

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 4/5 (1876)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Die East-Riverbrücke in New York: Pfeilerfundation  
**Autor:** Huber, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-4748>

### **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:** 14.03.2025

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

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

## Die East-Riverbrücke in New-York.

(Früherer Artikel Bd. III, Seite 220.)

### Pfeilerfundation.

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

Nach der definitiven Annahme der Brückentrace wurden im Jahr 1867 schon sorgfältige Sondirungen der Pfeilerbaustellen vorgenommen. Auf der Brooklynseite fand man den Fels bei 29,3 <sup>m</sup> unter Hochwasser, während derselbe auf der New-Yorkseite 24,4—28,1 <sup>m</sup> tief liegt.

Dort bestand das sondirte Material aus einer 2,4 <sup>m</sup> tiefen schlammigen Masse, dann einer erdig kiesigen Ablagerung (lyssartig) von verschiedenen Härtegraden und schliesslich aus Sand und Kies, in die eine grosse Menge Findlinge eingebettet lagen. Bei 15—18 <sup>m</sup> war das Material so hart, dass die Sondirbohrer kaum tiefer zu bringen waren und man verzichtete von vornherein mit der Fundation unter diese Tiefe zu gehen.

Auf der New-Yorkseite fand man erst eine ca. 4 <sup>m</sup> starke Schichte Schlamm, dann 2 <sup>m</sup> grobkörnigen Sand, worunter ein 2 <sup>m</sup> starkes Kieslager. Diesem folgte eine 5—6 <sup>m</sup> mächtige Ablagerung von Schwimmsand, in dessen tiefern Partien kleinere Findlinge und Geröll eingelagert waren. An einzelnen Stellen reichte dieser Sand bis auf den Felsen, während andere Partien von diesem mit einem compacten beinahe undurchdringlichen Material bedeckt waren. Unter solchen Umständen rechnete man darauf, die Fundation bis auf den Felsen ausdehnen zu müssen.

An beiden Stellen hatten die Sondirungen ergeben, dass die Baugründe von sehr ungleichmässiger Solidität sein würden, indem das Material der gleichen Tiefe an verschiedenen Punkten der ausgedehnten Baustellen (52,5 auf 31,1 und 51,2 auf 31,1 <sup>m</sup>) von sehr unterschiedlicher Beschaffenheit war. Es handelte sich daher darum, der Fundation eine starke Basis zu geben, welche den kolossalen Druck des Pfeilers (70 000 Tonnen abzüglich der Seitenreibung) in gleichmässiger Weise ohne schädliche Setzungen auf die soliden Partien des Baugrundes überträgt und vertheilt. In sinnreicher Weise construirte Röbling den für die pneumatische Fundation verwendeten Caisson so, dass derselbe den angegebenen Zweck in vollkommenster Weise erfüllt.

Röbling gab dem Caisson die Form einer viereckigen Pfanne. Derselbe wurde, den Boden nach oben gekehrt, versenkt und der Pfeiler successive auf diesem Boden aufgemauert. Diesen Caisson-Boden resp. -Dach *h* construirte er aus einer soliden Masse über einander gelegter 32 Cm. starker Balkenlagen von 4,6 <sup>m</sup> Dicke beim Brooklyn- und 6,7 <sup>m</sup> Dicke beim New-York-Caisson. Diese Massen erwiesen sich in der Folge als stark genug, ihrer Aufgabe ohne irgend welche störende Durchbiegungen oder Setzungen zu entsprechen.

Das Brooklyn-Caisson hat eine Länge von 52,5 und eine Breite von 31,1 <sup>m</sup>. Der Hohlraum desselben, die Luftkammer *g* hat eine lichte Höhe von 3,1 <sup>m</sup>. Die V förmigen Seitenwände sind wie das Dach aus Balken construirte, haben bei der Verbindung mit dem Dach eine Dicke von 3,0 <sup>m</sup> und verjüngen sich nach unten in einen abgerundeten Fuss von 20 <sup>m</sup> Stärke. Dieser Fuss wird durch einen starken gusseisernen Schuh, welcher mittelst ca. 1 <sup>m</sup> hoch in- und auswendig an den Seiten hinaufreichendem Eisenblech befestigt wird, gebildet. Auf dem Schuh sitzt eine 60 <sup>m</sup> starke Schwelle aus Eichenholz und über dieser liegen drei Lagen längsgelegte Föhrenbalken, nach welchen die erste und ungerad folgenden Balkenlagen kreuzweis gelegt sind. Die Balken der einzelnen Lagen und die Lagen untereinander sind durch Schraubenbolzen zusammengehalten und die ganzen Seiten mittelst starken eisernen Bändern und Bolzen mit dem Dache verbunden. Die innern Seitenwandflächen haben eine Neigung von 45°, die äussern  $\frac{1}{10}$  Anlauf. Die 15 Balkenlagen des Daches sind ebenfalls wie die der Seiten abwechselnd längs und quer gelegt, ein System verticaler und horizontaler Schraubenbolzen verbindet sie zu einem soliden Ganzen.

