

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 5/6 (1885)
Heft: 18

Artikel: Die unterirdischen Telephonleitungen
Autor: Wietlisbach, V.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-12915>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

baches unterhalb Montlingen, des Dürrenbaches bei Krieseren und der Aach unterhalb Au. Letztere ist schon vor mehreren Jahren (in Folge der Erfahrungen von 1868 und 1871) weiter abwärts verlegt worden und es war daher der Stau bei Au diesmal von weit geringerem Belange. Sehr bedeutende Bodenflächen wurden dagegen von dem durch die Mündungen des Dürrenbaches und des Zapfenbaches eindringenden Wasser überschwemmt; bei letzterem war auch das mehr als ein Kilometer weiter oberhalb liegende Dorf Montlingen davon betroffen.

Es ist wohl selbstverständlich, dass die dringende Wünschbarkeit der Abhülle für die in diesen Mündungsstellen liegenden Uebelstände hier so wenig, wie im Bezirke Werdenberg, übersehen worden ist und dass, wenn sie bisher nicht geschaffen wurde, es nur den entgegenstehenden grossen Schwierigkeiten beizumessen ist. Es müsste zu diesem Behufe ein Canal von Oberriet bis Au angelegt und der dortige Aachcanal, der vergrösserten Wassermasse entsprechend, erweitert werden, was unter den dortigen Verhältnissen sehr schwierig wäre. Unter solchen Umständen darf man sich wohl wundern, wie aus Anlass dieser Stauungen Ausschreitungen der Bevölkerung gegen die Bauleitung der Rheincorrection, von denen die Zeitungen meldeten, vorkommen konnten, und noch mehr wenn solche in letztern entschuldbar befunden wurden.

Der Binnengewässercanal des Bezirkes Werdenberg hat sich sehr gut gehalten; er hat keinerlei Beschädigungen erlitten und seine Capacität hat sich vollkommen genügend erwiesen, trotzdem in jenen Tagen, wo es wie bekannt bis zum Beginne des Schneiens überall regnete, die vielen Bäche, die er aufzunehmen hat, selbstverständlich nicht klein waren und noch das Filtrationswasser des Rheins auf einer Länge von 20 km hinzukommt. Bezüglich des letztern dürfte darin freilich auch umgekehrt der Beweis liegen, dass es mit Rücksicht auf den lange andauernden hohen Wasserstand im Allgemeinen nicht gerade beunruhigende Dimensionen angenommen hat.

Wenn, wie aus Obigem ersichtlich, der an den Correctionswerken entstandene Schaden von sehr geringem Belange ist, so kommt die beim letzten Hochwasser an verschiedenen Stellen bestandene Gefahr schon mehr in Betracht. Zwar ergab sich diese nirgends aus zu geringer Höhe der Wuhre oder Dämme. An der Hand der aufgenommenen Hochwasserlinie wird sich ergeben, wo diese Höhe gegenüber einem stärkern Hochwasser, wie dem von 1868, zu gering wäre; dies ebenso bezüglich der Brücken. Beim letzten Hochwasser bestand dagegen, soweit hierseits bekannt, überall noch eine Mehrhöhe von wenigstens einem halben Meter und vielerorts sehr bedeutend mehr; hingegen verursachte der Wasserdruck hie und da Bedenken erregende Erscheinungen. Dies war der Fall an dem Damme bei der Mündung des Zapfenbaches und hinwieder an einer Stelle unweit oberhalb Montlingen, wo er sich nicht am Damme selbst, sondern in starken Sickerungen und Bodenblähungen hinter demselben äusserte. Solche Erscheinungen wurden schon beim Hochwasser von 1871 an verschiedenen Orten, wo der Boden hinter den Wuhren und Dämmen tief liegt, beobachtet und es wurde davon Veranlassung genommen, dieser Wirkung des Wasserdruckes durch die Anlage von Bermen zu begegnen. Diese Vorgehensweise hat sich sehr gut bewährt und die neulichen Wahrnehmungen werden daher Anlass geben, sie noch in weiterer Ausdehnung anzuwenden. Sickerungen und etwelche Bewegungen an der hintern Böschung der Dämme, resp. der Anlehnungsdämme der Hochwuhre, sind besonders bei solchen von neuerer Anlage an verschiedenen Stellen vorgekommen, jedoch bei dem starken Querschnitte ohne eine Gefahr beim diesmaligen Wasserstande mit sich zu bringen. Selbstverständlich werden aber auch diese Erscheinungen nicht unbeachtet bleiben, um dem Eintreten einer Gefahr im Falle eines höhern Wasserstandes zu begegnen. Eine momentane Gefahr war ferner an der Ausmündung des Binnengewässercanals des Bezirkes Werdenberg und an der schon oben genannten Stelle bei Salez entstanden; am ersteren Punkte

