und bildet bis zum atlantischen Meere ein grosses Querthal, in welches sich alle Wasserläufe der atlantischen Abdachung ergiessen. Dieser bedeutendste Fluss schwillt nun zu Zeiten der Hochwasser zu unglaublichen Dimensionen an und es ist das oft plötzliche Steigen und Ueberfluthen der Thalsohle dem Bau sehr hinderlich. Während der Chagres bei Matachin im Mittel 100 m^3 Wasser führt, in trockener Zeit auf blos 13 m^3 fällt, steigt er in der Regenzeit zu 600 m^3 und bei Wolkenbrüchen zu 1200 m^3 pro Secunde an. Im November und December 1885 kamen Hochwasser vor von über 1500 m^3 pro Secunde, welche meilenweit sogar die Eisenbahn überflutheten, so dass der Betrieb während 5 Tagen eingestellt werden musste; es wurde auch ein enormer Schaden an Brücken, Pontons und anderm flottanten und festen Material constatirt.

Um solche Hochwasser zu begreifen, müssen wir die jährliche Regenmenge auf dem Isthmus in's Auge fassen; dieselbe betrug 1882 bei 3,15 *m*; sie ist auf der atlantischen Seite, vielleicht in Folge des Golfstromes, grösser als auf der Seite des stillen Meeres. In Colon z. B. fielen 165 *mm* an einem Tag. Die Anzahl Regentage ist nach L. N. B. Wyse 230 im Mittel; wir fanden sie aber in den letzten Jahren bedeutend grösser. Die relative Feuchtigkeit ist von 61° bis 98° anzunehmen. Wir sehen, die Luft ist das ganze Jahr mit Wasserdämpfen geschwängert. Es ist dies mit ein Grund, das Klima zu einem ungesunden zu stempeln. Die feuchtwarme Luft des Isthmus lässt sich am besten mit derjenigen eines Treibhauses in Mitteleuropa vergleichen. Auch hier haben wir den Geruch von faulenden Pflanzenresten, von der üppigen Vegetation herrührend, beigemengt.

Es ist unter solchen Umständen begreiflich, dass eine Menge von Krankheiten unter der Bevölkerung herrschen und die Mortalität die unsrige, die sich in Mitteleuropa auf 2 % durchschnittlich beziffert, bedeutend übersteigt.

Dies zeigte sich schon beim Bau der Eisenbahn Colon-Panama, wie in Nordamerika allgemein bekannt ist. Totten, Oberingenieur der Bahn, behauptet zwar, es seien von 6000 Arbeitern blos 300 Weisse, 140 Neger und 400 Chinesen gestorben, also blos 14 % in fünf Jahren, was durchaus nicht glaubwürdig ist, da selbst L. N. B. Wyse, der eigentliche Urheber des Panama-Canal-Projectes, die jährliche Mortalitätsziffer am Isthmus zu 5 % annimmt, welche auch noch zu niedrig gegriffen ist, wie wir gleich sehen werden. Laut officiellen Berichten starben nämlich im Spital von Panama, wo das Personal der Canal Compagnie verpflegt wird:

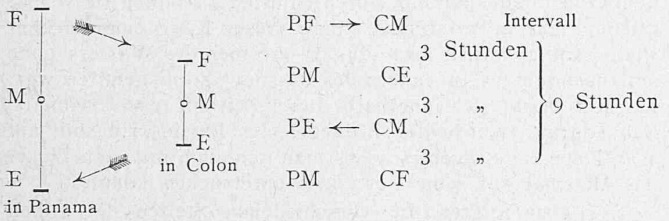
Im April	1884	59	Personen,	wovon	9	Europäer
„ Mai	„	41	„	„	3	„
„ Juni	„	60	„	„	12	„
„ Juli	„	87	„	„	26	„
„ August	„	119	„	„	35	„
„ Sept.	„	132	„	„	25	„
„ Oct.	„	165	„	„	42	„
„ Nov.	„	154	„	„	48	„
„ Dec.	„	142	„	„	59	„
„ Januar	1885	91	„	„	35	„
„ Febr.	„	46	„	„	13	„
„ März	„	49	„	„	21	„
Total		1145	Personen,	wovon	328	Europäer.

Oder also von circa 12 000 Arbeitern, die damals der Canal beschäftigte, nicht ganz 10 %. Es ist dies natürlich noch lange nicht der wirkliche Procentsatz der Sterblichkeit am Isthmus, wenn man bedenkt, dass in Colon ebenfalls noch ein Spital besteht und dass die Negerarbeiter in Menge auf der Linie, d. h. den Bauplätzen längs des Canals, sterben, ohne das Spital zu Gesicht zu bekommen.

