

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 17/18 (1891)  
**Heft:** 7

**Artikel:** Der Bau der neuen Quaimauern im Hafen von Bordeaux  
**Autor:** Zschokke, Conradin  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-86090>

#### 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:** 13.02.2026

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

INHALT: Der Bau der neuen Quaimauern im Hafen von Bordeaux. III. (Schluss.) — Die Beförderung der Trambahnwagen mittelst electrischer Sammler. (Schluss.) — Nekrologie: General Ibañez. — Miscellanea: Eidgenössisches Parlamentsgebäude in Bern. — Concurrenzen: Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Niagara. Figurengruppen für

das neue Theater in Zürich. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. —

Hierzu eine Tafel: Der Bau der neuen Quaimauern im Hafen von Bordeaux. Blatt III.

## Der Bau der neuen Quaimauern im Hafen von Bordeaux.

Von Ingenieur Conradin Zschokke.  
(Mit einer Tafel. Blatt III.)  
III. (Schluss.)

Die beiden Wagen, deren Bau auf Blatt III, Fig. 18 und 19 angegeben ist, werden mittelst Ketten und kräftigen Differential-Flaschenzügen bewegt, welch letztere an sehr festen Verankerungen am höchsten Punkte der schiefen Ebene befestigt sind. Die Montage der eisernen Rüstungen findet beidseitig der Wagen statt und zwar auf eisernen Schienen, die es gestatten, den vollendeten Caisson leicht auf die Wagen zu schieben. Gleichzeitig mit der Aufstellung der Caissons werden dessen Seitenwände über der Decke der Arbeitskammer mittelst drei Reihen Blechplatten um etwa 4 m verlängert und damit ein wasserdichter, oben offener Schwimmer über dem Caisson erstellt, dessen Oberfläche derjenigen des Caissons gleich kommt.

Sobald der eiserne Bau des Caissons derart erstellt ist, wird derselbe, wie schon oben gesagt, auf den nächsten freien Wagen geschoben und dort die Ausmauerung der Seitenwände begonnen und im Innern der Arbeitskammer mit einem Cementputz überzogen. Der Wagen mit dem Caisson wird sodann während der Ebbe bis zum Fusse der Rampe heruntergelassen und dort bei steigender Fluth mit Hülfe des Schwimmers gehoben. Er kann dann mit Leichtigkeit an seinen Ort geschwemmt werden (Bl. III, Pos. 1), während der entladene Wagen wieder mit den Flaschenzügen die Rampe hinaufgezogen wird, um dort wieder mit einem weitern Caisson beladen zu werden, dessen Eisengerippe seither auf einer andern Seite des Wagens vollendet worden ist. Mit der eben beschriebenen Einrichtung wird es möglich, monatlich mit Benutzung der höchsten Fluthen vier Caissons ins Wasser zu bringen. Um dagegen die Caissons der Widerlager an Ort zu bringen, werden dieselben einfach bei Ebbe auf den Laderampen, wo sie erstellt werden, bis zum Fusse derselben hinuntergeschoben, wo sie bei steigender Fluth gehoben und schwimmend weggeführt werden.

Anfänglich wurden nun die noch schwimmenden, an Ort gebrachten Caissons sofort nach oben mit weitern Mantelblechen verlängert, die freilich in Folge ihrer Befestigung später wieder abgestreift werden konnten und blieben schwimmend, d. h. hoben und senkten sich mit Fluth und Ebbe. Nachdem nun aber etwas Mauerwerk aufgebracht worden war, trat endlich ein Moment ein, wo der Caisson sich bei steigender Fluth nicht mehr hob, sondern auf dem Boden festsass, sodass nunmehr die Steigeröhren und die Luftsleusen aufgesetzt werden und die Versenkung nach genügender Belastung beginnen konnte.

Doch boten sich bei diesem Vorgange häufig grosse Schwierigkeiten, weil der Caisson gewöhnlich derart in den weichen Boden einsank, dass der Schlamm nicht nur in die Arbeitskammer, sondern auch theilweise in die Steigeröhren eintrat und dadurch der Aushub und die Verticalstellung desselben ungemein erschwert wurde und überdies die Arbeiter stets in Gefahr standen, in Folge einer plötzlichen Bewegung des Caissons von aller Verbindung mit Aussen abgeschlossen zu werden.

