

## II. Die Fabrikation des Cements und dessen Anwendung für Soolenleitungen in Ischl.

Von **August Aigner**, k. k. Oberbergverwalter in Ischl.

(Tafel I.)

Unter den Objekten, welche die verschiedenen Zweige der Bautechnik dem Beschauer des Weltausstellungsraumes darboten, spielten die Cemente eine hervorragende Rolle, deren mannigfaltige Verwendung in allen Gebieten des Bauwesens im fortwährenden Steigen ist und deren Wichtigkeit sich wohl auch danach bemessen lässt, dass auf 49 Aussteller 4 Fortschritts-, 18 Verdienstmedaillen und 22 Anerkennungs-Diplome entfielen; es erregte die Betrachtung der in dieser Branche der Technik erreichten hohen Vollendung ein um so grösseres Interesse, als die ausgedehnte Literatur, welche sich seit nahe einem halben Jahrhunderte über den Gegenstand entwickelt hat, hier gewissermassen ihren sichtbaren Ausdruck fand.

Bis zum Jahre 1756 bediente man sich, wie bekannt, des Trasses und der Puzzolanerde, deren Silikate schon durch vulkanische Prozesse aufgeschlossen sind, welche also die Kieselsäure in löslicher Form enthalten und zur Herstellung des hydraulischen Mörtels erst einer Zugabe von Luftkalk bedürfen.

Smeaton war der Erste, der mit der Trennung des Thonrückstandes beim Auflösen eines Mergels von Glamorganshire

in Salpetersäure die erste Bahn für die wissenschaftliche Forschung eröffnete; Parker brannte zuerst die Thonieren von Sheppy (natürlicher hydraulischer Kalk) und nahm 1796 auf Roman-Cement ein Patent; 1824 wurde Josef Aspdin der Erfinder des künstlichen oder Portland-Cementes, indem er gebrannten Kalk mit gleichen Theilen Thon mittelst Maschinen mengte und abermals brannte; 1836 begründete Paslay die eigentliche Portlandcement-Fabrikation, indem er zwei Theile des Medowaythones ( $0.75 \text{ Ca O} + 14.8 \text{ Fe}_2 \text{ O}_3 + 11.6 \text{ Al}_2 \text{ O}_3 + 68.65 \text{ Si O}_3 + 1.9 \text{ Ka O} + 2.1 \text{ Na O}$ ) mit Kreide mengte und brannte; 1838 erschien sein erstes wissenschaftliches Werk.

Aber schon 1828 wurde Professor Fuchs in München der eigentliche Schöpfer der ersten Theorie, welche bis zum heutigen Tage die Grundlage für jede weitere Forschung bietet: „Durch das Brennen wird der kohlen saure Kalk ätzend und wirkt als solcher derart auf den Thon ein, dass die Kieselsäure durch den Aetzkalk die Freiheit erlangt und sich in späterer Berührung mit Wasser mit dem Kalke zu einer bestimmten chemischen Verbindung (Hydrosilikat) vereinigt, wobei die Anwesenheit von Alkalien durch ihre Substitution in der Glühhitze diese Bildung begünstigt.“

Die weiteren in verschiedenen Zeitschriften und selbstständigen Werken veröffentlichten Studien und Controversen, an welchen sich die Namen: Vicat 1841, Kuhlmann 1848, Pettenkoffer 1849, Schafhätel 1851, Grathe 1854, Winkler 1855 bis 1865, Feichtinger 1859 bis 1865, v. Kripp 1865, Frémy 1865, Held 1865, Michaelis 1869 knüpfen, haben über die chemischen Vorgänge bei den Cementen die wissenschaftliche Grundlage klargestellt, welche kurz in dem Satze gipfelt, dass die Cemente die Eigenschaft des Erhärtens in Wesenheit den in Folge Einwirkung des Feuers gebildeten Kalksilikaten und Kalkaluminaten verdanken.

