

Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer
Herausgeber: A. Waldner
Band: 4/5 (1876)
Heft: 15

Artikel: Die East-Riverbrücke in New-York
Autor: Huber, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-4784>

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: 23.02.2026

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

Abhandlungen und regelmässige Mittheilungen werden angemessen **Les traités et communications régulières seront payés convenablement.**

Die Uetlibergbahn
mit Steigungen bis auf 70 per Mille und Bergbahn-Locomotiven mit einfacher Adhäsion.

Von J. Tobler, Oberingenieur in Zürich.

(Frühere Artikel Bd. II, No. 12, Seite 133; Bd. II, No. 17, Seite 179.)
(Mit einer Tafel als Beilage.)

Tracé.

Obwohl es nach dem Vorschlage der Experten zulässig erschien, die Bahn schon vom Fusse des Berges an mit der Maximalsteigung von 75‰ ansteigen zu lassen, so glaubte man doch diese Steigung nicht auf den ganzen Abhang ausdehnen, sondern im Interesse einer grössern Sicherheit auf eine möglichst kurze Strecke beschränken zu sollen. Nach längern und ausgedehnten Studien, welche durch die dicht bewaldeten Abhänge sehr erschwert wurden, ergab sich, dass man auch an dem oberen steilern Theil des Berges mit 70‰ auskommen könne, wenn man darauf verzichtet, die Höhe des Plateau zu erreichen, auf welchem gegenwärtig das neue Hôtel steht, und sich damit begnügt, die Station etwas tiefer am Abhange desselben anzulegen. Ueberdiess hätte dieses Plateau nur mit einer Serpentine von weniger als 100‰ Halbmesser erreicht werden können. Mit Rücksicht auf eine zweckmässige Construction des ganzen Fahrmaterials schien es aber angemessen, eine so scharfe, an andern Stellen nicht mehr vorkommende Curve zu vermeiden. Der Verwaltungsrath zog es auch vor, die verfügbaren Mittel eher dazu zu verwenden, den Ausgangspunkt möglichst nahe an die Stadt zu legen, als auf dem schmalen Rücken des Berges grosse Opfer zu bringen, blos um einige Meter höher anzukommen.

Bei der Wahl des Stationsplatzes in Zürich wurde in erster Linie eine möglichste Annäherung an das Verkehrszentrum, und in zweiter Linie eine Mitbenutzung oder ein Anlehnung an die Station Enge angestrebt. Alle Projecte, welche in diesen beiden Richtungen gemacht wurden, scheiterten jedoch an den grossen Kosten, und es blieb schliesslich nur der gegenwärtige, ehemals von der Stadt Zürich zur Ablagerung von Holz benützte Platz im Selnauquartier übrig.

Von diesem Platze ausgehend überschreitet nun die Linie mittelst eiserner Brücken die linksufrige Zürichseebahn und den oft wilden Gebirgsstrom, die Sihl, gewinnt allmälig mit 20, 30, 40 und 50‰ ansteigend den Fuss des Berges, ersteigt, sich westlich hinziehend, mit 55‰ den bewaldeten Abhang, wendet sich dann in scharfem Bogen links, hierauf wieder rechts auf die südliche Seite des Berges, immer steiler ansteigend bis zu der mehr als einen Halbkreis bildenden und in einer Steigung von 67‰ liegenden Kehrecurve bei Ringlikon; von da geht sie nochmals auf den nördlichen Abhang über, windet sich dann weiter am Kamm hinauf und erreicht zuletzt mit der Maximalsteigung von 70‰ die Station Uetliberg.

Die Länge der ganzen Bahn beträgt 9167 m; davon liegen 53% in Curven und nur 47% in Geraden. Als Minimal-Radius ist auch auf der grössten Steigung derjenige von 150‰ angenommen; in der Kehrecurve bei Ringlikon musste jedoch auf 135‰ hinuntergegangen werden.

Die Höhendifferenz zwischen den beiden Stationen beträgt 399‰, die ganze zu ersteigende Höhe, einschliesslich der Gegensteigung bei dem Uebergang über die linksufrige Seebahn, 401,5‰. In dem beigefügten Längenprofil sind übrigens sämtliche Steigungs- und Richtungsverhältnisse genau angegeben.

Ausser den beiden Endstationen sind keine weiteren Stationen in Aussicht genommen, weil einerseits die hiezu geeigneten Stellen von den Ortschaften entfernt und überdiess meistens schwer zugänglich sind; anderseits wegen der beschränkten Leistungsfähigkeit der Locomotiven auf so starken Steigungen keine regelmässige Beförderung von und nach Zwischenstationen zugesichert werden konnte. Dagegen sind am Fusse des Berges, auf der halben Höhe desselben, bei Neuhaus, und unterhalb der Kehrecurve bei Ringlikon in Expropriation und Unterbau Ausweichstationen angenommen, deren vollständiger Ausbau jedoch erst bei eintretendem Bedürfaiss stattfinden wird. Im Uebrigen wurde die Bahn durchweg einspurig erstellt.

