

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 13/14 (1889)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Canalschleusen mit beweglichen Kammern  
**Autor:** Pestalozzi, Karl  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-15604>

### **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:** 05.02.2025

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

INHALT: Canalschleusen mit beweglichen Kammern. Von Prof. Karl Pestalozzi. (Fortsetzung.) — Die Berücksichtigung der hin- und hergehenden Massen beim Kurbelmechanismus. — Patent-Liste. — Miscellanea: Aufthauen von gefrorenem Boden. Beobachtungen über den Winddruck. Die Benutzung des Telephons zur Regelung des Ganges

der Uhren. Marzili-Bahn in Bern. Eisenbahnen in Griechenland. Eidg. Polytechnikum. — Concurrenzen: Bezirksschulhaus in Zittau. — Correspondenz. — Vereinsnachrichten. Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Canalschleusen mit beweglichen Kammern. Fontinettes. — Ursprüngliches Project Clark.

## Canalschleusen mit beweglichen Kammern.

Von Prof. Karl Pestalozzi.

(Mit einer Tafel.)

(Fortsetzung.)

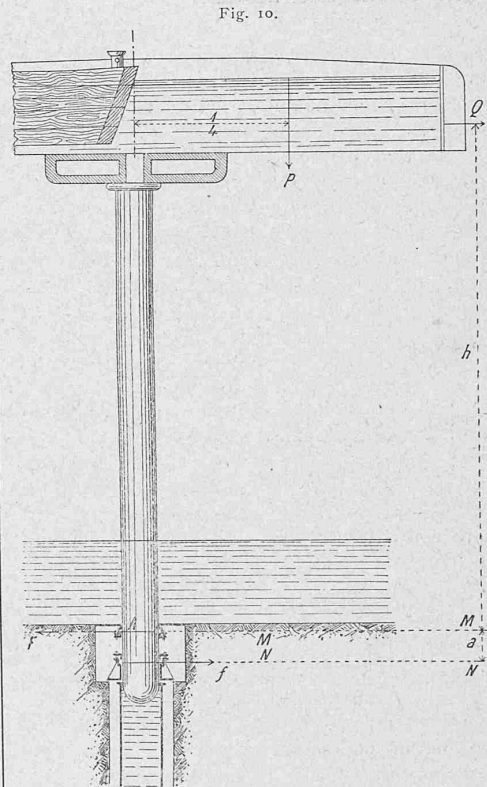
### VIII. Verzicht auf die Eintauchung der Kammern in das Unterwasser.

Clark hat seine neuen Projecte demjenigen nachgebildet, welches er früher schon bei Anderton in Ausführung gebracht hatte. Hiebei wurde auf das Eintauchen der beweglichen Kammern in die untere Canalhaltung verzichtet. Diese Anordnung (siehe Taf. II\*) Fig. 1), gemäss welcher unten der Anschluss in gleicher Weise bewerkstelligt wird wie oben, ist als eine wesentliche Verbesserung zu betrachten. Bei dem Eintauchen der Kammer in die untere Canalhaltung, wie es in Anderton stattfindet, erscheint allerdings der Umstand, dass, durch einfaches Aufziehen der Falle am Ende der Kammer, zwischen dieser und der Canalhaltung die Verbindung für den Durchgang der Schiffe hergestellt ist, als Erleichterung des Verkehrs. Dieser Vortheil wird aber durch den Gewichtsverlust, welchen das Eintauchen zur Folge hat, aufgehoben, wie aus der Betrachtung des in Anderton eingeführten Betriebes leicht ersichtlich ist. Dort wird das Uebergewicht für die Bewegung der Kammern dadurch zu Wege gebracht, dass man in der sinkenden die normale Wassertiefe beibehält, in der steigenden dagegen den Wasserspiegel um 15 cm senkt. Das genügt für die Ueberwindung der Bewegungshindernisse bis zu der Ankunft der sinkenden Kammer am Unterwasserspiegel. Nun bleiben aber bei beginnender Eintauchung beide Kammern stehn. In diesem Augenblicke sperrt man die Verbindung zwischen den Presscylindern ab. Um hierauf die untere Kammer vollends zu senken, genügt es, das Druckwasser aus ihrem Presscylinder entweichen zu lassen. Die steigende Kammer aber muss man durch Einpressen von Druckwasser in den Cylinder, nahezu der Canalhöhe entsprechend, auf volle Höhe heben. Die hiefür erforderliche Wassermenge wird in einem durch Dampfmaschine bedienten Accumulator bereit gehalten. Diese Nachtheile heben den Zeitgewinn, welchen das Eintauchen der Kammern für Aus- und Einfahrt der Schiffe gewährt, durch anderweitige Verzögerungen im Betriebe wieder auf und dazu kommt ein stärkerer Wasserverbrauch mit bedeutenden Mehrkosten verbunden.