Die Fabrikation des Cementes spaltete sich daher schon frühzeitig in zwei Arten, nämlich in die vorzüglich in Deutschland und England betriebene Fabrikation von künstlichem Portland-Cement und die Anfertigung von natürlichem hydraulischem

Kalk, welche in späterer Zeit in den nördlichen Abhängen der Alpen von Baiern und Tirol ein dem Portland-Cement nahezu gleichwerthiges Produkt erzielte, und wie es scheint, durch ein glückliches Zusammentreffen günstiger Umstände, nämlich beste Qualität und billige Gewinnung des Rohmaterials, direktes Brennen und entsprechende Kommunikationsmittel der künstlichen Erzeugung des Portland-Cementes ein immer grösseres Terrain abgewinnt.

In dem bairisch-tirolischen Hochgebirge in der Umgebung von Kufstein erfolgt die Fabrikation des Cementes aus den natürlichen der unteren Tertiärformation angehörenden grossen Mergellagern, von denen einige Schichten eine dem Portland-Cement (nach Michaelis:  $60 \text{ Ca O} + 1.17 \text{ Mg O} + 7.5 \text{ Al}_2 \text{ O}_3 + 3.34 \text{ Fe}_2 \text{ O}_3 + 0.74 \text{ Na O} + 29.31 \text{ Si O}_2$ ) nahezu gleichwerthige Zusammensetzung zeigen.

Dieses Material für hydraulischen Kalk wird am Tage gewonnen und mittelst Bahnen und Absturzvorrichtungen zu den Oefen gebracht; diese, den Eisenhohöfen ähnlich, sind für kontinuierlichen Betrieb mit Steinkohlenklein eingerichtet, haben in der Regel eine Höhe von 28 bis 30', eine Gichtweite von 9', stehen meistens zu mehreren (3—6) in einer Reihe mit gemeinschaftlicher Futtermauerung basteiartig neben einander und werden auf ihrer Gicht von einem Heizer bedient, welcher den auf der Bahn zugeführten Mergel und das Kohlenklein abwechselnd aufschüttet. Der Ofen ist am Boden auf 7' angezogen und besitzt vorne ein Gewölbe, durch welches ein zweiter Arbeiter das gebrannte Produkt auszieht. Diess erfolgt mittelst sechs 2 bis 3 Zoll dicker Eisenroststäbe, welche einfach gerüttelt werden. Die Erzeugung pr. Tag beträgt bei jedem Ofen circa 400 Zoll-Zentner. Die Räumung wird nach jeder halben Stunde vorgenommen; die Feuerzone befindet sich ungefähr in der Mitte der Ofenhöhe. Die Menge des Brennstoffes (Kohlenkleins) ist gleich 1 zu 4 Theilen Mergel.

Die Oefen sind mit behauten Stücken von buntem Sandstein gefüttert und werden gegen die nahe stehende Futtermauer etwas hohl gestellt. Das gebrannte Produkt wird direkt

pr. Bahn in die Mühlen geschafft; diese zeigen verschiedene Einrichtungen; meist haben sie drei Stockwerke. In dem Souterrain befindet sich eine Turbine, deren vertikale Axe mittelst Getriebe die Bewegung auf die Mühlsteine und von da in den zweiten und dritten Stock überträgt. Im ersten Stock befinden sich zwei Mahlgänge, welche das aus dem dritten Stock herabfallende Mahlgut verarbeiten; dieses fällt von den Mühlsteinen direkt in die untergestellten Fässer und wird in letzteren durch eine hebelartige Prellvorrichtung möglichst kompakt zusammengeschüttelt. Die Mühlsteine stammen aus Belgien und werden jede Woche, für die Portland-Cement-Erzeugung jeden zweiten Tag behauen. Im zweiten Stock befindet sich ein Quetschwerk, bestehend aus zwei langen cannelirten Stahlwalzen, welche das aus dem dritten Stock in eine Gosse gestürzte, von den Oefen kommende Rohmaterial aufnehmen. Das gequetschte Material wird behufs besserer gleichförmiger Zertheilung im dritten Stock mittelst Elevatoren aufgezogen und fällt erst durch eine Vertheilungslutte in den ersten Stock auf die Mahlgänge. Durch Quetschung wird die Grösse einer Bohne erzielt. Bisweilen geschieht die Verarbeitung einfacher: von einer Turbine wird eine horizontale Axe in Bewegung gesetzt, um welche drei Paare Koller (stehende Walzen à 40 Ztr.) rotiren. Die Mehle fallen aus den gusseisernen durchbrochenen Kollerschalen in eine gemeinschaftliche Gosse, werden mittelst Elevatoren gehoben und gelangen auf Sortirsiebe, wobei das Grobe wieder in die Schalen zurückfällt, oder auf Mahlgängen vermahlen wird.