Die Krone des Bahnkörpers hat eine Breite von 3,60 m, die Tiefe der Seitengräben beträgt 0,60 m, die normale Dicke des Schotterbettes 0,40 m. Die Böschungen der Dämme und Einschnitte haben in der Regel eine Anlage von 1,5% auf 1,0 m Höhe.

Grunderwerbung.

Die Grundfläche, welche zur Herstellung der Bahn anlage erworben werden mussste, beläuft sich im Ganzen auf 237 573 Quadratmeter, davon kommen:

Auf den Bahnkörper und die Stationen	145 372	□ m	oder 61,10%
„ die Materialgewinnungsplätze	17 994	“	7,4 „
„ Weganlagen u. s. w.	26 242	“	11,4 „
„ „ übrig gebliebenen Abschnitte	47 965	“	20,1 „
Zusammen	237 573	□ m	oder 100%

Die durchschnittliche Breite des ganzen Bahngebietes beträgt somit 25,9‰ und nach Abzug der verfügbaren Landabschnitte 20,7‰.

Herstellung des Bahnkörpers.

Die gesamte Erdbewegung beläuft sich auf ca. 150 000 Cubimeter. Die Schwierigkeiten der Ausführung lagen nicht sowohl in der Masse des zu bewältigenden Materials, als vielmehr in der schlechten Beschaffenheit desselben und in den durch die starken Gefälle erschwereten Transporten. Da die Einschnitte selbstverständlich nicht von Anfang an auf die volle Tiefe vorgetrieben werden konnten, so mussten bei der Anlage von Rollbahnen Gefälle bis auf 10% und darüber angenommen werden. Die Rollwagen, ca. 1 Cubimeter enthaltend, waren mit Bremsen versehen, die auf beide Räderpaare wirkten. Auf diesen Rampen wurden die vollen Wagen nur mittelst der Bremsen heruntergelassen, wobei allerdings nur langsam gefahren werden durfte. Es zeigte sich aber auch bei diesen starken Gefällen, dass die einfache Adhäsion unter allen Witterungsverhältnissen zum Hemmen der Wagen hinreichte, wenn vorsichtig gefahren wurde, und es gewährte diese Wahrnehmung eine Beruhigung für den einstigen Betrieb der Bahn. Die Räder der Rollwagen bestanden aus Schalenguss und zeigten nach Vollendung des Baues eine kaum wahrnehmbare Abnutzung ihrer Oberfläche. Bergwärts wurden die leeren Wagen meistens mit Pferden befördert.

Ein fernerer Uebelstand, der die Vollendung der Bahn sehr erscherte, war der Mangel an Beschotterungsmaterial; mit Ausnahme einer Materialgrube bei der Sihl fand sich in der Nähe der Bahn Kies nur sehr spärlich vor und musste grösstentheils aus der Thalsohle auf den Berg transportiert werden. Nur ein kleiner Theil der ersten Bekiesung konnte durch Zerkleinern von Findlingen, die sich auf dem Kamm des Berges vorkanden, gewonnen werden.

Kunstbauten.

Die wichtigeren Kunstbauten bestehen in einem Viaduct über die linksufrige Zürichseebahn mit einer lichten Weite von 11,6 m, und einer lichten Höhe von 4,96 m; in der Ueberbrückung der Sihl mit 3 Oeffnungen von zusammen 67,8 m lichter Weite, zwischen den Widerlagern gemessen, mit einem continuirlichen Fachwerkträger und dazwischen liegender Fahrbaahn verschen, und in einem gewölbten mit Einfallschacht und Absturz versehenen Durchlass für den Hubbach von 1,5 m lichter Weite und 40 m Länge. Im fernern wurden unter der Bahn 40 kleinere Durchlässe von 0,5 bis 1,5 m lichter Weite und drei Durchfahrten für Waldwege erstellt.

* * *

Die East-Riverbrücke in New-York.

(Correspondenz aus St. Louis, U.S.A.)

(Frühere Artikel Bd. III, Nr. 24, S. 220 und Bd. IV, Nr. 9, S. 121.)

III.

Foundationsarbeiten.