Noch mehr als das spricht für die Trockenhaltung des Raumes, in welchen die Kammern bei ihrer Ankunft unten eintreten, der Umstand, dass in der Schleuse bei Anderton die Presscylinder unter Wasser kommen, während dieselben in den trocken bleibenden Räumen der Schleusen in Frankreich und in Belgien beständig zugänglich sind (vergl. Fig. 1 u. 3 auf Taf. II). Das ist namentlich mit Bezug auf die Dichtung der Presse wichtig. Diese, aus Phosphorbronze hergestellt, muss auf einem schmalen Streifen am oberen Ende des Presscylinders angebracht werden. Im Uebrigen bleibt zwischen Presskolben und Cylinder ein Spielraum. Die auf einen schmalen Streifen beschränkte Berührung gestattet die unvermeidlichen Schwankungen der Kammer ohne Inanspruchnahme des für die Packung verwendeten Materials über die Elasticitätsgrenze hinaus. Man sucht zwar die Schwankungen möglichst durch zweckmässig angebrachte Führung zu vermeiden; allein einigen Spielraum muss man unter allen Umständen gewähren, so viel, dass der französische Ingenieur Cadart darin glaubt die Ursache des Cylinderbruches in Anderton entdeckt zu haben.

\*) Tafel I folgt später.

Fig. 10 stellt die allgemeine Anordnung der Pressen von Anderton dar. Die Dichtung zwischen Kolben und Presscylinder findet sich in der Horizontalen *N* und in der Horizontalen *M* bei *A* hat man eine zweite Packung angebracht, um das Wasser von dem Schachte, in welchem die Presse befestigt ist, abzuhalten. So muss also der Kolben durch zwei Kreise, welche unbeweglich bleiben sollten, geführt werden. Schwankungen der Kammer verursachen daselbst eine schädliche Inanspruchnahme des Materials, weil sie in um so bedeutenderem Masse eine Veränderung der Lage der beiden Ringe bewirken, je grösser die Entfernung *a* der Horizontalen *M* und *N* von



einander ist. Da beim Einfahren des Schiffes bis zur Mitte der Kammer, wie Fig. 10 andeutet, in der andern Hälfte ein Aufstau entsteht, so bildet sich nach dieser Seite ein Uebergewicht *P*. Ausserdem macht sich nach derselben Seite der Wasserdruck *Q* geltend. Diese beiden Kräfte verursachen eine Drehung, welche auf die beiden Packungsringe mit Kräften, die in Fig. 10 mit *F* und *f* bezeichnet sind, einwirken. Wenn *l* die Kammerlänge bedeutet, so erhält man, mit Benutzung der in Fig. 10 eingeschriebenen Bezeichnungen, für Bestimmung von *f* folgende Gleichungen:

$$F = f + Q \text{ und } af = b \cdot Q + \frac{l}{4} P \text{ hieraus } f = \frac{h \cdot Q + \frac{l}{4} \cdot P}{a}$$

Cadart geht nun von der Voraussetzung aus, bei Einfahren des Schiffes könne der Stau 0,125 m betragen. Die Wassertiefe beträgt 1,52 m. Folglich findet sich am abwärts gerichteten Thor eine Wasserdruckhöhe von 1,52 + 0,125 = 1,645 m. Ausserdem kommen folgende Masse in Rechnung:

$$\begin{aligned} \text{Kammerbreite} &= 4,57 \text{ m.} & \text{Kammerlänge } l &= 22,86 \text{ m.} \\ b &= 18,30 \text{ m,} & a &= 0,75 \text{ m,} \\ \text{hieraus erhält man } P &= 1 \text{ t} \times \frac{22,86}{2} \times 4,57 \times 0,125 \\ &= 6,53 \text{ t,} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{und } Q &= 1 \text{ t} \times 4,57 \times \frac{1,645^2}{2} = 6,18 \text{ t,} \\ \text{hieraus } f &= \frac{18,30 \times 6,18 + \frac{22,86}{4} \times 6,53}{0,75} = 200,55 \text{ t.} \end{aligned}$$