Bei jeder Fabrik von hydraulischem Kalk befindet sich eine Werkstätte zur Herstellung der Fässer; dieselbe enthält eine Boden- und eine Circularsäge für Dauben, eine Hobelmaschine zum Säumen der Dauben und eine Circularsäge zum Beschneiden der Dauben und Erzeugung des Frosches; die Bodenbretter werden zuerst aus drei Stücken zusammengefügt und dann durch die Bodensäge rund geschnitten; sämtliche Bestandtheile kommen hierauf in die Binderei und werden mittelst Haselgurten (200 Stück zu 2 fl.) gebunden. Der Umstand,

dass die Abnehmer des hydraulischen Kalkes denselben nur in Fässern wünschen, macht die Emballage theuer (13 kr. pr. Zoll-Zentner). Die Gesteungskosten sind für die Erzeugung des hydraulischen Kalkes pr. Ztr. bei Dampfmaschinenbetrieb 45 kr., bei Wasserkraft 40 kr.; dabei entfallen auf:

Emballage . . . . .	13 kr.
Mahlen . . . . .	4 kr.
Rohmaterial-Beischaffung . . . . .	1 kr.
Regie, Zinsen des Anlagekapitals, Fuhrlöhne	18 kr.
Brennstoff . . . . .	4 kr.
zusammen .	40 kr.

Schon Feichtinger wies darauf hin, dass noch an mehreren Orten der Alpen Mergel gefunden werden dürften, welche sich ebenso wie der Perlmooser Cement zur Portland-Cement-Fabrikation eignen. Obwohl diess bis jetzt nicht der Fall war, so ist doch das Vorkommen von Mergeln minderer Qualität in den Alpen und insbesondere in den Hangendschichten der Salzreviere nicht unbedeutend, und obgleich die Anwendung der Cemente im Salinenfache, beispielsweise zur Herstellung der Soolenreservoirs\*), zur Verhinderung des Blähens der Ulmen u. s. w. von Grubenstrecken\*\*), zum Schutze gegen Rost bei Eisenröhren\*\*\*) nicht neu ist, so glaube ich doch ein Genre der Cementfabrikation beleuchten zu müssen, welches, wie die Fabrikate der Wiener Weltausstellung beweisen, eine immer grössere Verbreitung findet.

Wenn ich hiebei in erster Linie auf die Erzeugnisse aus dem Perlmooser Cemente und auf die Röhrengarnituren von Dickeroff und Widmann mit 2' bis 6" Durchmesser, erstere mit 4" Fleischstärke, hinweise, so wäre die Erreichung dieser Fabrikate mit den Mergeln der Salzreviere allerdings

\*) v. Posch, Dingl. Polyt. Journal 185. Band; Dr. Warth, die Rohrdampfmaschinen, Berggeist Nr. 15 v. 1869, dagegen Nr. 35 v. 1872 mit negativem Resultat.

\*\*) Oest. Zeitschrift, 1872, Nr. 49: Cementanwurf eines Erbstollens von Mitterer.