Diese Gefahr bestand in der That, so lange das Mauerwerk nicht über den Niederwasserspiegel herausragte und man somit genötigt war, dasselbe hinter blechernen dichten Schutzwänden auszuführen, wobei man den Caisson so stark belasten musste, dass er bei Fluth sich nicht heben konnte, welche Belastung alsdann bei darauffolgender Ebbe und der in Folge dessen stark verringerten Wasserverdrängung

das Einsinken des Caissons in den Schlamm Boden zur Folge hatte.

Diesem Uebelstande konnte hier mit Aufhängen an festen Gerüsten nicht abgeholfen werden, da die in Frage kommenden Lasten jede Rüstung in diesem Boden zerstört hätten. Es musste desshalb ein Verfahren gesucht werden, um das Gewicht, d. h. das Mauerwerk so niedrig als möglich zu halten, so lange der Caisson durch die Schlamm schichte versenkt wurde und gleichzeitig die Veränderungen im Gewichte trotz den Veränderungen des Wasserstandes zu vermeiden.

Dieses Verfahren wurde von der Unternehmung darin gefunden, dass sie das Mauerwerk über der Decke nicht mehr, wie anfänglich, hinter dichten Schutzwänden ausführte, die bis über Hochwasser hinausreichen mussten und die Schwankungen der Wasserverdrängung, somit des Gewichtes, das auf dem Boden ruhen musste, zur Folge hatten, sondern im Innern eines zweiten schwimmenden Caissons, der wie ein Hut über den zu versenkenden Caisson gestülpt wird und der nach vollendetem Versenken wieder zur nächsten Fundation dient und dessen Decke während der ganzen Dauer der Versenkung nahezu in der Höhe des Niederrwassers gehalten wird (Bl. III, Pos. I, II und III).

Dieser bewegliche Caisson, dessen Bau die Zeichnungen auf Blatt II, Fig. 6, 7 und 8 letzter Nummer geben, hat eine Höhe der Arbeitskammer von 2,25 m, eine Länge von 11,25 m und eine Breite von 5,50 m. Seine Wandungen sind derart erstellt, dass sein Inneres möglichst frei bleibt und es wurden deshalb die Gegenstreben thunlichst vermieden.

Die eisernen Seitenwände sind nach oben um einige Meter über die Deckenträger verlängert und bilden einen nach oben offenen, wasserdichten Schwimmer, der es gestattet, den ganzen Caisson schwimmen zu lassen, trotz der Gusseisenmassen, die als Ballast zwischen den Deckenbalken vertheilt sind. Ein oder mehrere Fallen gestatten übrigens in diesen Schwimmer nach Bedarf Wasser eintreten zu lassen.

Um endlich zu ermöglichen, mit dem schwimmenden Caisson den zu versenkenden Caisson zu decken, der mit einer Steigeröhre von 0,70 m Durchmesser für den Personenaufstieg und einer zweiten Steigeröhre von 1,05 m Durchmesser für den Erdaushub versehen ist, wurden an der diesen Steigeröhren entsprechenden Lage des schwimmenden Caissons zwei Futterröhren angebracht, welche genügend weit sind, um den Röhren des in Versenkung begriffenen Caissons den nötigen Spielraum zu gestatten.

Diese Futterröhren reichen nicht nur durch die Arbeitskammer hindurch, sondern noch über deren Decke heraus bis zur Höhe des Schwimmers und endigen am untern Ende in der Arbeitskammer mit einem engen Cylinderstücke von 0,80 m Höhe, das in die Futterröhre hineingeschoben werden kann und an dieselbe mittelst Bolzen angeschraubt ist, die sich in der Arbeitskammer leicht lösen lassen.