in Folge davon, dass der Querbau, durch welchen das Rheinwuhr auf der untern Seite jener Mündung an den Abhang zurückgebunden ist (eine schon lange bestehende Anlage) durchlässig wurde und an letzterer Stelle wo in Folge eines Versehens des Wärters der Colmatierungsschleuse bei Haag diese zu lange offen blieb. An beiden Orten wurde rechtzeitig Abhülle geschafft. Eigentlich brauchten solche Einzelheiten, welche bei Anlass eines so bedeutenden Hochwassers an einem so grossen Flusse wie der Rhein und auf einer so langen Uferlinie immer vorkommen und, wenn keine Ueberwachung da wäre, auch gefährlich werden könnten, kaum aufgezählt zu werden, es wäre denn, um gegenüber den Zeitungsberichten (welche den Eindruck machen konnten, dass das Rheinthale wieder der Schauplatz einer schrecklichen Katastrophe gewesen sei) zu zeigen, dass das, was wirklich vorgekommen ist, diesen Berichten keineswegs entspricht.

Da die Rheincorrection einstweilen bei Monstein endigt, so wird bezüglich der Dammbrüche, welche weiter unten stattfanden, blos daran erinnert, dass schon seit Langem und in dringender Weise darauf aufmerksam gemacht worden ist, dass, sobald der Rhein im obern Laufe am Austreten verhindert sein werde, unterhalb bisher nicht gekannte Hochwasserstände entstehen müssten, gegenüber welchen die jetzige Eindämmung nicht genüge.

Es mag hier nur noch die Bemerkung ihre Stelle finden, dass auch im Canton Graubünden oberhalb der Tardisbrücke bei in Rede stehendem Rheinhochwasser im Allgemeinen wenig Schaden an Wuhren vorgekommen ist. Den bedeutendsten bildet die von den Zeitungen gemeldete Zerstörung eines Wuhres an der Albulamündung oberhalb Fürstenau; es handelt sich dabei um ein Stück von 70 m Länge. Auf der vom Bund subventionirten „Rheincorrection im Domleschg“ ist gar kein Schaden entstanden. Ebenso ist von solchem, der am Vorderrhein entstanden wäre, nichts bekannt und was am vereinigten Rhein von Reichenau, beziehungsweise Ems, bis Tardisbrücke vorgekommen ist, beschränkt sich darauf, dass einzelne Stücke submersibler Wuhre etwas abgedeckt worden sind.

Die unterirdischen Telephonleitungen.

Der in der Nacht vom 28. auf den 29. September unter ganz anormalen Verhältnissen stattgefundene Schneefall hat die Telegraphen- und Telephonleitungen arg mitgenommen, die letzteren besonders in Zürich, und hier sogar mehrere Unglücksfälle veranlasst. In Folge dessen entstand im Publicum der ziemlich verbreitete Ruf nach *unterirdischen* Leitungen, dem auch eine Notiz in Nr. 14 dieser Zeitung über „unterirdische Telephonleitungen“ Ausdruck gibt. Da sich hiebei zeigt, dass über diesen Gegenstand viele irrige Meinungen herrschen, gestatte ich mir etwas näher hierauf einzutreten.