\*\*\*) Preussische Zeitschrift für Berg-, H.- u. Salinenwesen, 21. Bd.: Schutz eiserner Röhren durch Cement, von Engelhardt.

unmöglich, denn dieselben sind in der Regel von minderer Güte, erhärten langsam, liefern jedoch bei sorgfältiger Behandlung im Brennen, schneller Verarbeitung und bei grösserer Röhrenstärke ein Fabrikat, welches für das praktische Bedürfniss der Salinen vollkommen ausreicht.

Das Material für den hydraulischen Kalk am Ischler Salzberg gehört zur Neocombildung; nimmt das Hangende des Salzlagers ein und enthält nach Patera:

In Salzsäure unlöslichen Rückstand ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ $\text{SiO}_2$ )	37·00
Kohlensaures Eisenoxydul . . . . .	10·51
Kohlensaure Kalkerde . . . . .	48·80
Kohlensaure Talkerde . . . . .	2·42
zusammen .	<u>98·73</u>

Das Brennen dieses Mergels geschieht in gewöhnlichen Kalköfen, intermittirend mittelst Holzfeuerung, und es kostet die Herstellung eines Wiener Zentners des fertigen Produktes 47 kr. ö. W.

Es soll nun die Herstellung der Cementröhren, wie sie am Salzberge bei Ischl ausgeführt wird, geschildert werden. Als Material für diese Herstellung dient ein Gemenge von gleichen Volumtheilen gewaschenem und hydraulischem Sand, welches in einem Rührapparat unter Zusatz der erforderlichen Menge Wasser gemischt und in die Röhrenform eingegossen wird.

Zum Waschen des Sandes dient der auf Taf. I in Fig. 1 und 2 dargestellte Apparat. Er besteht aus einem Wassertrog *a*, in welchen der untere Theil der mit einer eisernen Axe *b* versehenen achteckigen Trommel *c* eintaucht. An 7 Seiten dieser Trommel sind innen eiserne Gitter aus Drahtstäben eingesetzt, durch welche sich der feine Sand und die unreinen erdigen Theile durchsieben, eine dieser Seiten bildet eine Thür, durch welche der zu waschende Sand eingefüllt wird; an der achten Seite, welche nach dem Waschen jedesmal unten stehen gelassen wird, befindet sich kein Gitter, da auf dieser Fläche der gewaschene Sand durch ein an der Stirnwand der Trommel befindliches Thürchen *t* mittelst einer Blechkrücke ausgezogen wird, während man den im Troge angehäuften

feinen Sand durch eine hart am Boden befindliche verschliessbare Seitenöffnung entfernt. Um den gewaschenen Sand ausziehen zu können, wird die Trommel sammt Axe gehoben, indem man die beiden in vertikaler Führung  $f$  gehenden Lager  $g$  mittelst der Hebel  $h$  aufwärts bewegt; sodann unter die Trommel eine flache Rinne untergeschoben, über welche der gewaschene Sand in ein bereit stehendes Gefäss oder auf den Fussboden herausgezogen wird. Im Troge muss ein beständiger Zu- und Abfluss des Wassers stattfinden.

Den Rührapparat für die Röhrenmasse zeigen Fig. 3 und 4. Auf dem hölzernen Boden  $A$  ist die gleichfalls hölzerne cylindrische Wand  $B$  befestigt, welche innen, sowie der Boden, mit Blech gefüttert wird. An der einen Seite der Wand befindet sich die Lutte  $D$ , die für gewöhnlich durch den Schieber  $E$  abgeschlossen ist. Der eigentliche Rührapparat besteht aus dem Armkreuz  $F$ , an welchem 14 windschiefe Schaufeln  $g$  befestigt sind; an die Axe  $H$ , welche für Handbetrieb oben eine Kurbel trägt, schliesst sich unten eine eiserne Büchse, welche über den fixen Drehzapfen  $t$  gesteckt wird.