Der bewegliche Caisson trägt im Weitern längs seiner Längsseiten einerseits eine Steigeröhre und Schleuse für den Ein- und Austritt der Arbeiter und anderseits Röhre und Schleuse für die Förderung der Baumaterialien und endlich ein leichtes eisernes Gerüste zur Stütze der Dienstbrücken um die Schleusen herum. Die Verwendung macht sich nun folgendermassen:

Nachdem der zu versenkende Caisson ins Wasser gebracht und über der Stelle verankert ist, wo er versenkt werden soll (Bl. III, Pos. I), so werden die Zwischenräume zwischen den Deckenträgern mit Beton ausgefüllt. Dieses Gewicht reicht gewöhnlich hin, um zu erzielen, dass der Caisson bei Ebbe auf dem Flussboden aufsitzt. Man verhindert dann, dass er sich neuerdings bei Fluth heben kann,

indem man langsam Wasser in den Schwimmer eintreten lässt, der über die Deckenträger hinausreicht, und benützt nun die folgende Fluth, um den beweglichen Caisson über den zu versenkenden zu schwemmen. Bei der darauf folgenden Ebbe wird nun der schwimmende Caisson auf den untern aufzusitzen kommen und da derselbe, wie oben angegeben, einigen Ballast trägt und man überdies durch Oeffnen der Fallen Wasser in dessen Schwimmer eintreten lassen kann, wird auch er bei steigender Fluth nicht nur sich nicht mehr heben, sondern es wird möglich, mit comprimirter Luft das Wasser auf die nötige Höhe aus seiner Arbeitskammer zu verdrängen, um den Arbeitern zu gestatten, ihn mit Hülfe eines passenden Systems von Ketten und Schrauben mit dem zu versenkenden Caisson zusammenzuhängen (Bl. III, Pos. II). Nachdem dies geschehen, wird es nun erst möglich, die Arbeitskammer des beweglichen Caissons ganz vom Wasser zu entleeren, weil bei dem ungenügenden eigenen Gewicht des Caissons das Heben desselben durch die vergrösserte Wasserverdrängung blos durch das Gewicht des untern Caissons verhindert wird, mit dem er nunmehr verhängt ist.

Nun liegt kein Hinderniss mehr vor, um die Ausführung von Mauerwerk im beweglichen Caisson auf den Beton des untern Caissons aufzunehmen, der, wie oben gesagt, schon vorher eingebracht worden war. Die Baumaterialien werden zu dem Ende mittelst der Materialschleuse in den beweglichen Caisson eingeschleust und gleichzeitig die Steigeröhren des zu versenkenden Caissons verlängert und mit Schleusen versehen. Ein ganz geringer Cubikinhalt Mauerwerk auf den Beton genügt auch sofort, um nunmehr das Wasser aus dem zu versenkenden Caisson zu verdrängen, und von diesem Augenblicke an geht die Versenkung ihren regelmässigen Gang, indem der Erdaushub sich wie gewöhnlich mittelst der Schleusen auf dem zu versenkenden Caisson vollzieht, wogegen die Mauerung nach Bedarf im beweglichen Caisson ausgeführt wird (Bl. III, Pos. III). Nach Massgabe der Versenkung des untern Caissons und Erhöhung des Mauerwerkes im schwimmenden Caisson werden die Ketten, welche beide zusammenhalten, verlängert (Bl. II, Fig. 13), so dass der obere Caisson sich nahezu stets auf der gleichen Höhe mit Rücksicht auf den Niederratherspiegel erhält, stets getragen durch den Auftrieb, der die Ketten gespannt hält. Da sich derart die Wasserverdrängung des ganzen Systems, trotz Fluth- und Ebbewechsel nahezu constant erhalten lässt, so liegt es ausschliesslich in der Hand der Bauleitung den Caisson weniger oder mehr zu beladen, je nachdem es die Bodenverhältnisse bedingen, d. h. man ist derart von Fluth und Ebbe vollständig unabhängig.