Um den Caisson luftdicht zu machen, wurden alle Fugen des Holzwerkes von Innen und Aussen auf 10 <sup>m</sup> Tiefe mit heissem getheertem Werg ausgestopft (kalfatert). Zwischen die vierte und fünfte Balkenlage wurde ferner ein den ganzen Caisson überdeckendes Zinklech, das auf den Seiten bis an den Schuh hinunterreicht, eingelegt. An den Aussenseiten ist er durch eine 12 <sup>m</sup> starke Bohlenverschalung geschützt. Die Fugen zwischen den dicht gelegten Balken an den Seiten und in den 5 ersten Lagen des Daches sind mit heissem Theer ausgegossen und die innern Wände des Caissons sind mit einem luftdichten Firnis überzogen. Diese zur Verdichtung des Caissons angewendeten Mittel erwiesen sich als vollständig genügend, der Luftverlust war schon bei der ersten Füllung ein ganz minimier.

Die Luftkammer *g* des Caissons sollte ursprünglich ein Raum ohne irgend welche Abtheilung bleiben, um dadurch die Versenkarbeiten zu erleichtern. Man kam aber von dieser Idee zurück, indem man bedachte, dass durch irgend einen unvorhergesehenen Zufall die comprimirt Luft aus der Kammer entweichen könnte, dass dann die ganze Last der Pfeilerfundation abzüglich der Seitenreibung sich auf den Rand der Seitenwände vertheilen würde. Bei gleichmässigem Aufrufen des Caissons würde bei Beginn der Arbeiten schon dieser Druck ca. 300 Tonnen pr. Quadratmeter Auflagfläche betragen haben, im Laufe der Arbeiten und bei ungleichmässigem Aufrufen wäre der Druck noch bedeutend gestiegen. Unter dieser Erwägung entschloss man sich, die Kammer durch fünf starke verschalte Querwände bestehend aus unterer und oberer Schwelle, Pfosten und Kreuzen in 6 gleiche Theile abzutheilen. Diese Einbauten vermehren die Auflagfläche von 33,4 auf 79,9 Quadratm. oder um 5 0/0 der ganzen Caissonbasis. Sie sind mit dem Dach und den Seiten durch starke Winkelbänder in Verbindung gebracht.

Dieser Caisson wurde auf einer Art Werft in der Nähe des Ufers in einiger Entfernung von der Baustelle erbaut. Vorläufig wurden auf demselben nur die 5 ersten Balkenlagen angebracht, die übrigen sollten erst, nachdem der Caisson an Ort und Stelle war, gelegt werden. Der so zum Stapellauf vollendete Caisson wog circa 3000 Tonnen, wovon 2750 Tonnen Holz- und 250 Tonnen Eisenwerk. Der Caisson lag mit der Längsseite dem Flussufer parallel und sollte in dieser Lage ins Wasser geschoben werden. Zu dem Ende wurden den beiden Schmalseiten und den eingelegten Wänden entsprechend Holzgeleise mit 8 0/0 Fall von der Werft bis an's Flussufer gelegt. Um ein Ausweichen oder Drehen des Caissons während dem Stapellauf zu verhindern, waren die äussersten Holzgeleise mit starken Rippen versehen, an welche die Aussenseiten des Caissons sich genau anlegten. Ein wasserdichter Einbau in die Luftkammer von ca.  $\frac{1}{3}$  deren totalem Inhalt sollte ein zu tiefes Eintauchen des Caissons verhindern. Derselbe diente zugleich zur Unterbringung einer Menge Werkzeuge, die später bei den Arbeiten im Caisson verwendet wurden.