Die Röhrenform zeigen Fig. 11 bis 18, und zwar Fig. 16 und 17 in der Zusammenstellung. Auf Schwellen, in welche die Zangenhölzer  $z$  eingezapft sind, wird das Bodenbrett  $p$  (vergl. Fig. 14 und 15) gelegt, dann schiebt man die zwei an der Innenseite kantigen hölzernen Seitentheile  $t$  (Fig. 13) ein. Diese besitzen Nuthen  $f$ , in welche die Stossbretter Fig. 11 und 12 so eingeschoben werden, dass deren Vorsprünge  $k$  gegen die Mitte der Röhrenform gekehrt sind; ferner sind an den Seitentheilen und dem Boden (Fig. 13 und 15) Leisten  $l$   $l'$  befestigt, so dass an den Enden der fertigen Röhre, wie Fig. 9 zeigt, Falze  $n$  entstehen. Nebstdem müssen die Röhrenenden der Verbindung wegen auf circa 6'' Länge cylindrisch sein, was dadurch erzielt wird, dass man an den einspringenden Kanten der Seitenwände ebenso lange Holzleisten, welche innen abgerundet sind, festnagelt. Die Stossbretter werden an der dem Rohr zugekehrten Seite flach kegelförmig ausgedreht, um dem Stirnende des Rohres die entsprechende in Fig. 9 angedeutete,

für die Verbindung zweier Röhren nothwendige Gestalt zu geben. Durch die Oeffnungen der Stossbretter wird nun der genau abgedrehte, am besten aus Gusseisen hohl gefertigte Kolben *J* (Fig. 18) eingeschoben.

Soll der Guss stattfinden, so werden alle Theile der Form an der Innenfläche gereinigt, mit trockenem Grafitpulver und Leinwandballen blank gerieben; die hiezu erforderliche Zeit beträgt 20 Minuten; hierauf der Kolben eingesetzt, das im Rührapparat gemischte Material einlaufen gelassen und mit einem hölzernen Stössel festgestampft. Die Menge des Materials beträgt für ein vierzölliges Rohr 1 Kubikfuss = 58 Pfund hydraulischen Kalk und 1 Kubikfuss = 100 Pfund gewaschenen Sand. Nach beendetem Guss zieht man die ganze Form mittelst der Schraubenzwinde *s* (Fig. 16) und Keile so an, dass die Masse überall gleich gut anliegt.

Während des Festwerdens, welches bei langsam erhärtenden Mergeln 24 bis 48 Stunden dauert, muss der Kolben in den ersten 12 Stunden nach je einer halben Stunde eine kleine Drehung erhalten. Nach 12 Stunden kann man denselben ausziehen, was das Austrocknen befördert, und nach 48 Stunden können die Seitentheile blossgelegt werden, worauf dann die Röhre sammt den Bodenbrettern in den Trockenraum gestellt wird und darin 14 bis 30, selbst 60 Tage verbleibt.

Die Verbindung der Röhren erfolgt durch Vergiessen der Fugen mit Cement. Man bedient sich dazu eines Ledergurtes, welcher um die zusammenstossenden Rohrenden herumgelegt wird, die aus diesem Grunde auf eine Länge *a b* (Fig. 9) rund statt kantig geformt sein müssen; die Breite des Gurtes richtet sich nach der Grösse der Röhren. Fig. 7 zeigt die Aussen-, Fig. 8 die Innenseite des aufgerollten Gurtes *a*, Fig. 5 den um die Rohrenden gelegten Gurt, Fig. 10 dessen Querschnitt in vergrössertem Massstab. An seiner inneren Seite sind Lederwulste *b* mit trapezförmigem Querschnitt aufgenäht, an der äusseren Fläche die eisernen Spangen *p* Fig. 7 aufgenietet, welche bewirken, dass der Gurt seiner Breite nach flach auseinander gehalten wird; *m* sind vier Schraubenmuttern, in welche die