Nachdem der Brooklyn-Caisson an der Baustelle installirt und die noch fehlenden 10 Balkenlagen auf demselben angebracht waren, begannen die regelmässigen Foundationsarbeiten, das Ausheben von Material im Caisson und Aufmauern des Pfeilers auf dem Dache desselben. Gleich von Anfang an hatte man bei den Arbeiten im Caisson mit Schwierigkeiten zu kämpfen. Der Caisson senkte sich noch mit Fluth und

Ebbe, so lange nicht die nothwendige Masse Mauerwerk auf demselben aufgebaut war und konnten daher die Excavationsarbeiten nur bei Ebbe betrieben werden. Während diesem Stadium existirte dennoch directe Verbindung zwischen dem Caisson und dem Flusswasser und es war nie möglich dieses vollständig aus demselben zu verdrängen. Der Boden war immer mit solchem bedeckt und mussten alle Arbeiten unter Wasser verrichtet werden. Bei der geringsten Wellenbewegung, die nie zu vermeiden war, fand die Luft Gelegenheit, unter dem Caissonschuh auszuströmen und kleine Schwankungen des Caissons erlaubten den Austritt von grossen Quantitäten an den gehobenen Stellen. Nach Legung von 3 Mauerschichten folgte der Caisson der Einwirkung der Fluth nicht mehr und beim Eindringen desselben in das erst lehmige Material des Flussbettes gestalteten sich diese Verhältnisse immer günstiger.

In dem lehmigen Excavationsmateriale fanden sich viele, 3—4 Cubimeter grosse, harte Findlinge, gneiss- und dolomitartiger Bildung eingebettet. (Sie repräsentiren sämmtliche bis über 100 Meilen aufwärts von Brooklyn am Hudson-River vorfindlichen Gesteinsarten). Besonders diejenigen Stücke, welche unter dem Caissonrand, unter den Zwischenwänden oder unter den Wasserschächten lagen, waren schwierig zu entfernen. Einzelne mussten erst mittelst Brechstangen an der Fundstelle zerkleinert werden. Diese Operationen erforderten viel Zeit und Arbeit.

In den beiden mittleren Abtheilungen des Caissons stiess man bald nach Beginn der Arbeiten auf eine harte Conglomeratbildung, bestehend aus kleinen und grossen Stücken obenerwähnten Findlingmaterials, die mittelst einem äusserst zähen, serpentinartigen Bindemittel zusammen gebacken waren. Dieses Material wurde schliesslich so hart und die Findlinge anderwärts so häufig, dass man mit mechanischer Zerkleinerung, Zerstossen und Zerschlagen, kaum vom Flecke kam. Man nahm daher zum Sprengen die Zuflucht.

Anfänglich hegte man grosse Befürchtungen gegen diese Operation, indem man glaubte, die starken Erschütterungen könnten in verderblicher Weise auf die ohne dies unter dem hohen Luftdruck stark leidenden Gehörorgane der Arbeiter einwirken, ferner die Luftdichtigkeit des Caissons, namentlich der verschiedenen Schächte beeinträchtigen, oder endlich der durch die plötzliche Gasentwicklung erhöhte Druck möchte den Wasserspiegel in den Löchern unter den Wasserschächten bis unter den Rand derselben niederdrücken und der comprimirten Luft Austritt durch die Schächte gestatten. Man begann daher Versuche mit schwachen Pistolenschüssen und steigerte sie nach und nach zu schwächeren und schliesslich regelrechten Minen. Da keine der gehegten Befürchtungen sich verwirklichte, so kam die Sprengarbeit bald in einen regelmässigen Gang und bis 20 Minen wurden oft gleichzeitig entladen. Das Sprengen förderte die Arbeiten in ganz erheblicher Weise, indem die wöchentliche Senkung von 15 auf 30—45 % anwuchs. Pulver wurde nun auch dazu verwendet, Findlinge, die unter dem Caissonschuh lagen, in den Caisson hineinzubefördern. Man bohrte ein Loch durch den ganzen Stein und placirte die Ladung durch dasselbe hinter den Stein. Die Gewalt der Explosion verfehlte nie denselben in die Kammer hineinzuwerfen.

Der Pulverrauch war in manchen Beziehungen den Arbeitern hinderlich. Derselbe verdunkelte die Kammer oft für kürzere Zeit vollständig und wurde den Arbeitern beim Athmen beschwerlich. Den Geruchssinn incommodirte er indessen nicht, da dieser während dem Aufenthalte in der comprimirten Luft ganz verloren ging. Verschiedene Mittel, die versucht wurden, der Raucherzeugung entgegen zu wirken, wie auch Fällung des Rauches durch künstliche Sprühregen, waren ohne genügenden Erfolg und blieb nichts anderes übrig, als durch vermehrte Luftzuführung nach dem Schiessen die Erneuerung der Caissonluft zu beschleunigen. Diese mit dem Sprengen verbundenen Nachtheile traten aber zurück vor den mit demselben erzweckten Erfolgen.