Der Stapellauf des Caissons ging nach diesen Vorbereitungen Mitte März glücklich von Statten, derselbe bewahrte im Wasser eine vollkommen horizontale Lage. Die Arbeiten auf der Baustelle zur Aufnahme des Caissons waren inzwischen betrieben worden. Es war dort nämlich eine alte Landungsbrücke mit mehreren hundert Pfählen zu entfernen, die Baustelle von drei Seiten mit einer starken Spuntwand einzufassen, gegen den Fluss blieb sie bis nach Placirung des Caissons offen, um in derselben eine gleichmässige Tiefe des Flussbettes von 6 <sup>m</sup> Tiefe unter Hochwasser herzustellen. Die Frist bis zur Vollendung dieser Arbeiten wurde dazu benützt, dem nun schwimmenden Caisson weitere zwei Balkenlagen beizufügen.

Anfangs Mai war man so weit, den Caisson an die Baustelle bringen zu können. Der Transport geschah mittelst 6 Remorqueurs. Vor der Fahrt war die auf dem Caisson angebrachte Luftpumpe in Thätigkeit gesetzt und die Luftkammer ganz mit Luft gefüllt, um die Schwimmfähigkeit des grossen Körpers zu vermehren. Die Fahrt nahm einen glücklichen Verlauf, man bemerkte kaum eine Schwankung. Eine solche hätte verhängnissvoll werden können, indem an mehreren Stellen nur ca. 30 <sup>m</sup> Raum zwischen dem untern Rand des Caissons und dem Flussbett verblieb.

Gegen Ende Juni beendigte man sämtliche Zimmerarbeiten am Caisson, bestehend in weitem 10, abwechselnd längs und

quer gelegten Balkenlagen. Ihre Zusammenfügung geschah mittelst Bolzen ähnlich wie im übrigen Theil des Daches. Die Balken sind aber nicht dicht gelegt wie dort, sondern zwischen den einzelnen 12–15 % weite Räume offen gelassen, die mit Cement ausgegossen wurden, um das Gewicht der Masse zu vergrößern. Der Raum *i* zwischen den oben treppenförmig zurücktretenden Balkenlagen und der Verschalung ist mit Beton ausgefüllt, welcher namentlich den Zweck hat, die Holztheile vor dem Zutritt der verheerenden Seewürmer zu schützen. Der Zustand der an der Baustelle herausgezogenen Pfähle der alten Landungsstelle empfahl in dieser Richtung die äusserste Vorsicht, indem weitaus die grösste Zahl derselben in dem vom Wasser berührten Theil (zwischen Hochwasser und Flussbett) von diesen Thieren zerstört war, während die Pfahlstücke über Wasser und im Boden noch gesund erhalten waren. Man suchte deshalb durch undurchdringliche Anstriche, Umhüllungen mit Blech und Beton die Berührung des Wassers mit irgend welchen Holztheilen der definitiven Caissonconstruction zu verhindern. Es war hierbei um so mehr Sorgfalt erforderlich, als die jungen Seewürmer microscopisch kleine Thierchen sind.

Der Caisson für den New-York-Pfeiler ist 52,5 <sup>m</sup> lang und 31,1 <sup>m</sup> breit und im Allgemeinen ein Duplicat des Brooklyn-Caissons, doch hat man, da jene Foundation erst nach Beendigung dieser begonnen wurde, die hier gemachten Erfahrungen zu Nutze gezogen und mehrfache Verbesserungen in der Construction eingeführt. Die New-Yorker Foundation ist ca. 9 <sup>m</sup> tiefer als die auf der Brooklynseite und fand man nothwendig, die Dachdicke durch Zufügung weiterer 7 Balkenlagen von 4,6 <sup>m</sup> auf 6,7 <sup>m</sup> zu erhöhen. Dadurch wurde dessen Tragfähigkeit nahezu verdoppelt. Dasselbe erwies sich der Last der 53 000 Tonnen schweren Foundation vollkommen gewachsen.

Die Luftkammer ist durch 5,60 % starke querlaufende Blockwände in 6 Abtheilungen getheilt, während zwei längslaufende Einbauten, bestehend aus Schwellen und Pfosten, zu weiterer Verstärkung beitragen. Diese Wände sind mittelst starken durch drei Balkenschichten reichende Schraubenbolzen mit dem Dach und durch starke Winkelbänder mit den Wänden zusammengehängt. Durch die Einbauten wurde die tragende Grundfläche des Caissons auf 18 % dessen ganzer Basis vermehrt.