Uebrigens wird auch dann, wenn man so langsam einfährt, dass kein bemerklicher Aufstau stattfindet, so dass

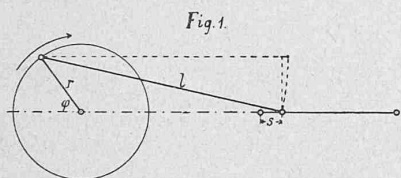
man  $P = 0$  setzen darf, die Kraft  $Q$  mit einer Druckhöhe von 1,52 m fortbestehen und auf die Packung des Presscylinders einen Druck  $f = 128,81 t$  ausüben.

Das sind starke Seitenpressungen, die man vermeiden muss, auch dann, wenn der Bruch des Presscylinders in Anderton andern Ursachen zuzuschreiben ist. (Fortsg. folgt.)

### Die Berücksichtigung der hin- und hergehenden Massen beim Kurbelmechanismus.

Der Einfluss der hin- und hergehenden Massen beim Kurbelmechanismus wird gegenwärtig, nach *Radingers* bekannten grundlegenden Untersuchungen, stets in der Weise berücksichtigt, dass die zur Beschleunigung dieser Massen nöthige Kraft als auf den Kolben wirkende, veränderliche Kraft eingeführt wird. Dieselbe geht dann mit den übrigen auf den Kolben wirkenden, und gewöhnlich auch veränderlichen Kräften, leicht zu vereinigen.

Die zur Beschleunigung der hin- und hergehenden Massen erforderliche Kraft lässt sich auf folgendem Wege herleiten:



Zählt man den Drehwinkel  $\varphi$  der Kurbel von ihrem, dem Cylinder abgewendeten todten Punkte, so ist mit den Bezeichnungen der Fig. 1 der zugehörige Abstand des Kolbens vom Ende seines Hubes, wenn man kurz setzt:

$$\frac{r}{l} \equiv \lambda, \quad (1)$$

$$s = r(1 - \cos \varphi) - l(1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \varphi}). \quad (2)$$

In dieser genauen Form ist der Werth aber für die weitere Rechnung zu unbequem, so dass man angenähert vorgehen muss. Da  $\lambda$  stets klein ist, so kann man die Wurzel nach dem binomischen Satz entwickeln und höhere Potenzen, als  $\lambda^2$ , vernachlässigen. Das gibt aus (2):

$$s = r(1 - \cos \varphi - \frac{1}{2} \lambda \sin^2 \varphi). \quad (3)$$

Will man hieraus die Acceleration der hin- und hergehenden Massen berechnen, so muss man sich wieder eine Annäherung gestatten, wenn man Differentialgleichungen vermeiden will. Man muss nämlich annehmen, die Drehung der Kurbel sei durch das Schwungrad so weit gleichförmig gemacht worden, dass man die Winkelgeschwindigkeit

$$\frac{d\varphi}{dt} \equiv \omega = \text{const.} \quad (4)$$

setzen darf. Diese Annäherung ist um so zulässiger, als die gesuchten beschleunigenden Kräfte doch gegenüber den sonst schon auf den Kolben wirkenden Kräften gewöhnlich verhältnissmässig klein bleiben. Damit ergibt eine zweimalige Differentiation von Gleichung (3) nach der Zeit für die Beschleunigung:

$$a = \frac{d^2 s}{dt^2} = r\omega^2(\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi) \quad (5)$$