Zur Bohrung der Minenlöcher wurden versuchsweise die Burleigh'schen Bohrmaschinen (Rockdrills) verwendet. Diese Rockdrills wurden mittelst comprimirter Luft in Thätigkeit gesetzt und beruht deren Construction auf dem gleichen Prinzip

wie diejenige der durch den Gotthardbau allbekannt gewordenen Bohrmaschinen. Sie waren (wie hier sehr häufig auch im Minenbau) auf Füsse montirt und konnte dem Bohrer eine beliebige Richtung gegeben werden. Sie arbeiteten rascher als von Hand zu arbeiten möglich war, erwiesen sich aber wegen der Umständlichkeit ihrer jeweiligen Dislocirung und Aufstellung nicht genügend vortheilhaft.

Zu einem regelmässigen, systematischen Betrieb der Senkungsarbeiten im Caisson gelangte man erst nach vielem Experimentiren. Erst versuchte man durch Aufbringen einer grossen Mauerlast ein Einsenken des Caissons im Flussbett herbeizuführen, allein man überzeugte sich bald, dass eher eine Zerstörung der tragenden Theile des Caissons als nur die geringste Senkung desselben erzweckt werden konnte. Findlinge, auf die der Schuh des Caissons aufsetzte, zerbrachen diesen und sie drangen in das Holzwerk ein. Man gelangte daher im Gegentheil dazu, alle grössern Findlinge unter den Wänden etc. zu sondiren und zu entfernen, ehe sie mit diesen in Berührung kamen. Diesen Sondirungen im Umfang des ganzen Caissons (auf eine Länge von ca. 350 m) wurde später die grösste Aufmerksamkeit geschenkt; dieselbe raubte viel Zeit und Arbeit.

Bei einem zweiten Versuche grub man unter den tragenden Theilen das Material weg und liess nur von 2,5 zu 2,5 m kleine Kegel von ca. 1 m Durchmesser als Stützung stehen. Durch nachherige gleichzeitige Abgrabung dieser Kegel wurde der Caisson gesenkt. Das Verfahren erwies sich als unzuverlässig. Oft waren in den Kegeln grosse Findlinge verborgen, deren Entfernung störend während des Ganges der regelmässigen Arbeit eintrat und dieselbe bedeutend verzögerte; einzelne Kegel wurden durch das Wasser angewaschen, andere durch Unvorsichtigkeit beim Arbeiten zur Unzeit entfernt und künstliche Stützungen wurden erforderlich. Man verliess diese Arbeitsmethode und fand an die Zwischenwände von 2,5 zu 2,5 m mit zwei aufeinandergelegten 0,6 m langen 03/03 m starken Klötzen und eisernen Keilen zu unterschlagen und dann in der ganzen Länge der Zwischenwände einen Graben von 0,6 m Tiefe und 1,2 m Breite auszuheben. Nachdem alsdann der Boden unter dem Schuh der Umfassungswand bis auf 0,15 m Tiefe von Findlingen frei gemacht und aufgelockert war, wurden die Keile unter den Zwischenwänden herausgeschlagen und das Material unter dem Schuh langsam und gleichmässig ausgegraben. Die ganze Oberlast übertrug sich nun auf die unter den Zwischenwänden liegenden Klötze aus Weichholz, in welche sich die eichenen Schwellen der Wände eindrückten, bis der Caissonschuh nach 0,15 m Senkung wieder festen Fuss fasste. Hierauf begann die Arbeit von Neuem mit Unterschlagen der Zwischenwände etc. Dieses Arbeitssystem bewährte sich und wurde bis zum Ende der Fundationsarbeiten beibehalten.

Wie schon im II. Theile erwähnt, wurden die im Caisson ausgegrabenen und zerkleinerten Materialien in Löcher unter den Wasserschächten geworfen, dort mittelst einer zangenartig sich öffnenden und schliessenden, stark gezahnten Baggerschaufel „Grapnel bucket“ gefasst und in dieser durch den Wasserschacht emporgezogen. Oben wurde die Schaufel in ein unterschobenes Wagonet entleert und dann in geöffneter Stellung wieder in den Schacht gesenkt. Die Schaufel fasste ca. 1 1/2 Cubicmeter kleines Material und grössere Steine bis zu 1 Cubicmeter. Der vierseitige Schacht diente derselben als Führung, so dass sie immer in gleicher Lage unten ankam, was namentlich für das Fassen von grossen Blöcken von Wichtigkeit war; man wusste von vornherein wie sie am günstigsten gelegt werden mussten, um leicht gepackt werden zu können. Jede Füllung und Leerung erforderte ca. 4 Minuten. Mittelst den beiden Schaufeln wurden aus dem Brooklyn-Caisson binnen 5 Monaten ca. 20 000 Cubicmeter Aushubmaterial gefördert.