Schrauben *s* (Fig. 5) eingedreht werden, um einen festen Anschluss der Lederwulste *b* an die Rohrwände zu bewirken, was durch die cylindrische äussere Form der Rohrenden erleichtert wird. Der Lederriemen ist an den Enden bei *o* (Fig. 7 u. 8) rund ausgeschnitten, so dass, wenn derselbe um die Rohrenden gelegt ist, eine Oeffnung bleibt, durch welche das Vergussmaterial eingeschüttet wird. Zur grösseren Sicherheit kann man am Rande der Wulste *b* Leinwandstücke annähen und mittelst Schnüre um die Röhre anziehen. Damit der Verguss an den Röhren haften kann, müssen ihre Stossflächen, wie früher bemerkt, konisch nach aussen divergiren (vergl. Fig. 6); es wird hierauf bei *g* (Fig. 9) eine kleine Hanfbandage eingedreht, damit der Cement nicht in das Innere der Röhre dringen kann, und hierauf der Riemen nach Fig. 5 angelegt. Die grösste Distanz der konischen Endflächen soll für fünfzöllige Rohre einen Zoll betragen, wofür 8 Pfd. Vergussmaterial ausreichen wird. Man braucht wegen langsamer Erhärtung eine grössere Anzahl dieser Bandagen, um nicht bei Herstellung einer Verbindung erst auf das Festwerden einer anderen warten zu müssen.

Es ist selbstverständlich, dass die Erzeugung nur dann wohlfeil sein kann, wenn dieselbe fabrikmässig geschieht, wenn also Sandwasch- und Rührapparat durch einen Motor (ein kleines Wasserrad) in Bewegung gesetzt werden.

Der Sandwaschapparat wird mittelst eines Riemens durch eine auf der Wasserradwelle befindliche Riementrommel und eine auf der Axe des Sandwäschers befestigte Riemenscheibe bewegt; beim Ausziehen des gewaschenen Sandes wird die Sandtrommel sammt Axe und Riemenscheibe gehoben, während sich die leere Riemenscheibe auf einem fixen Axnagel fortbewegt. Ebenso ist die senkrechte Axe des Rührapparates wegen des Aushebens in zwei über einander stehenden Lagern nach aufwärts verschiebbar und ausserdem der Länge nach mit einer Nuth versehen, auf welcher zwei kleine Zahnräder nach auf- und abwärts mittelst einer separaten Stellaxe verschiebbar sind und dabei wechselweise in ein horizontales und durch

einen Riemen mit der Wasserradwelle in Verbindung stehendes Zahnrad eingreifen, wodurch eine Vor- und Rückwärtsbewegung des Mörtel-Rührapparates erzielt wird. Bei einem mittleren Stande der Stellaxe bleibt der Rührapparat in Ruhe, so dass die senkrechte Axe mittelst eines Wirbel-Ringes gehoben, hierauf die Röhrenform auf einer Bahn unter den Rührapparat gestellt und aus demselben gefüllt werden kann. Mit diesem Motor ist gleichzeitig eine Hebelvorrichtung in Verbindung, welche die angetrockneten Röhren in den höher liegenden Trockenraum zu schaffen hat.

Unter Anwendung dieser Vorrichtungen stellen sich die Kosten eines  $3\frac{1}{2}$  Fuss langen vierzölligen Rohres wie folgt: Für Cement (ein Kubikfuss) 29 kr., für gewaschenen Sand (ein Kubikfuss) 9 kr., für Grafitpulver 2 kr., für Arbeit 25 kr., für Vergussmaterial 6 kr., zusammen 71 kr., also pr. Fuss 20 kr. Dem gegenüber stellt sich der Fuss einer vierzölligen gusseisernen Röhre auf 2 fl. 25 kr., der Fuss eines aus anderen Fabriken bezogenen Cement-Rohres auf 83 kr., der Fuss einer hölzernen Röhre auf 11 kr., demgemäss können hinsichtlich des Preises mit den Cementröhren nur die hölzernen concurriren, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass die Verwendung der letzteren bei den steigenden Holzpreisen immer theurer wird, dass es überhaupt eine nationalökonomische Anforderung ist, dem immer werthvoller werdenden Bau- und Nutzholze ein dauerhafteres Materiale zu substituiren.