Anstatt die Luftdichtigkeit des Caissons wie beim erstgebauten durch einen innern Firnisstrich zu vervollständigen, zog man hier vor, den ganzen innern Raum mit Eisenblech auszukleiden. Diese Verkleidung sollte insbesondere einen Schutz gegen Feuergefahr in der Luftkammer, welche, wie wir sehen werden, dem Brooklyn-Caisson sehr verhängnissvoll hätte werden können, bilden. Die Blechhaut ist mit 6000 Bolzen an das Holzwerk befestigt und liess sich erwarten, dass anfänglich nicht alle diese Stellen luftdicht schliessen würden. Wirklich erforderte die erste Füllung die vierfache Arbeit wie diejenige am Brooklyn-Caisson, doch in kurzer Zeit waren alle Leckstellen verstopft und liess die Dichtigkeit im Fernern nicht das Geringste mehr zu wünschen übrig.

Zur Verbindung der Aussenwelt mit dem Innern des Caissons wurden durch dessen Dach mehrere Schächte und Röhren geführt, welche verschiedenen Zwecken dienten. Es sind diess:

1. Die Luftschächte oder Eintrittschächte.
2. „ Wasserschächte.
3. „ Materialförderungsschächte.
4. „ Sandröhren.

Die Luftschächte *a* (siehe Skizze) sind von rundem Querschnitt 1,2 <sup>m</sup> weit, aus Kesselblech construiert. Sie führen aus dem Caisson durch das Dach in die wasserdicht ausgezimmerten Hohlräume der Pfeiler, welche den Arbeitern zum Auf- und Abstieg dienen. Am obern Ende der beiden Schächte, unmittelbar über dem Dach, sind die Eintrittskammern *e* (von 1,9 <sup>m</sup> Weite und 2,1 <sup>m</sup> Höhe) angebracht, welche mit den Schächten einer und dem Aufstieg *f* (Treppenraum) andererseits mittelst luftdicht schliessenden Thüren in Verbindung stehen. Am untern Ende sind die Luftschächte noch mit einer luftdicht schliessenden Fallthüre versehen, welche ermöglicht, im Nothfall den ganzen Schacht vom Caisson abzuschliessen, oder denselben in der ganzen Länge als Eintrittskammer zu benutzen. Die Anordnung der Luftschächte in beschriebener Weise erwies sich im

Verlauf der Arbeit als nicht ganz zweckentsprechend, besonders für den Verkehr der im Caisson beschäftigten 120 Mann zu eng, wesshalb die Schächte am New-York-Caisson anders angelegt wurden.

Bei diesem Caisson haben sie die gleiche Lage *a*; die Eintrittskammer ist aber nicht über dem Caissondach, sondern im untern Theil desselben angebracht und der Treppenschacht bis dorthin verlängert. Mit jedem Schacht sind zwei Eintrittskammern von je 2 <sup>m</sup> Durchmesser und 2,4 <sup>m</sup> Höhe in Verbindung, welche zur Hälfte in das Caissondach, zur Hälfte in die Luftkammer hineinragen. Luftdicht schliessende Thüren in der obern Hälfte vermitteln den Zugang vom Treppenschacht und ebensolche in der untern Hälfte den Eintritt in die Luftkammer. Jede der vier Eintrittskammern fasste 30 Mann und konnte daher das ganze Arbeitercontingent auf Einmal ein- resp. ausgelassen werden. Ausserdem war mit der Anordnung die grosse Annehmlichkeit verbunden, dass die Arbeiter den ganzen Auf- und Abstieg in freier Luft und nicht wie beim Brooklyn-Caisson z. Th. in der comprimierten Luft des dunkeln Luftschachtes machen mussten.

Die Wasserschächte *b* (siehe Skizze) dienten zur Hinausbeförderung des in der Luftkammer gewonnenen Aushubmaterials. Sie führten ebenfalls durch die Pfeilerhohlräume, sind aus Kesselblech gefertigt und mit Winkeleisen versteift. Die Schächte des Brooklyn-Caissons waren rechteckig 2,2 <sup>m</sup> auf 2,0 <sup>m</sup> weit, diejenigen des New-York-Caissons rund und 2,4 <sup>m</sup> weit. Diese Schächte sind unten und oben offen, das untere Ende liegt 0,6 <sup>m</sup> tiefer als der Schuh der Caissonwand, das obere Ende wurde durch successive Verlängerung immer über der obersten Mauerschichte resp. Hochwasser gehalten. In dem Schacht stand natürlich immer Wasser, das sich jeweils mit Fluth und Ebbe ins Niveau stellte. Unter dem Wasserschacht war im Boden eine Vertiefung ausgegraben, in welche die aufgelockerten und verkleinerten Aushubmaterialien geworfen wurden. Eine zangenartig sich schliessende Baggerschaufel fasste sie hier und wurden sie in derselben emporgehoben, oben im Boote verladen und auf die Ablagerungsplätze entfernt.