Die Masse der hin- und hergehenden Theile: Kolben, Pleuellstange, Pleuellkopf,  $\frac{2}{3}$  der Pleuellstange und etwaige andere mit diesen fest verbundene Theile, sei mit  $M$  bezeichnet. Für viele Untersuchungen ist es dann bequemer, diese Masse pro Einheit des Pleuellquerschnittes  $F$  einzuführen; sie sei  $m$ . Dann ist die beschleunigende Kraft  $Q$  in  $kg$ , oder auf die Einheit des Pleuellquerschnittes bezogen  $q$  in  $kg/qm$ :

$$Q = Mr\omega^2(\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi). \quad (6)$$

$$q = mr\omega^2(\cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi). \quad (7)$$

Für die weiteren Untersuchungen soll nicht mit den absoluten Werthen von  $s$  und  $Q$  oder  $q$  gerechnet werden, sondern mit Verhältnisswerthen, d. h. es soll der Pleuellweg in Theilen des ganzen Hubes,  $2r$ , der Massendruck

für  $Mr\omega^2$  oder  $mr\omega^2$  als Einheit eingeführt werden. Das gibt aus (3), (6) und (7):

$$\frac{s}{2r} \equiv x = \frac{1}{2}(1 - \cos \varphi - \frac{1}{2} \lambda \sin^2 \varphi). \quad (8)$$

$$\frac{Q}{Mr\omega^2} = \frac{q}{mr\omega^2} \equiv y = \cos \varphi - \lambda \cos 2\varphi. \quad (9)$$

Für unendlich lange Pleuellstange vereinfachen sich beide Gleichungen in:

$$\lambda = 0, \quad \begin{cases} x = \frac{1}{2}(1 - \cos \varphi), & (10) \\ y = \cos \varphi. & (11) \end{cases}$$

In allen diesen Gleichungen, und auch weiterhin, ist  $\varphi$  zwischen 0 und  $2\pi$  veränderlich vorausgesetzt. Dadurch ist die Einführung doppelter Vorzeichen für Hin- und Rückgang des Pleuells vermieden.

Soll die Kraft  $Q$  oder  $q$  mit den übrigen auf den Pleuell wirkenden Kräften vereinigt werden, die ihrerseits als in Form eines Indicatordiagrammes gegeben vorauszusetzen sind, so muss sie zunächst in Function des Pleuellweges dargestellt sein. Dazu ist aus den Ausdrücken für  $x$  und  $y$  der Drehwinkel der Pleuell zu eliminieren.

Diese Elimination macht sich am einfachsten für  $\lambda = 0$  aus Gleichung (10) und (11). Es ergibt sich bekanntlich:

$$y = 1 - 2x. \quad (12)$$

Man erhält also eine geneigte Gerade, die für die beiden Endpunkte des Pleuellweges  $y = \pm 1$  ergibt, also  $q = \pm mr\omega^2$  oder  $Q = \pm Mr\omega^2$ .

Bei endlicher Länge der Pleuellstange wird dagegen  $y = f(x)$  eine Curve, welche *Radinger* im Wesentlichen folgendermassen bestimmt: Er eliminiert  $\varphi$  zunächst aus den beiden Gleichungen (9) und (10), setzt also beim Pleuellweg die Pleuellstange unendlich lang voraus. Dadurch erhält er eine Parabel mit verticaler Achse. Die Coordinaten des Scheitels dieser Parabel sind leicht bestimmbar. Ausserdem gehen von ihr sogar noch zwei Punkte zu berechnen, und zwar diejenigen für die beiden Endpunkte des Pleuellweges, d. h. für  $\varphi = 0$  und  $\varphi = \pi$ , so dass die ganze Curve einfach construirt werden kann.

Um nun noch bei  $x$  die endliche Länge der Pleuellstange zu berücksichtigen, verschiebt *Radinger* schliesslich die so gefundenen Punkte der Parabel in horizontaler Richtung um so viel und in dem Sinne, in welchem sich der Pleuell für  $\lambda > 0$  gegenüber  $\lambda = 0$  verschiebt.

Dieser Weg der Construction der Massendruckcurve ist aber ein Umweg, und es liegt daher der Gedanke nahe, zu versuchen, ob es vielleicht gelingt, die Curve mit gleicher Genauigkeit auf kürzerem Wege zu zeichnen. Das ist nun in der That möglich.