Sobald nun der Caisson, der zu versenken war, die vorgesehene Tiefe erreicht hat, wird seine Arbeitskammer wie sonst mit Beton ausgefüllt und seine Schleusen und Steigeröhren werden abgeschraubt und abgehoben. Bevor jedoch zur Ausmauerung der Schächte geschritten wird, die im Mauerwerk zum Durchgange der Steigeröhren ausgespart sind, werden die Futterröhren im beweglichen Caisson mit starken Deckeln oben abgeschlossen und auch dort comprimire Luft mittelst Hahnen eingelassen, die untern beweglichen engen Röhrenstücke der Futterröhren werden abgeschraubt und in die oberen weiteren Röhrenstücke hinaufgeschoben und es werden mit Hülfe von Ejectoren oder passenden Pumpen die Mauerschächte vom Wasser entleert, gereinigt und nunmehr trocken, unter Luftrad, mit Mauerwerk oder Beton ausgefüllt.

Um schliesslich den Caisson wegzunehmen und anderwärts verwenden zu können, werden bei Ebbe die Ketten, die ihn noch an den versenkten Caisson befestigen, gelöst; die Luft wird aus dem Caisson abblasen, der Schwimmer trocken gelegt und seine Fallen geschlossen, so dass der Caisson beim Steigen der Fluth wiederum schwimmend wird und weggeschwemmt werden kann. Es bleibt nun blos noch übrig, die gelösten Ketten durch Taucher in grössstmöglicher Tiefe unter Wasser vom versenkten Caisson abzuschneiden.

Das Verfahren hat tatsächlich zum Resultate geführt, dass man die Versenkung in der mächtigen Schlammsschicht von Anbeginn an bei vollständig freier Arbeitskammer rasch durchführen konnte und dass die unerwarteten Senkungen nie mehr vorgekommen sind, somit die Arbeiter in vollständiger Sicherheit arbeiten konnten.

## Die Beförderung der Trambahnwagen mittelst electrischer Sammler.

(Schluss.)

*II. Fall. Sammler, Electromotor und Bewegungsmechanismus sind auf der elektrischen Locomotive untergebracht.*

In erster Linie ist hier zu untersuchen, ob das Adhäsionsgewicht der Locomotive zur Beförderung des Wagens auf den Rampen ausreichen kann. Bei der unter I. behandelten Anordnung kommt diese Frage nicht in Betracht, da das gesamte Gewicht von Wagen, Sammlern und Fahrgästen für die Adhäsion nutzbar gemacht wird und immer ausreicht.

Der Verfasser rechnet in erster Linie mit den Pariser Verhältnissen; die stärksten Steigungen sind hier  $5\frac{1}{2}\%$ . Das zu befördernde Wagengewicht, einschliesslich 50 Fahrgäste, wird zu 7000 kg angeschlagen, der Zugwiderstand auf wagrechter Linie wieder zu 10 kg pro Tonne; dann beträgt die nothwendige Zugskraft auf der Rampe von  $5\frac{1}{2}\%$

$$z = 7000 (0,010 + 0,055) = 455 \text{ kg},$$

welche sich noch um die zur Beförderung des Eigengewichts von  $y$  kg der Locomotive nothwendige im Betrag von

$$z_1 = y (0,010 + 0,055)$$

erhöht. Kann auf einen Reibungskoeffizienten von  $\frac{1}{10}$  gerechnet werden, so folgt aus

$$455 + y (0,010 + 0,055) = 0,10y$$

das Locomotivgewicht zu  $y = 13\,000 \text{ kg}$ . Um die Nutzlast von 7000 kg zu befördern, müssten also  $7000 + 13\,000 = 20\,000 \text{ kg}$  fortbewegt werden, woraus die Unbrauchbarkeit dieser Beförderungsart bei starken Steigungen klar hervorgeht.

Für geringere Steigungen von  $3,0\%$  findet sich das nothwendige Locomotivgewicht nach ähnlichen Rechnungen zu 4667 kg, das ganze Zugsgewicht zu 11667 kg.

Auf horizontaler Strecke berechnet sich das Locomotivgewicht aus

$$70 + 0,01y = 0,1y$$

zu nur 778 kg, welches schon durch das Sammlergewicht allein wie auch durch dasjenige der leeren Locomotive überschritten wird.