Die anfänglich nicht geahnte Entwicklung des Telephonwesens in den grossen Städten hat allerdings verschiedene Nachtheile des gegenwärtigen oberirdischen Linienbaues zu Tage gefördert. Derselbe ist jedenfalls aber nach verschiedenen Seiten hin noch Verbesserungen fähig, und muss wie jeder andere Zweig der Technik, an Hand der Erfahrung ausgebildet werden. Wenn daher die Katastrophe in Zürich keineswegs zeigen kann, dass der oberirdische Linienbau überhaupt zu verwerfen sei (in anderen Netzen war der Schaden ganz unerheblich), so soll anderseits nicht bestritten werden, dass der unterirdische Bau viele Vorzüge darbieten würde, sofern er in technischer Beziehung ausführbar wäre. Bei den übrigen electricischen Leitungen für die Telegraphie und die electricische Beleuchtung steht der unterirdischen Anlage allerdings nichts im Wege; es entscheidet hier wesentlich nur der Kostenpunkt und es werden solche Leitungen in den grossen Städten fast allgemein unterirdisch angelegt, sobald es sich um eine grössere Zahl von Drähten handelt. Man hat in Deutschland sogar ein unterirdisches

Telegraphennetz angelegt, welches das ganze Reich durchzieht und die wichtigsten Städte mit einander verbindet.

Bei den Telephonleitungen verhält sich die Sache nun nicht so einfach. Jedermann, der schon eine Fernsprechanlage benutzt hat, wird die Erfahrung gemacht haben, dass er in seinem Telephon Gespräche mehr oder weniger deutlich hören konnte, welche von ganz fremden Personen auf einem anderen Drahte ausgewechselt wurden*). Diese Erscheinung zeigt sich immer, wenn eine kleinere Anzahl von Drähten eine grössere Strecke parallel neben einander hinlaufen, und beruht auf der electrodynamischen Induction. Wird in dem einen von zwei parallelen Drähten ein electrischer Strom geschlossen oder unterbrochen, so entsteht in demselben Momente, wo Strömbildung und Stromunterbrechung vor sich gehen, in dem anderen parallelen Drahte ein electrischer Impuls, welcher aber nur so lange dauert, bis ein stationärer Zustand in dem ersten Drahte hergestellt ist. Um einen solchen Impuls hervorzurufen, ist es nicht einmal nöthig, dass ein Strom entsteht oder verschwindet; es genügt, dass die Stärke desselben rasche Schwankungen ausführe. Da nun der Strom, welcher durch das Telephon erzeugt wird, gerade aus solchen Schwankungen zusammengesetzt wird, so ist er in Folge dessen auch im Stande, in einem benachbarten Drahte Inductionsströme zu erzeugen, und diese wirken dann ihrerseits auf das eingeschaltete Telephon. Da die inducirten Impulse proportional den Schwankungen des ursprünglichen Stromes sind, so gibt das Telephon im zweiten Drahte auch genau die nämliche Toncombination wie das erste Telephon. Die Stärke des Inductionsstromes nimmt zu mit der Länge, auf welche beide Leitungen parallel laufen, und wird um so grösser, je näher sie zusammenrücken. Sie wird daher in einem Cabel, wo die einzelnen Adern sehr nahe neben einander liegen, relativ stark sein. In der That ist sie so gross, dass schon in kurzen Stücken von etwa 50 Metern auf allen andern Adern gut verstanden werden kann, was auf der einen gesprochen wird. Ein solches Cabel ist natürlich für technische Zwecke unbrauchbar. Glücklicherweise ist es gelungen, diese schädliche Wirkung der Induction wenigstens theilweise zu beseitigen. Verhältnissmässig einfach gelangt man zum Ziele, wenn man eine in sich geschlossene Leitung mit Ausschluss der Erde benützt. Es führen dann zu jedem Abonnenten von der Centralstation aus zwei Drähte, und es fliesst der Strom in der einen Ader vorwärts, in der andern rückwärts. In Folge dessen haben auch die in einem dritten Drahte inducirten Ströme entgegengesetzte Richtung und heben sich gegenseitig auf. Vom *theoretischen* Standpunkte aus lässt sich gegen diese Methode der Beseitigung der Induction nichts einwenden. Vom *practischen* Standpunkte aus haftet ihr aber der grosse Mangel an, dass jede angeschlossene Station zwei Drähte in Anspruch nimmt. Es sind also gerade doppelt so viele Leitungen nöthig als gewöhnlich; es wird selbstverständlich die Anlage dadurch sehr vertheuert, und der Anschluss entfernter Abonnenten geradezu unmöglich gemacht. Das Telephonnetz in Paris ist nach diesem System gebaut. Trotz der hohen Abonnementpreise von 600 bis 800 Fr. jährlich und trotz der günstigen Verhältnisse der Cabelanlage in den öffentlichen Egouts der Stadt, kann diese Anlage doch keine finanziellen Erfolge aufweisen. Telephonnetze mit so hohen Taxen sind aber in der Schweiz einfach unmöglich und es kann daher auch dieses System für uns gar nicht in Frage kommen. Eine weitere wichtige Schattenseite dieses Systems liegt darin, dass die Strassen beständig geöffnet werden müssen, um die neuen Leitungen abzuzweigen. Es ist nun allerdings gelungen, Cabel zu construiren, welche auch bei Benutzung nur eines Drahtes keine Induction zeigen, und zwar auf folgende Weise: Da bei nur einer Leitung kein Rückstrom vorhanden ist, welcher die Wirkung des ursprünglichen Stromes paralisiren könnte, so erzeugt man einen solchen auf andere Weise. Man umwickelt die Isolirschicht einer jeden Ader mit einem dünnen Bande von Staniol oder Kupfer. Es entsteht dann