Was die Dauerhaftigkeit der Cementröhren betrifft, so ist sie selbstverständlich in jenen Orten, wo keine Verschiebung stattfindet, also auf einem festen Boden, eine fast unbegrenzte; der Cement steht in dieser Beziehung allen anderen oben genannten Materialien voran. Uebrigens besitzen wir, wie schon Prof. Fuchs zuerst gezeigt hat (134. Band des Dingler'schen P. J.), in dem Wasserglase ein äusserst werthvolles Mittel, die Güte des hydraulischen Kalkes zu erhöhen. Das Wasserglas wird mittelst des in Fig. 19 abgebildeten Wischers zweimal auf die inneren Röhrenwände gestrichen, wodurch sich der Preis einer Röhre um nicht mehr als  $\frac{1}{2}$  kr. erhöht.

Die Fabrikation von Cementröhren ist keinesfalls neu, und es wurden beispielsweise im Dingler'schen P. J., 132., 134. und 154. Band, einfache Verfahren dazu angegeben, doch basiren sie insgesammt auf der Anwendung schnell erhärtender Cemente, welche, wie bereits erwähnt, in der Nähe der Salzlager noch nicht gefunden wurden.

Dass zum Legen der Röhren ein fester Untergrund benöthigt wird und jede Erschütterung zu vermeiden ist, braucht kaum erwähnt zu werden.

---

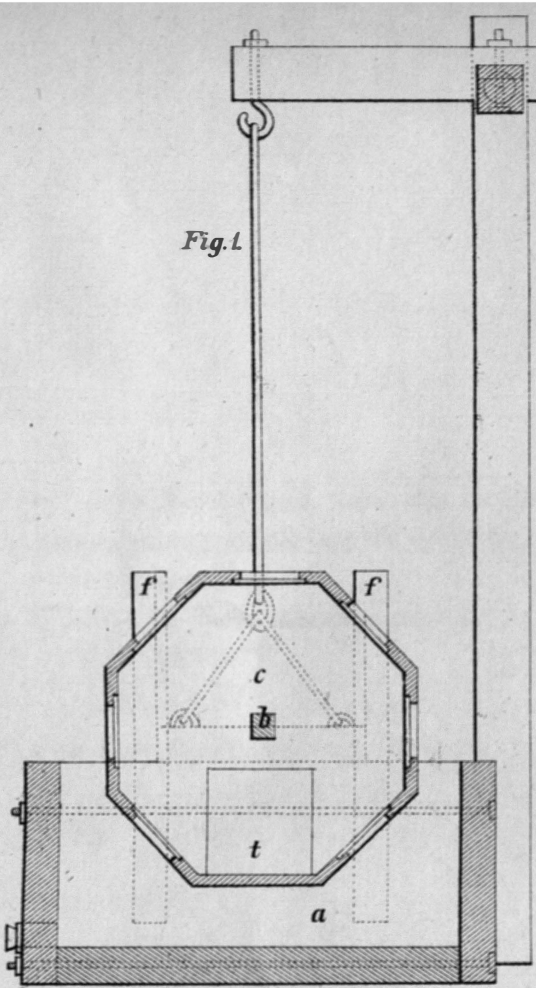


Fig. 1.