Der Materialzuführungsschächte *c'* waren beim Brooklyn-Caisson zwei, zwischen dem Wasser- und Luftschacht angebracht, beim New-York-Caisson dagegen vier in der Position *c''*. Sie waren aus Eisenblech hergestellt, 0,6 <sup>m</sup> weit. Dieselben ragten 0,6 <sup>m</sup> in die Luftkammer hinein und wurden dem Einsinken des Caissons entsprechend nach oben verlängert, so dass sie immer über Hochwasser aufragten. Sie waren oben und unten mit luftdicht schliessenden Thüren versehen. Bei verschlossener unterer Thüre wurden die Röhren von oben mit Material für die Arbeiten im Caisson gefüllt, dann die obere Thüre geschlossen, der comprimierten Luft Zutritt in die Röhren verschafft, die untere Thüre geöffnet und das Material fiel in die Luftkammer.

Der Umstand, dass bei den Sondirungen der New-Yorker Baustelle ein starkes Lager von Schwimmsand constatirt wurde, bewog, im dortseitigen Caisson ausser den beiden Wasserschächten noch Sandförderungsrohren von 10 <sup>m</sup> Weite anzuwenden. Es wurden in den Punkten *d* ca. 50 solcher Röhren angebracht, deren untere Mündungen 20 % über dem Caissonfuss liegen und die mit dem vorrückenden Pfeilermauerwerk oben jeweils über Hochwasser verlängert wurden. Nahe der Caissondecke war jede der Röhren mit einem Lufthahn versehen, mittelst welchem der comprimierten Luft des Caisson Eintritt in die Röhren verschafft werden konnte. Die mit grosser Vehemenz einströmende Luft riss den um die Röhrenmündung aufgehäuften Sand mit, selbst Kieselsteine und grobe Erde folgten dem Druck. Diese Materialien wurden bis 500' hoch in die Luft geschleudert. Um dieses gefährliche Schleudern zu vermeiden und die Materialien zu sammeln, versuchte man die Ausflussrichtung horizontal und schiefabwärts abzulenken. Die aus bestem Material gefertigten und verstärkten Kniestücke erwiesen sich als zu schwach, binnen kurzer Zeit (1 Stunde bis 2 Tage) wurden sie vom Sand durchgeschlagen. Man wusste sich schliesslich nicht anders zu helfen, als grosse starke Granitplatten über die verticalen Oeffnungen zu placiren und dadurch die ausgeworfenen Materialien im Fluge zu hemmen.

Die Röhren bewährten sich vorzüglich. Binnen 2 Minuten förderte eine solche einen Cubikmeter Sand aus einer Tiefe von 20 m. Im reinen Sand stieg zuweilen die Tagesleistung auf 600—700 Cubm., in den tiefern Partien dagegen, in welchen viele kleinere Findlinge und grobes Geröll im Sand vorkamen, wurde die Arbeit durch fortwährend nothwendiges Wegräumen desselben verzögert und die Leistung sank auf 100—200 Cubm. pr. Tag. In reinem Sand hatten vierzehn Mann genug Arbeit, das Material so rasch als möglich dem Röhrenende zuzuschaukeln; die Arbeit war so anstrengend, dass in kurzen Zeiten abgelöst werden musste. Bei gleichzeitiger Verwendung von drei Röhren war der Luftverbrauch gerade so gross wie die für die Lüfterneuerung im Caisson permanent nothwendige Zufuhr frischer Luft und verursachte die Arbeit bis zu dieser Ausdehnung also keine Unkosten auf dem Compressorenconto; sobald dagegen mehr als drei Röhren in Thätigkeit gesetzt wurden, musste entsprechend mehr Luft dem Caisson zugeleitet werden. Diess war indessen schon deshalb selten der Fall, weil gewöhnlich nicht mehr als 60 Mann, die Hälfte des constant verwendeten Arbeitercontingentes, auf das Sandblasen ausschliesslich verwendet werden konnten.

Man machte vielerlei Versuche, durch Anbringung eines beweglichen, an verschiedene Stellen im Caisson führbares Röhrenende die Arbeit zu vereinfachen, das Sandschaufeln theilweise zu sparen. Mit Draht verstärkte Leder- und Kautschukschläuche, gebogene Eisenröhren mit Gelenken wurden verwendet, aber

keine dieser Neuerungen bewährte sich, so dass man schliesslich bei der alten Methode verblieb.