Genauer verfolgt der Verfasser nur den zweiten Fall, Steigungen bis  $3,0\%$  annehmend, wieder unter Voraussetzung verschiedener Combinationen von Sammlergruppen.

a) Für jede Locomotive besteht nur eine Sammlergruppe, welche die nötige Zugskraft für den ganzen täglichen Weg von 100 km zu liefern hat. In der früheren Formel für die Berechnung des Brutto-Sammlergewichts:

$$(P + x)L \cdot 0,005 = x$$

ist auf der linken Seite für  $x$  nur das Gewicht einzuführen, um welches das Sammlergewicht das vorausgesetzte nothwendige Locomotivgewicht von 4667 kg übersteigt, also  $x = 3467$ , wenn das Gewicht des leeren Locomotivwagens zu 1200 kg angenommen wird, wogegen jetzt unter  $P$  das Wagen- mehr dem Locomotivgewicht zu verstehen ist.

Es folgt dann aus  $[11667 + (x - 3467)] \cdot 0,005 = x$  das Sammlergewicht zu  $x = 8200 \text{ kg}$ ; das Locomotivgewicht würde 9400 kg, das ganze Zugsgewicht 16400 kg betragen, was als unzulässig bezeichnet werden muss.

b) Für jede Locomotive sind zwei Sammlergruppen vorhanden, von welchen jede die erforderliche Zugkraft für 50 km zu liefern hat. Da jetzt das Sammlergewicht die nothwendige Belastung der Locomotive im Betrag von 3467 kg nicht erreichen wird, berechnet sich dasselbe einfach aus  $11667 \cdot 0,005 \cdot 50 = x$  zu  $x = 2917 \text{ kg}$ . Die Locomotive muss also noch mit einem Ballast von 550 kg versehen werden.

## UNTERNEHMUNG C. ZSCHOKKE &amp; TERRIER

## Blatt III. Hafen von Bordeaux

Pos. I. Fig. 14.

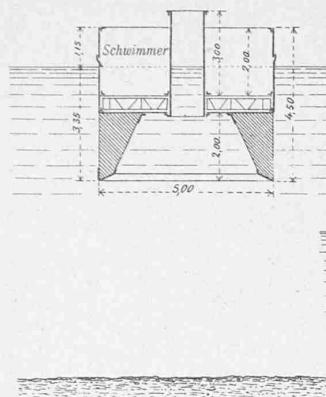
Der Versenkcaisson schwimmt  
1 : 200

Fig. 20. Gewölbeausmauerung. Schnitt im Scheitel

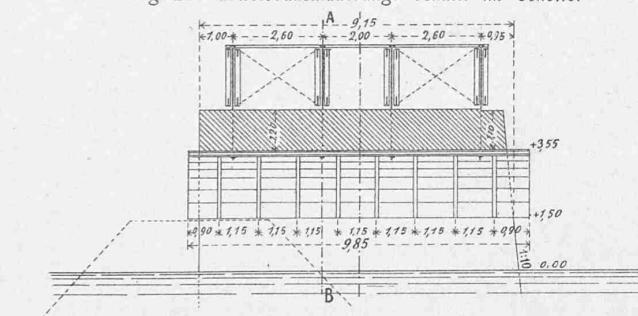
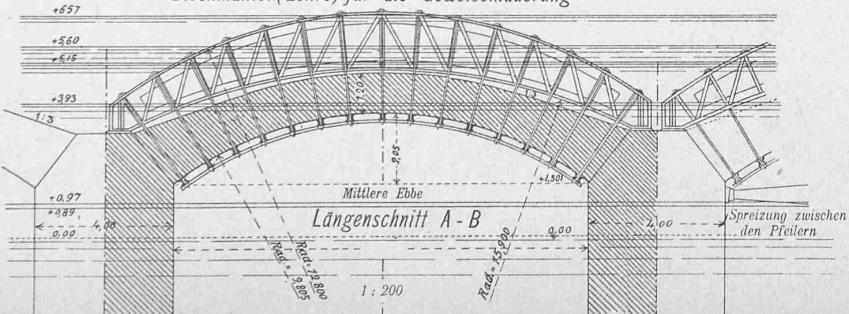


Fig. 21. Ueberstehendes Lehrgerüst mit aufgehängtem Blechmantel (Lehre) für die Gewölbemauerung



Pos. II. Fig. 15.