Man kann nämlich den Winkel  $\varphi$  auch unmittelbar aus den genaueren Gleichungen (8) und (9) eliminieren. Dazu geht folgender Weg einzuschlagen: In Gleichung (8) ersetzt man  $\sin^2 \varphi$  durch  $1 - \cos^2 \varphi$ , multiplicirt darauf die Gleichung mit  $4\lambda$  und ordnet sie nach  $\lambda \cos \varphi$ . Das gibt für  $\lambda \cos \varphi$  die quadratische Gleichung

$$\lambda^2 \cos^2 \varphi - 2\lambda \cos \varphi = \lambda^2 - 2\lambda + 4\lambda x, \quad (13)$$

und aus ihr folgt nach einfacher Umformung

$$\lambda \cos \varphi = 1 - \sqrt{(1 - \lambda)^2 + 4\lambda x}. \quad (14)$$

Vor der Wurzel hat hier nur das negative Vorzeichen Bedeutung, da sich nur mit diesem für  $\varphi = 0$ , also  $\cos \varphi = 1$ , wofür nach Gleichung (8)  $x = 0$  wird, die Identität  $\lambda = 1 - (1 - \lambda) = \lambda$  ergibt. Es ist daher in Gleichung (14) der Wurzel nur dieses Vorzeichen vorgesetzt.

In Gleichung (9) kann man auch  $y$  in Function von  $\cos \varphi$  allein darstellen, wenn man  $\cos 2\varphi = 2\cos^2 \varphi - 1$  einführt. Dann wird:

$$y = \lambda + \cos \varphi - 2\lambda \cos^2 \varphi. \quad (15)$$

Setzt man hier  $\cos \varphi$  aus Gleichung (14) ein, so folgt nach leichter Reduction die Gleichung der gesuchten Curve zu:

$$y = 4 - \lambda - \frac{3}{\lambda} - 8x + \frac{3}{\lambda} \sqrt{(1 - \lambda)^2 + 4\lambda x}. \quad (16)$$



# Canalschleusen mit beweglichen Kammern.

Fontinettes. — Ursprüngliches Project Clark.

Tafel II.

Fig. 1. Aufriss und Schnitt.

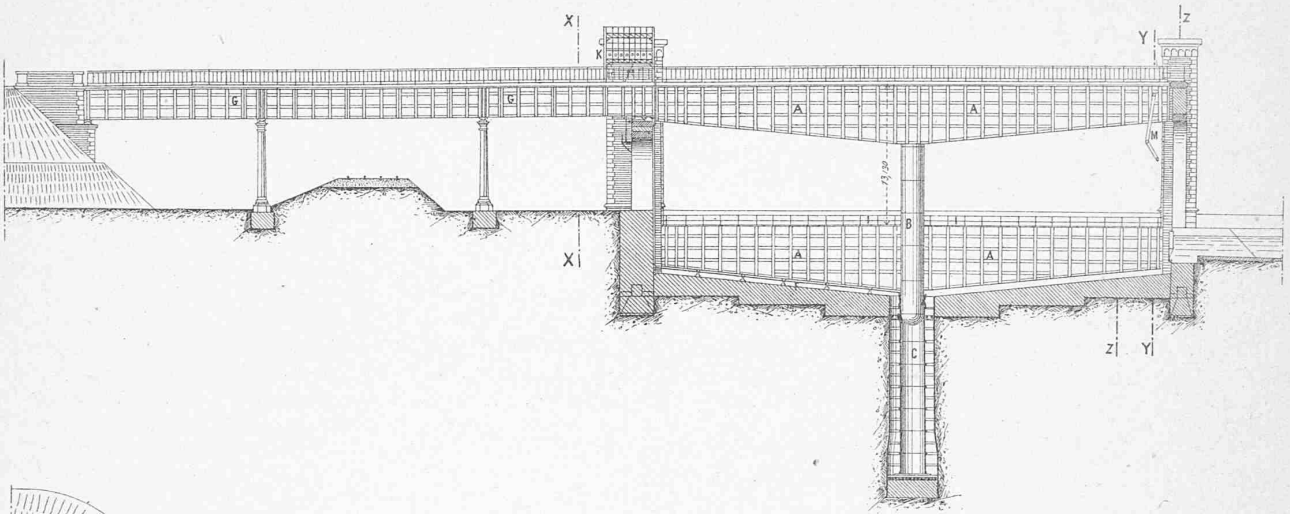


Fig. 2. Grundriss.