Krankheiten gibt es der verschiedensten, namentlich aber das Wechselfieber (Malaria) oder Chagresfever, nach dem Hauptfluss benannt; dazu Dissenterie und das gefürchtete gelbe Fieber, ungerechnet der Unglücksfälle, herrührend vom Bau und der polizeilichen Unsicherheit des Landes.

Es bleibt uns endlich noch der Einfluss von Ebbe und Fluth in Erwägung zu ziehen, soweit es den Canal à niveau betrifft. Wie bereits oben erwähnt, hatte Bolivar schon mit Nivellements angefangen und es fand unter ihm Lloyd eine Differenz von 1 *m* zwischen den mittleren Wasserständen

beider Meere; später wurden sogar 3 *m* gefunden und zwar jeweilen das stille Meer höher, als das atlantische oder eigentlich caraïbische Meer. Nach L. N. B. Wyse beträgt die Differenz zwischen Ebbe und Fluth in Colon (caraïbische See) blos 0,60 *m*, wogegen am stillen Meer in Panama 6,40 *m*, ja in Darien sogar 7,70 *m*. Die Differenz der mittleren Wasserstände beider Meere soll unmerklich sein. Es ist eben durchaus zu bedauern, dass kein eigentliches nivellement de précision vorliegt, so wenig als gut eingerichtete Pegelstationen vorhanden sind. — Das mittlere Niveau des stillen Meeres soll höher sein, als das des atlantischen: um 0,04 *m* im November und December und um 0,23 *m* im Mai und Juni. Die Fluth in Colon tritt neun Stunden nach der Fluth in Panama ein; wenn also Fluth oder Ebbe ist in Panama, so hat Colon jedesmal Mittelwasser und es ist das stille Meer jeweilen höher oder tiefer als der atlantische Ocean um $\frac{6,4}{2} - \frac{0,6}{2} = 3,05$ *m*. Es werden sich daher alle sechs Stunden hin und her abwechselnd Strömungen bilden in einem Canale à niveau, wie folgendes Schema zeigt.



Zeichenerklärung:

P = Panama F = Fluth
C = Colon M = Mittelwasser
E = Ebbe

Wenn in Panama am stillen Meer Mittelwasser ist, so wird die sich bildende Strömung unwesentlich.

Betrachten wir nun, welche Lösung der Panama Canal Comp. behufs Ausführung eines Canals à niveau vorschwebt:

Das Tracé bewegt sich von der Limon-Bai aus gegen Gatun und folgt von hier aus so ziemlich dem Chagresflusse bis Matachin, worauf es sich bis zur Station Rio grande der bestehenden Eisenbahn anschmiegt, nun diese verlässt und dem Rio grande folgt bis in's stille Meer. Die Totallänge ist 74 *km*, wovon 25 *km* durch Felsen zu graben sind. Im Ganzen sind 13 Geraden, die durch Curven von im Minimum 3000 *m* verbunden sind, vorgesehen. Das Trace durchschneidet ein Mal in San Pablo und das andere Mal jenseits Culebra die bestehende Eisenbahn und waren dort Drehbrücken zu erstellen beabsichtigt. In neuester Zeit trägt man sich auch mit dem Gedanken, die Eisenbahn auf 25 *km* gänzlich zu verlegen.

Im Längenprofil wurde eine Sohlentiefe von 9 *m* unter Mittelwasser angenommen, um ja recht sicher zu sein, für die Schiffe eine Wassertiefe von 8,50 *m* zu haben, welcher Tiefgang auch von den grössten Schiffen der Gegenwart nicht überschritten wird. Aus demselben Grunde soll der Canal im Hafen à la Bocca bei Panama auf — 10,50 *m* ausgebaggert und ausgesprengt werden.

Bezugnehmend auf die schon oben erörterten allgemeinen geologischen Verhältnisse können wir noch speciell in der Längsaxe des Canals folgende drei Abschnitte unterscheiden:

Von Colon bis Matachin haben wir die sumpfige, immer höher werdende Thalsohle des Chagres mit einzelnen Felshügeln versetzt; von Matachin bis Pedro Miguel den eigentlichen, grossen Bergdurchstich und endlich folgt wieder ein Abschnitt im Riogrande-Thal ähnlich dem ersten. Im ersten und letzten Abschnittt, wo wir es hauptsächlich mit Schlamm und Aluvium zu thun haben, sind mit Vortheil Baggermaschinen und Excavatoren (Erdaushebmaschinen) zu gebrauchen, wogegen im mittleren Abschnitt, sowie an den vereinzelten felsigen Stellen der andern von Hand oder mit Maschinen gebohrt und gesprengt werden muss. Wir finden an Erd- und Gesteinsarten in der Nähe von Colon am Monkeyhill, der zur Herstellung des „Terreplein", worauf jetzt die neue Stadt Christoph Colomb steht, benutzt wurde: rothen fetten Thon, darunter etwas weichen Tuff und sodann tertiären Sandstein. Im Hügel „au Mindi" gegen Gatun findet sich unter der Thonschicht ein sehr festes, ziemlich feines Conglomerat aus Sandstein und eingesprengten Trachytkörnern. Bei Gatun sperrt wieder ein niedriger Hügel von Sandstein den Weg und das Fortschreiten der Baggermaschine, ebenso einer bei *km* 13,400 und einer bei Vamos-Vamos, immer abwechselnd mit Aluvium des Chagres, bald consistenter, meistens aber sumpfiger Art. Weiter gegen Bohio constatirten die, längs der ganzen Baulinie vorgenommenen Bohrungen im Untergrund einen mit kalkigem Bindemittel verkitteten Kies; sodann am grossen Hügel von Bohio ein grobes Conglomerat vulkanischen Gesteins wie dann auch in der darauffolgenden Thalebene bis Tavernilla unter dem Thon trachytische und doleritische Tuffe erscheinen. Bei der Brücke von Barbacoas tritt Grauwacke zu Tage; die 3 Hügel in San Pablo bestehen aus trachytischem Tuff, Dolerit, Trachyt und sehr hartem Argilolith (Lehmstein). In der Ebene von Mamei bis Gorgona ist wieder Aluvium, Thon und trachytische Tuffe von oben nach unten gezählt vorherrschend. Wie das geologische Längenprofil zeigt, ist der Felsen schon in geringer Tiefe vorhanden. Der Hügel bei Matachin ist Trachyt und derjenige bei Cruces trachytischer Tuff. Obispo hat sehr harte trachytische Conglomerate, eine Art Porphyr; gegen Emperador finden sich feste weisse Sandsteinschichten, auch etwas Kalkstein und darunter Dolerit. In Culebra stösst man auf erhärteten vulkanischen Schlamm mit Mandelsteinen unter dem Dolerit als Unterlage, wogegen weiter südlich Basalt erscheint bis Paraiso abwechselnd wieder mit Dolerit. In der Ebene des Rio grande besteht unter dem Thon-Aluvium basaltischer Tuff und gegen das Meer zu tritt wieder teritärer Sandstein auf.

An eigentlichen Bausteinen zu etwaigen Kunstbauten hätte man Kalksteine bei Gatun, Ahorca Lagarto und Emperador; bei San Pablo die Grauwacke, Doleritbreccien in Bohio und Trachyttuffe und Sandsteine in der Nähe von Panama und à la Bocca (Mündung des Rio grande); im Ferneren wäre der häufige Thon zur Ziegelfabrication zu benutzen und aus den Corallenriffen Colons liesse sich Kalk brennen.

Als Querschnitt des Canal à niveau wurde folgendes Normalprofil in Aussicht genommen:

Sohlenbreite 22 *m*, die Sohle nach Längenprofil 9 *m* unterm mittleren Meeresniveau. Böschung 1 : 1. 1 *m* über Mittelwasser wird eine 2 *m* breite Berme angenommen, sodann wieder Böschung 1 : 1. Dieses Profil wird nur in einigen Fällen, wo sicher festes Gestein zum Vorschein kommt, abgeändert, indem von der Berme aus eine steilere Böschung von 2 *m* Höhe zu 1 *m* Basis eingeführt wird. Auch in den sumpfigen Niederungen wird sich von selbst die Böschung sanfter ergeben. An den nöthigen Ausweichstellen wird die Sohlenbreite auf 60 *m* ausgedehnt. Solche Ausweitungen sind oder waren vorausgesehen, ausser den Hafen an beiden Endstationen, eine in Matachin und eine grössere in der Ebene von Tavernilla.

Aus obigem Normalprofil ergibt sich bei Mittelwasser eine Breite von 40 *m* und in Bermenhöhe eine solche von 46 *m*, was für die Passage von zwei grossen Schiffen zur Noth genügt. An der Küste des stillen Meeres müsste dies Profil natürlich Modificationen erleiden, wenn nicht Fluth- und Ebbe-Schleusen vorgesehen werden, wozu noch Reserveschleusen für den Reparaturfall kämen. Von der Fluthschleuse könnte vielleicht Umgang genommen werden, da die Stauung im engen Canal die Strömung etwas zu hindern vermöchte; weniger von der Ebbeschleuse, da im Ebbefall eine starke Rückströmung im Canal entstehen und denselben theilweise entleeren könnte, was für die drinnen befindlichen Schiffe verderblich wäre.

(Fortsetzung folgt.)