in letzteren ein Inductionsstrom, welcher die entgegengesetzte Richtung hat wie der ursprüngliche Strom, so dass auf einen dritten Draht nur die Differenz beider zur Geltung kommt. Da aber der dritte Draht selbst wiederum mit einem Staniolband umwickelt ist, so wiederholt sich die Differenzirung nochmals und durch Abgleichung der Dimensionen des Staniolbandes kann man eine ziemlich vollständige Beseitigung der Induction erreichen.

Eine andere Methode, welche aber wesentlich auf dasselbe herauskommt, besteht darin, in das Cabel ein oder mehrere Kupferdrähte von erheblich grösserem Querschnitt einzuziehen, und diese sogenannten Erddrähte an den beiden Enden des Cabels zur Erde abzuleiten. Ein in irgend einer Ader circulirender Telephonstrom inducirt dann in diesem Erddraht in Folge seines kleinen Widerstandes einen Strom, welcher von erheblich grösserer Intensität ist, als diejenigen Ströme, welche in den andern Adern entstehen. Es kommt also auch hier wiederum eine Differenzwirkung zwischen dem ursprünglichen und dem im dicken Erddraht inducirten Strom zur Geltung. Solcher inductionsfreier Cabel mit eindrähtigen Leitungen kommen im Handel hauptsächlich drei verschiedene Formen vor. Die Cabel von *Siemens* haben für jede Ader eine Umwicklung von Kupferbändern; aussen sind sie von einem Bleimantel umschlossen, welcher als Erddraht functionirt. Die *amerikanischen* Cabel von Patterson enthalten gewöhnlich 50 bis 100 Adern. Die einzelnen Adern besitzen keine specielle Umhüllung, indem die Erfahrung zeigt, dass bei vielen Adern die einzelnen Leitungen überhaupt weniger von der Induction zu leiden haben, als bei wenigen. Dagegen ist in die Mitte des Cabels ein Erddraht von 3 mm Dicke eingezogen. Das Cabel enthält ausserdem ebenfalls einen Bleimantel von 2 bis 3 mm Dicke. Die Cabel von *Fellen und Guillaume* in Cöln endlich enthalten gewöhnlich 27 Adern zu einem Cabel vereinigt. Jede Ader ist von einem Staniolband umwickelt; ausserdem sind in das Cabel 3 Erddrähte von etwa 1 mm Durchmesser eingezogen. Die Hülle besteht aus einem doppelten Bleimantel.