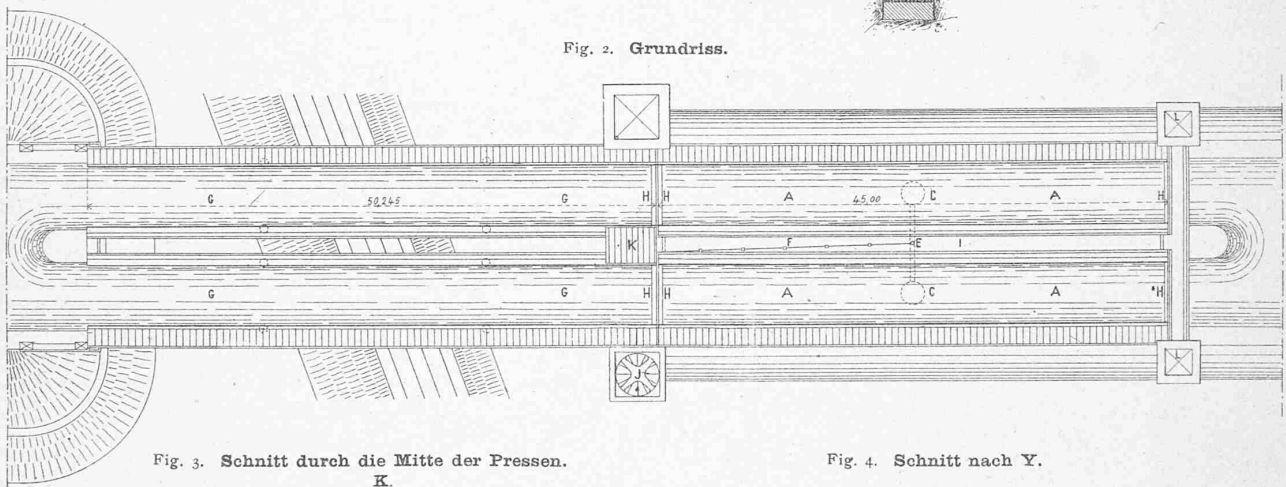


Fig. 3. Schnitt durch die Mitte der Pressen.  
K.

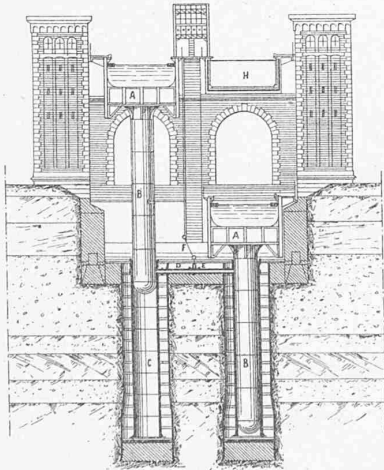


Fig. 4. Schnitt nach Y.

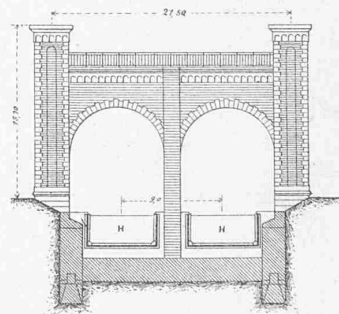


Fig. 5. Schnitt nach X.

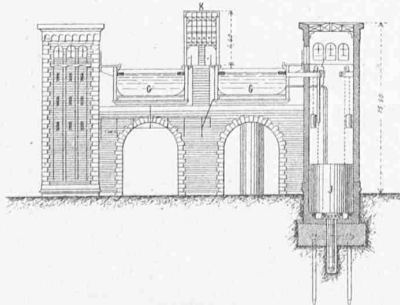
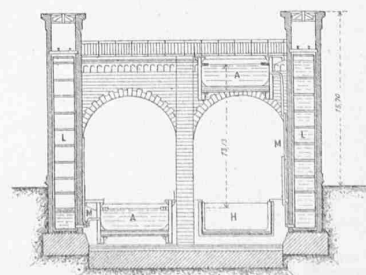


Fig. 6. Schnitt nach Z.



1:600