Eine Hauptschwierigkeit bei dieser Materialförderung war die Offenhaltung eines Loches unter dem Wasserschacht. So lange der Boden aus kleinem Material bestand, war die Auflockerung nicht schwierig und konnte unter Wasser gemacht werden, wonach die Baggerschaufel selbst das Loch leerte und successive vertiefte. Anders gestaltete sich die Austiefung, wenn das Loch in hartes Material zu treiben war, oder grosse

Findlinge getroffen wurden, die von der Schaufel nicht gefasst werden konnten. In solchen Fällen schloss man die obere Oeffnung des Wasserschachtes mit einem luftdicht anpassenden eisernen Deckel, der mit einer entsprechenden Menge Steine belastet wurde, um durch die comprimirte Luft, der man von oben in den Schacht Eintritt gab, nicht abgehoben zu werden. Durch die eindringende Luft wurde das Wasser aus dem Schacht in den Caisson gedrängt. War der Schacht ganz geleert, so vertiefe man bei fortwährendem Auspumpen das Loch unter dem Schacht, sei es nun mittelst Auspicken, Brechen oder Sprengen des resp. Materials, bis 2,5 à 3 m unter die jeweilige Kammersohle. Je nach der Beschaffenheit des Materials erhielt das Loch mehr oder weniger steile Böschungen, um ein Zusammenstürzen desselben zu vermeiden. Nach Beendigung desselben liess man es sich mit Wasser wieder anfüllen, gab der comprimirten Luft langsam Austritt aus dem Schacht, bis das Wasser in demselben wieder in die Höhe des Flusswassers gestiegen war, entfernte schliesslich die Steine und den Deckel von dessen oberer Oeffnung und die Förderungsarbeiten konnten wieder ihren Fortgang nehmen. Diese Operation erforderte je 1—2 Tage und musste ca. alle 2—3 Wochen, abwechselnd an dem einen und andern Wasserschacht wiederholt werden.

Der Luftdruck im Caisson richtete sich während des Beginns der Arbeiten vollständig nach Ebbe und Fluth. Ein steigender Wasserspiegel bewirkte ein Verdichten der Luft im Caisson, ein fallender ein Verdünnen derselben. Im ersten Fall hatten die Pumpen mit voller Kraft zu arbeiten, um die Luftkammer von Wasser frei zu halten, im zweiten Fall konnten dieselben ganz ruhen, indem der Verlust an Höhe der äussern Wassersäule den Luftverbrauch vollständig ausglich. Der sinkende Druck im Caisson hatte als unangeneme Folge immer einen dichten Dunst, welcher an und für sich unangenehm, durch Verdunklung des Raumes der Arbeit hinderlich wurde. Solcher Dunst bildete sich auch vorübergehend ganz lokal an Stellen im Caisson, wo Luft unter dem Schuh entwich.

Mit dem successiven Eindringen des Caissons in das mehr oder weniger wasserdichte lehmige Material des Flussbettes verlor sich nach und nach die Wirkung von Ebbe und Fluth auf die Luftdichtigkeit im Caisson und konnte man mit Leichtigkeit in demselben einen dem Einsinken entsprechenden fixen Druck beibehalten. In den untern Partieen der lehmigen Schichte konnte man ihn sogar bedeutend höher treiben als den der äussern resp. Wassersäule entsprechenden. — Nach dem Durchbrechen der Lehmschichte traf man ein durchlassendes Material, aus dem Quellen aufsprudelten und es verlor sich nun diese Regelmässigkeit für immer; es war von nun an nicht mehr möglich innerhalb 5 Pfd. Differenz den gleichen Druck im Caisson zu erhalten, oft war man gezwungen mit allen Pumpen und voller Kraft zu arbeiten, oft genügten 1—2 derselben, indem man sich darauf beschränken konnte, die für die Athmung und Speisung der Flammen nothwendige Lufterneuerung zu unterhalten.