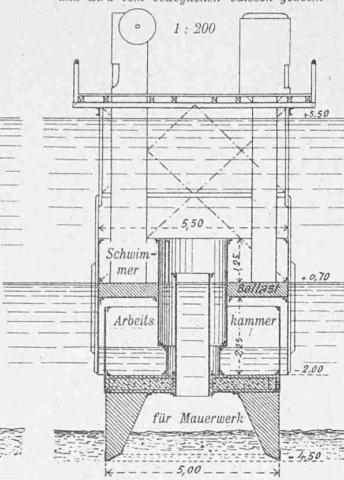
Der Versenkcaisson sitzt auf dem Fussboden auf  
und wird vom beweglichen Caisson gedeckt  
1 : 200

Fig. 16.

Pos. III.

Der untere Caisson wird versenkt während der obere  
seine Höhenlage nicht wesentlich verändert.  
Im ersten wird die Erde ausgehoben,  
im letzten wird gemauert

1 : 200

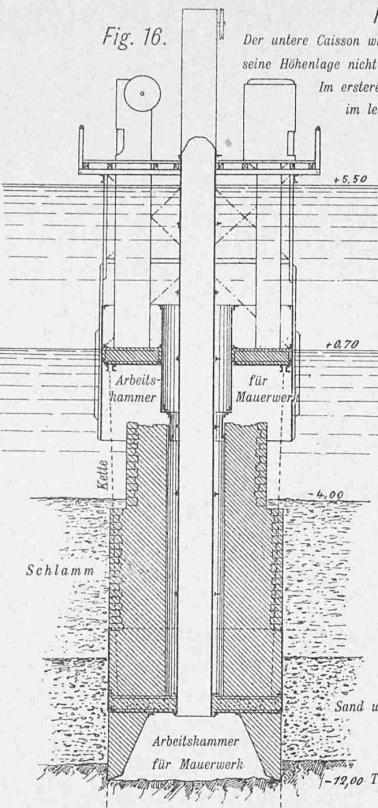
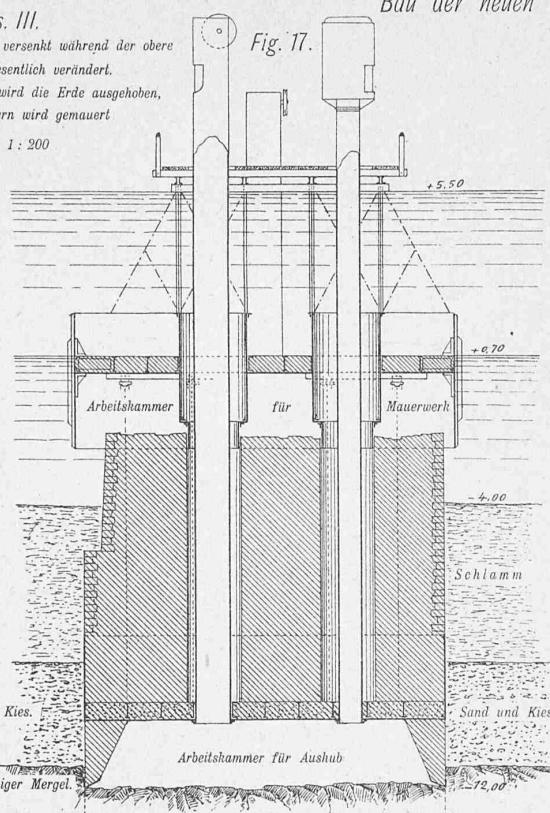


Fig. 17.



## Bau der neuen Quaimauern

Fig. 18. Querschnitt

Eiserner Wagen zur Ueberführung  
der Caissons ins Wasser

Fig. 19.