Diese Cabel zeigen nun allerdings keine erhebliche Induction mehr; dagegen entsteht mit der Länge derselben eine Verschlechterung der telephonischen Uebertragung. Je nach ihrer Beschaffenheit gelingt es, bis auf eine Distanz von 50 bis höchstens 100 km zu sprechen; aber es ist vom Standpunkte der heutigen Technik aus absolut unmöglich, je einmal z. B. das atlantische Cabel zum Telephoniren zu benützen. Ein in der Luft gespannter Draht von gleicher Länge würde dagegen keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bieten.

Die Ursache, welche eine so rasche Zerstörung der vollkommenen Uebertragung bewirkt, liegt in dem Umstande, dass die Amplituden der electrischen Wellen, welche das Telephon erregen sollen, und welche das Cabel durchsetzen, in Folge der Capacität und der nicht ganz vollkommenen Isolirung desselben geschwächt werden. Man bezeichnet diesen Vorgang mit dem Namen der *Retardation*. Ein ähnlicher Vorgang tritt ein, wenn man versucht, durch eine lange, mit Wasser gefüllte eiserne Röhre Compressionswellen fortzupflanzen, welche man durch periodische Bewegung eines Kolbens am Ende der Röhre hervorruft. In Folge der Reibung der Flüssigkeitstheilchen an den rauhen Wänden der Röhre geht ein Theil der Energie der Wellen verloren, ihre Amplituden werden immer kleiner und, nachdem sie einen gewissen Weg in der Röhre zurückgelegt haben, sind sie so klein geworden, dass sie nicht mehr beobachtet werden können. Diese Schwächung beträgt für jede Wellenlänge einen gewissen *constanten* Bruchtheil der Amplitude, sagen wir z. B. $\frac{1}{1000}$. Wenn nun von zwei Wellen die eine 10mal so lang ist als die andere, so gehen von ihrer Länge 10mal weniger auf das Cabel, und sie wird daher auch 10mal weniger geschwächt. Da nun die Klangfarbe der Stimme nicht nur von der Höhe der einzelnen Partialtöne bestimmt wird, sondern ganz wesentlich auch von ihrer Intensität, so ändert sie sich natürlich sofort, wenn der Klang eine gewisse Länge des Cabels durchsetzt hat, da die tiefen Töne gegenüber den hohen immer stärker hervor-

*) Vergl. Bd. V Nr. 22 d. Z.

treten. Dieser Umstand macht sich noch viel fühlbarer, wenn die Leitung aus einem Cabel und einer oberirdischen Linie combinirt ist; in diesem Falle kann sich die Person am Ende des Cabels sehr leicht verständlich machen, aber sie selbst hört nicht, was am Ende der Luftlinie gesprochen wird. Dieser Uebelstand zeigt sich schon auf ganz kurzen Cabelstrecken von 3 bis 4 km, und es wird dadurch die Verwendung der Cabel auch in den Stadtnetzen beschränkt. Wenn wir unser Beispiel mit der Wasserröhre auch hier durchführen wollen, so entspricht die Luftleitung einer engen Röhre, die Cabellinie mit grosser Capacität einer weiten Röhre. Pflanzte man jetzt Wellen von der weiten Röhre durch die enge fort, so wird dies ziemlich leicht gehen; viel schwieriger aber werden sich die Wellen aus der engen Röhre in die weite übertragen lassen, wo eine kleine Wassermasse eine viel grössere in Bewegung setzen soll, was natürlich nur mit einer grossen Schwächung der Amplitude der Compression resp. der Tonwelle möglich ist.