Eine wichtige Frage bot sich bei der Beleuchtung der Caissonkammer. In dem düstern, dunsterfüllten Raume bedurfte es intensiver fixer Lichter, um alle Partieen des ausgedehnten unregelmässigen Bodens übersehen zu können und bei mancher Arbeit außerdem Anwendung mobiler Lichter zur Beleuchtung verborgener Stellen. Von ausschliesslicher Benutzung der letztern, resp. Kerzen- oder Lampenlichtern musste man der starken Russzeugung halber, welche den Athmungsorganen sehr schädlich war, von vornherein abstrahieren. Im Brooklyn-Caisson wurden erst Calciumlichter verwendet. In jeder Kammerabtheilung wurden je zwei und außerdem an jedem Wasserschacht je eines, also im Ganzen 14 angebracht. Das Sauerstoff- und Kohlöl-Gas, welch letzteres das Wasserstoffgas vertrat, wurde in besonderen Röhrenleitungen in den Caisson gepumpt. Jede Leitung führte vor dem Eintritt in die Kammer in einen kleinen Cylinder und aus diesem in ein Reservoir, in dem das Gas unter einen künstlichen Wasserdruk kam, der sich jederzeit nach dem variablen Druck im Caisson regulirte, und zwar so, dass er denselben immer um 1 Pfd. übertraf und dadurch ein gleichmässiges Ausströmen in den Caisson bewirkte. Wenn das von einer Fabrik in New-York in Cylindern in comprimirtem Zustand gelieferte Sauerstoffgas reiner Qualität war,

so genügten die beiden Calciumlichter zur Beleuchtung der 35 m langen und 10 m breiten Kammerabtheilungen. Ein solches Licht erzeugte nicht mehr Hitze als eine Gasflamme und bei sorgfältiger Behandlung wurde die naheliegende Explosionsgefahr vermieden. Im New-York-Caisson wurde trotz dieser Vorzüge das Calciumlicht seiner hohen Erzeugungskosten halber nicht mehr verwendet, sondern durch gewöhnliches Leuchtgas ersetzt. An Stelle der 14 Flammen traten aber 60 Gasflammen, um den gleichen Effekt zu erzielen. Diese 60 Flammen kosteten nur den fünften Theil der Calciumbeleuchtung und den dritten Theil einer ausgiebigen Kerzenbeleuchtung. Im Verlauf der Arbeit machte man die Erfahrung, dass die Leuchtkraft des Gases mit der Luftdichtigkeit im Caisson anwuchs, zwar so, dass z. B. bei 45 Pfd. Druck im Caisson zur Erzielung desselben Lichtes nur $\frac{1}{4}$ des Gases benötigt wurde wie in freier Luft.

An beiden Baustellen waren die Versenkungen der Caissons vom besten Erfolg begleitet, indem dieselben ohne nennenswerthe Abweichung von der verticalen Bewegung die ihnen bestimmte Lage erreichten. Von den am sinkenden Körper wirkenden Kräften waren nur die Oberlast, d. h. das Totalgewicht derselber, und der aus der Luftdichtigkeit im Caisson zu rechnende atmosphärische Gegendruck genau bekannt und konnten nur diese mit Sicherheit in Rechnung gezogen werden. Die übrigen Kräfte, wie Seitendruck des durchdrungenen Materials und dessen Resultanten, sodann Reibung zwischen dem Material und den Aussenseiten des sinkenden Körpers etc. machten sich zwar fühlbar, man gelangte aber nicht dazu, sie genauer zu bestimmen. Die seitliche Reibung, die am meisten in's Gewicht fallende dieser Kräfte, konnte nur in Momenten bestimmt werden, wenn keine der tragenden Theile des Caissons auf der jeweiligen Sohle aufruhten, was äusserst selten der Fall war. Alsdann war die Seitenreibung gleich der Differenz zwischen der Oberlast und dem im Caisson dieser entgegenwirkenden, ihr das Gleichgewicht haltenden Luftdrucke. Dieselbe steht zu der jeweiligen Versenkungstiefe nicht in einem festen Verhältniss, sondern wächst rascher als diese. Die Entwicklung dieses Verhältnisses ist wegen dessen Abhängigkeit von vielen unbestimmten Factoren. Beschaffenheit des durchdrungenen Materials, Grad der Gleichartigkeit derselben in der Umgebung der Fundation etc., nur in den seltesten Fällen annähernd zu bestimmen. Die Seitenreibung tritt, je grösser die Basis der zu versenkenden Fundation, desto mehr vor den übrigen wirkenden Hauptkräften zurück. Am New-York-Pfeiler wurde sie z. B. bei 23,8 m Tiefe auf 6000 Tonnen oder im Mittel 2,7 Tonnen per 4 m Berührungsfläche bestimmt.