Die Zuführung der nothwendigen Luft in den Brooklyn-Caisson geschah durch 6 von einander unabhängige Dampfmaschinen von je 20 Pferdekräften. Jede dieser Maschinen trieb zwei Compressoren von 42 cm Kolbenhub und 45 cm Cylinderweite. Damit nie alle Maschinen oder ein grösserer Theil derselben gleichzeitig in Reparatur kommen sollten, hatte jede ihren besonderen Kessel.

Durch Einspritzen feiner Wasserstrahlen in den Pumpencylinder bei jedem Kolbenhub wurde die comprimirt Luft in demselben gekühlt. Von den Pumpen wurde sie in einen grossen Condensirraum geleitet, um ihr die Feuchtigkeit zu entziehen und sie trocken in's Caisson gelangen zu lassen. Die Leitung bis zur Baustelle hatte 25 cm Durchmesser, dort gabelte sie sich in 2 Leitungen von 15 cm Weite, die beide durch die Pfeilerhohlräume ins Caisson führten.

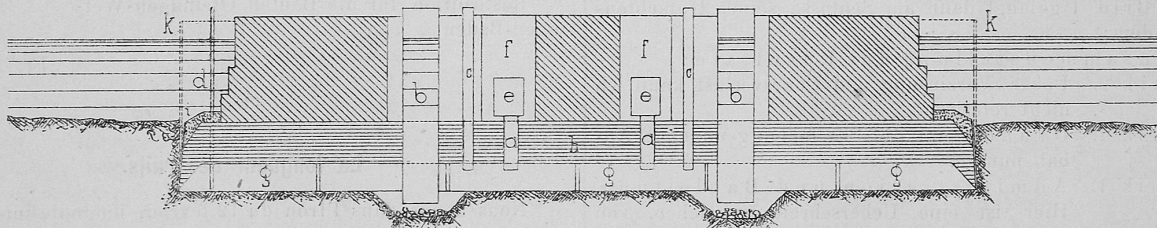
Bei Beendigung der Foundation des Brooklyn-Pfeilers wurde die ganze Maschinenanlage auf das andere Ufer des East-River transportirt und für die Arbeiten am New-York-Pfeiler in Verwendung genommen. Da die Foundation desselben ca. 9 m tiefer werden sollte als jene, so wurden den 6 Compressorengruppen noch 7 weitere ganz gleicher Construction beigelegt; im Uebrigen war die Anordnung die nämliche.

(Schluss folgt.)

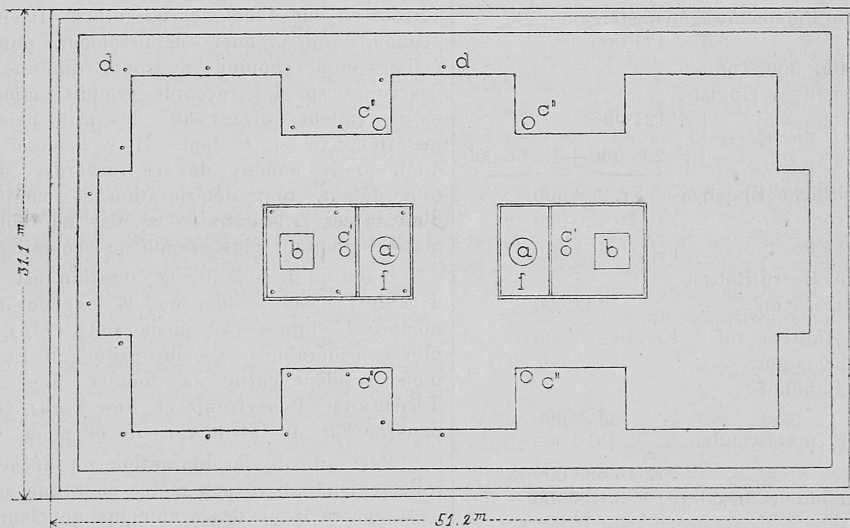
H. Huber, Ing.

### CAISSON des BROOKLYN-PFEILERS

Längenschnitt



Grundriss



Erklärung:

- |                                       |                                              |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| a. Luftschacht oder Eintrittsschacht. | f. Treppenschacht, Aufstieg.                 |
| b. Wasserschacht.                     | g. Luftkammer.                               |
| c' und c'' Materialförderungsschacht. | h. Caisson-Dach.                             |
| d. Sandröhren.                        | i. Beton.                                    |
| e. Eintrittskammer.                   | k. Aufgesetzte Spuntwand (New-York Caisson). |

\* \* \*