Nach obigem lässt sich der gegenwärtige Standpunkt der Technik folgendermassen characterisiren:

- 1) Die Anlage vollständig unterirdischer Netze mit unterirdischer Zuführung von je zwei Drähten für eine Leitung ist zu complicirt und zu kostspielig, um practisch in Frage kommen zu können.
- 2) Die inductionslosen Cabel können, ohne die telephonische Verbindung erheblich zu stören, in Verbindung mit oberirdischen Linien nur in kurzen Stücken von wenigen Kilometern gebraucht werden.

Gestützt hierauf muss man daher für grosse Stadtnetze folgenden Plan entwerfen:

Ein möglichst im Centrum derselben zu wählender Punkt wird als Centralstation bezeichnet. Von demselben führen oberirdisch die Leitungen zu den Abonnenten bis auf einen Umkreis von etwa 1 bis 3 km. An der Peripherie dieses Umkreises werden nach Bedürfniss weitere Centren zur Ausstrahlung der Leitungen gewählt, und, sofern eine grössere Zahl von Abonnenten anzuschliessen sind, etwa 100 bis 500, diese Punkte durch unterirdische Cabel mit der Hauptcentralstation verbunden. Diese Methode wahrt einerseits den grossen Vortheil der oberirdischen Anlage, welcher darin besteht, die anzuschliessenden Abonnenten mit Leichtigkeit zu verbinden und diese Verbindungen ohne grosse Kosten herzustellen und wieder abzuändern. Andererseits gestattet sie die Entlastung der oberirdischen Anlage durch unterirdische Cabel, soweit das Bedürfniss hiezu vorhanden ist. Dieses Princip findet auch bei den Telephonnetzen in der Schweiz Verwendung und es werden nach Bedürfniss Cabel als Leitungsmaterial benützt werden.

In Genf sollen noch diesen Winter in dem von der Stadt neu erstellten Egout längs des Quai du Lac 10 km Cabel zu je 27 Adern verlegt werden, um den neu erstellten Strahlungspunkt auf der Place Longemalle mit der Hauptcentralstation zu verbinden.

Immerhin ist es rathsam, vorläufig die Anwendung dieser Cabel möglichst zu beschränken. Die besondere Isolirmasse, welche in Folge der eigenartigen Construction verwendet werden muss, hat noch keineswegs eine Probezeit bestanden. Es ist ganz unbekannt, wie lange dieselbe brauchbar bleiben wird. Andererseits ist der Preis dieser Cabel ziemlich hoch. Er beträgt für die in Genf gelegten Cabel 3 Fr. per Meter. Eine solche Cabelanlage repräsentirt daher immer ein beträchtliches Capital, über dessen Rendite man vollkommen im Unklaren ist.

Dr. V. Wiellischbach.

Die Sprengung des „Flood Rock“ im „Hell Gate“ bei New-York.

Der New-Yorker Hafen hat ausser dem von Norden nach Süden gerichteten weiten Haupteingange noch einen zweiten, welcher durch den zwischen dem Festlande und dem über 160 Kilometer langen „Long Island“ liegenden