Nachdem die Foundationsarbeiten auf die nothwendige Tiefe und einen Grund, der keine Senkungen mehr befürchten liess, gediehen waren (15 m beim Brooklyn- und 26 m beim New-York-Pfeiler) wurde längs dem Caissonschuh und den Zwischenwänden ein Graben von 1,2 m Tiefe ausgehoben und der Caisson um diese Tiefe noch gesenkt, ohne das übrige Material in der Kammer auch auszuheben, so dass sich die Höhe zwischen der Kammer auf ca. 2 m reducirt. Dies geschah, um den mit Beton aufzufüllenden Hohl-Raum zu verkleinern und damit Kosten zu sparen. Nachdem diese letzte Senkung vollzogen, wurden im Brooklyn-Caisson zur Stützung des Daches 72 gleichmässig vertheilte Backsteinpfeiler eingemauert (im New-York-Caisson unterblieb dies) und dann die Einfüllung mit Beton begonnen. Dieser wurde, um den Raum im Caisson möglichst frei zu halten, oben gemischt und in schon früher beschriebener Weise durch die Materialförderungsschächte eingebracht. Die bei der Excavation gewonnenen Findlinge wurden in rechteckig verarbeiteten Stücken zur Ersparniss von Beton in diesen eingebaut. Beufs Einbringen des Beton in die Kammer wurde in diese eine provisorische verschiebbare Querwand aus starken Brettern in einem Abstand von 1 m von der Caissonwand eingebaut. Der abgesperrte schmale Raum wurde durch eine zwischen dem obern Rand der Wand und dem Dach offen gelassene Lücke eingefüllt. In der obersten Schichte wurde der Beton durch horizontales Rahmen möglichst sorgfältig gedichtet. Sobald der in den Streifen eingebrachte Beton genügend erhärtet war, wurde die provisorische Wand

sich selbst parallel um ca. 1 m zurückgezogen und der so entstandene Streifen gleich dem ersten eingefüllt, bis die ganze Kammer, gleichzeitig von beiden Schmalseiten her, in dieser Weise ausbetonirt war. In beiden Caissons betrug die erforderliche Menge ca. 2800 Cubimeter. Mit der nun darauf folgenden Entfernung der über das Caissondach aufragenden Schachttheile und Ausgiessung eines Theils der Pfeilerhohlräume mit Beton waren die Fundationsarbeiten beendigt. H. Huber, Ing.

* * *

Le Chemin de fer de Genève à Annemasse.

(Fin.)

A partir de ce moment les négociations entamées en 1869 se trouvèrent rompues et la position devient celle-ci: la France concède sur son propre territoire les lignes qu'elle juge utiles aux populations qui l'habitent, sans se préoccuper d'aucun raccordement avec la frontière suisse; de son côté la Suisse, n'ayant plus rien à voir dans la construction de ces lignes, n'est plus tenue aux concessions douanières éventuellement consenties, en 1869, en faveur de la Savoie du Nord, et le canton de Genève n'a plus à examiner la question qu'au point de vue de ses propres convenances.

Quels que soient les sentiments qui aient dicté à la majorité de l'Assemblée nationale sa décision de janvier 1874, il nous est impossible de ne pas la considérer comme heureuse pour la Suisse. Admettons, en effet, que la ligne de Collonges à Annemasse, qui bordera extérieurement une partie de la frontière du canton de Genève, fût abandonnée, et que le bourg d'Annemasse (point important de la ligne destinée à mettre le Chablais et le Fauçigny en relation avec leur chef-lieu Annecy) fût relié avec la gare de Genève par une voie ferrée traversant le territoire genevois. Cette voie aurait été le moyen de communication de beaucoup le plus direct entre plusieurs départements de l'Est et du Nord-Est de la France (Ain, Jura, Doubs, Haute-Saône, Vosges etc.) et la Savoie du Nord, en permettant d'éviter un long circuit par Culoz, Aix-les-Bains et Annecy; par conséquent elle aurait offert à la France, dans telles et telles éventualités, une véritable utilité stratégique, et occasionné par là un grave péril pour la neutralité suisse. Le maintien de la ligne Collonges-Annemasse écarte ce péril puisqu'il assure à la France, mais sur son propre territoire, une voie de communication équivalente à la ligne Genève-Annemasse.

Les choses étant en l'état indiqué tout à l'heure, le Grand Conseil du Canton de Genève, dans sa séance du 12 octobre 1874, ensuite de l'initiative prise dans une séance antérieure par un député, Mr. George Fazy, décida d'inviter le Conseil d'Etat à faire procéder, sans délai, à des études complètes pour déterminer le coût et le devis d'un chemin de fer reliant Cornavin, Carouge, les Eaux-Vives et Chêne pour aboutir à Annemasse, et ce, dans le but d'obtenir de la Confédération la concession de ce chemin de fer, avec la faculté de transmettre cette concession à une compagnie.

Pour s'expliquer la teneur de cet arrêté législatif, il faut savoir que le Grand Conseil ne se préoccupait pas uniquement de mettre Genève en communication avec Annemasse et par suite avec le réseau de la Haute Savoie, mais encore d'opérer le raccordement, à la gare de Cornavin, avec les deux lignes de Lyon et de la Suisse occidentale qui s'y soudent, et enfin de faire bénéficier de ce raccordement non pas seulement le bourg de Chêne, qui est un point commandé pour le parcours de tout chemin allant d'Annemasse à Genève, mais aussi la ville de Carouge.

Pour entrer dans les vues du Grand Conseil, le Conseil d'Etat appela de Berne, en Décembre 1874, Mr. l'ingénieur Gränicher, pour entreprendre les études prescrites. Il lui remit un programme calqué sur les idées émises dans le rapport de la commission législative qui avait conclu à l'adoption de l'arrêté précité.

Mr. Gränicher se mit à l'œuvre dès le mois de janvier 1875 et termina son travail à la fin de l'été suivant. C'est le résultat de ses études qui est consigné dans le rapport du Conseil

d'Etat en date du 9 février dernier, et que nous allons résumer en quelques mots.

Il faut remarquer, pour l'intelligence de ce qui va suivre que l'expression : chemin de fer Genève-Annemasse est impropre lorsqu'on l'emploie, pour désigner un chemin de fer dont l'exécution serait décidée par les autorités genevoises. En effet Annemasse n'est point situé sur territoire genevois ni même sur la frontière, mais à plus de 1500 m au delà de celle-ci: il ne peut donc être ici question que d'un chemin de fer s'étendant jusqu'à Moillesulaz, grand village divisé en deux par les par le ruisseau le Foron qui forme la limite entre les deux pays. L'intervalle entre Moillesulaz et Annemasse correspond précisément au tronçon qui avait fait l'objet des négociations de 1869 à 1873, et qui a été éliminé par le vote de l'Assemblée nationale française en janvier 1874.

Suivant le projet élaboré par Mr. Gränicher, la ligne peut être subdivisée en 3 sections:

La première section part de la gare de Cornavin, franchit le Rhône, traverse l'angle compris entre la rive gauche du Rhône et la rive droite de l'Arve, près de leur confluent, franchit l'Arve et se termine sur la rive gauche de cette rivière au lieu dit les Vernaies.

La deuxième section s'étend des Vernaies au lieu dit les Volandes, situé au delà du faubourg des Eaux-Vives, en contournant la ville de Genève. Elle doit nécessairement franchir de nouveau l'Arve.

La 3^{me} section s'étend des Volandes à la frontière près de Moillesulaz en desservant en route le bourg de Chêne.

C'est seulement cette dernière section qui sera utilisée pour le trafic entre Genève et la Haute-Savoie; aussi la gare des Volandes est destinée à être une véritable tête de ligne; seulement, comme cette localité est déjà à une certaine distance de Genève, le projet comprend un embranchement long de 795 m destiné à relier les Volandes avec une gare située à Rive, à la lisière même de la ville.

Quand aux 2^{me} et 1^{re} sections, leur destination est de raccorder la ligne d'Annemasse avec la gare de Cornavin, et par conséquent avec les pays situés au delà de Genève. La 1^{re} section servira de plus à relier cette gare avec Carouge.

La 2^{me} section est celle dont les études ont pris le plus de temps et occasionné le plus d'hésitations. M. Gränicher a été amené à étudier pour cette section trois tracés qui passent à des distances différentes de Genève, et franchissent l'Arve en des points différents. L'un la franchit en aval de Carouge entre les ponts de Carouge et de Laney; les deux autres la franchissent en amont de Carouge après avoir contourné cette ville.

M. Gränicher recommande la première de ces variantes, celle qui serre Genève de plus près. Le Conseil d'Etat préfère au contraire, et propose au vote du Grand Conseil celle qui s'en éloignera le plus, et qui, après avoir contourné Carouge par derrière, passerait l'Arve entre Pinchat et le Bout du Monde et traverserait les plateaux de Champel et de Florissant.

En admettant cette variante, le devis général, basé sur la double voie, peut se résumer, comme suit:

	Longueur.	Coût.
2 ^{me} section	5150 m	Fr. 5 139 000
1 ^{re} et 3 ^{me} section, réunies	6813 m	, 4 869 984
Embranchement Volandes-Rive	795 m	705 064
Total	12758 m	Fr. 10 714 048

La limite supérieure des pentes admises est 18 $^{\circ}/\text{oo}$. Les principaux travaux d'Art seront: 1 pont sur le Rhône, 2 ponts sur l'Arve et 1 tunnel en passant derrière Carouge.

Le projet de loi que le Conseil d'Etat, à la suite de son rapport, propose à l'adoption du Grand Conseil est conçu comme suit:

Art. 1^{er}. Le Conseil d'Etat est chargé de présenter au Conseil Fédéral une demande de concession pour la construction et l'exploitation d'une voie ferrée partant de la Gare de Cornavin pour continuer sans interruption jusqu'à la frontière suisse à Moillesulaz, dans la direction d'Annemasse.