Sund gebildet wird. Dieser Sund führt bei New-York den Namen East River und ist in seinem südlichen Ende von der berühmten New-York-Brooklyner Hängebrücke überbrückt. Der mittlere und nördliche Theil dieses Sundes bietet ein schönes, tiefes Fahrwasser für die Schifffahrt und bildet eine wichtige Verbindung nach den blühenden Städten Connecticut's, Rhode Island's und Massachusetts'. Leider aber ist dieser Meeresarm an einer Stelle, welche den bezeichnenden Namen „Hell Gate“ führt, durch Felsenriffe sehr gefährdet, an welchen bei den heftigen Ebbe- und Fluth-Strömungen schon manche Schiffe gescheitert sind. Die Strömungen erreichen hier zu Zeiten eine Geschwindigkeit von 13 bis 15 km pro Stunde und erzeugen mächtige Wirbel, in welchen die Schiffe nur mit der grössten Mühe gesteuert werden können. Die erste nennenswerthe Arbeit zur Entfernung dieser Riffe wurde im Jahre 1869 bei Hallet's Point begonnen: Ein hervorstehendes Riff wurde mit einem Kofferdamm umgeben und dasselbe, nachdem in ihm ein verticaler Schacht von 10 m Tiefe gesenkt war, im Innern durch zwei einander rechtwinklig schneidende Systeme von horizontalen Stollen ausgehöhlt, wobei ein Felsendach von 2,7 m Stärke stehen blieb, welches auf 173 natürlichen Säulen ruhte. Hierbei wurden allein 36 500 m³ Felsen entfernt. In den Säulen und der Felsendecke wurden zusammen 3,676 Sprenglöcher von 5 bis 7 1/2 cm Durchmesser gebohrt, diese mit 21 600 kg Dynamit gefüllt und am 24. September 1876 gesprengt, worauf die losgesprengten Felsen abgebaggert wurden. Diese erfolgreiche Sprengung war die grösste, welche bis zu jener Zeit gemacht wurde.

Auf dieselbe Weise wurden bis jetzt noch die folgenden Riffe bis auf eine Tiefe von 8 m entfernt: Diamond, Coenties, Way's Reef, Spelldrake, Heel Top, Frying Pan, Pot Rock. Great Mill und Little Mill Rock sind durch einen Steindamm verbunden und es schreiten die Arbeiten daran rüstig vor.

Das gefährlichste Hinderniss aber bildete bisher Flood Rock, ein unregelmässiger Kegel von Gneiss, welcher mitten im Fahrwasser gelegen, die Ebbe- und Fluthströmungen theilte und die gefährlichsten Wirbel erzeugte.

Die Arbeiten zur Entfernung des „Flood Rock“ begannen im Jahr 1875, wurden aber wegen Geldmangels, namentlich am Anfang, häufig unterbrochen. Das nur wenig über dem Wasserspiegel hervorragende Riff wurde mit einem geräumigen Kofferdamm umgeben, worauf auf der so erhaltenen Plattform eine Anzahl von Betriebs-Gebäuden aufgeführt wurden und durch den Felsen ein geräumiger Schacht bis 18 m unter dem Wasserspiegel gesenkt wurde.

Von dem Boden dieses verticalen Schachtes wurden nun durch den Felsen zwei Systeme von horizontalen, parallelen Stollen getrieben, welche einander rechtwinklig schnitten, so dass an den Schnittpunkten natürliche Stein-Säulen stehen blieben, auf welchen das Felsendach eine sichere Auflage fand, bis dasselbe nach Vollendung der Vorarbeiten mit den Säulen zusammen in kleine Stücke zersprengt werden konnte, welche dann auf gewöhnliche Weise abgebaggert werden sollen. Diese Vorarbeiten zur Sprengung nahmen viele Jahre in Anspruch und sind wegen der sich bietenden Schwierigkeiten höchst interessant.

Die parallelen Stollen hatten eine Entfernung von 7,6 m von einander, waren 3 m hoch und liessen eine Felsendicke von 4,5 m Dicke über sich, welche auf 467 natürlichen Säulen ruhte. Die Stollen hatten eine Gesamtlänge von 6 600 m und unterminirten ein Gebiet von 3,6 Hectaren. Bei der Herstellung der Stollen zeigte sich im Felsen eine Anzahl kleinerer Spalten, durch welche das Wasser von oben hindurchquoll, doch konnten dieselben mit Hülfe von Holzkeilen alle leicht zugestopft werden. Grössere Lecke zeigten sich glücklicherweise nicht. Trotzdem war der gesammte Einfluss des Wassers nicht unbedeutend und war eine besondere Canalisation der Stollen nöthig. Zur Entfernung des eindringenden Wassers waren die Pumpen continuirlich thätig, welche zusammen eine Minimal-Leistungsfähigkeit von 18 000 l pro Minute besaßen. Die gefähr-