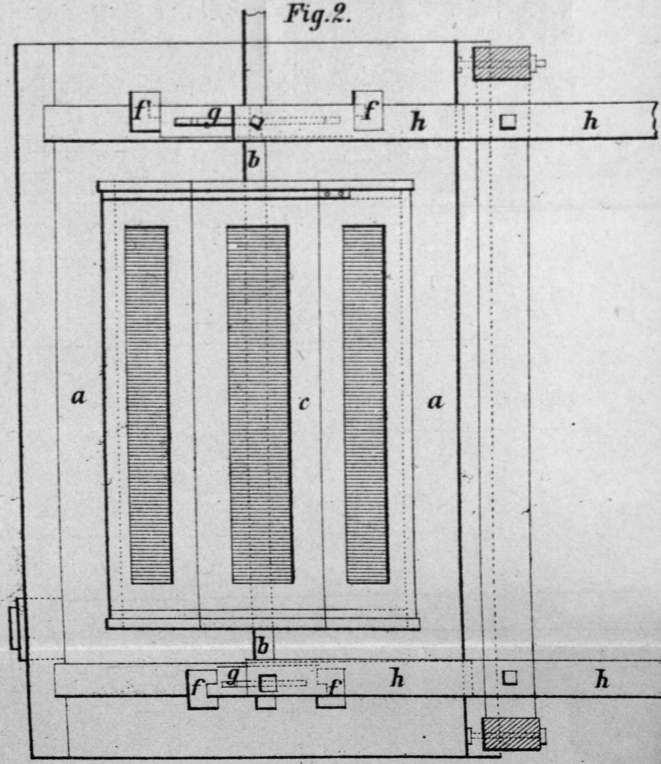


Fig. 2.

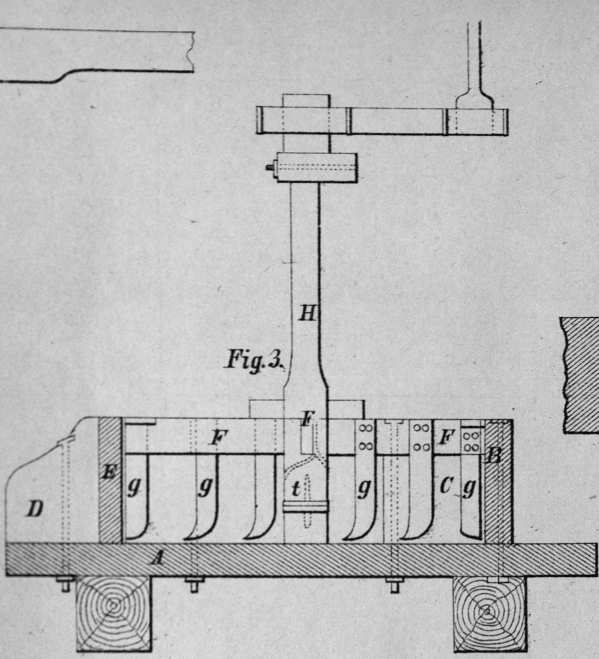


Fig. 3.

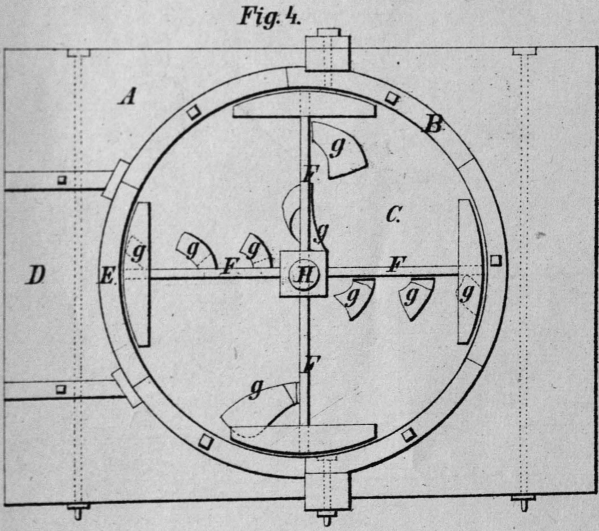


Fig. 4.

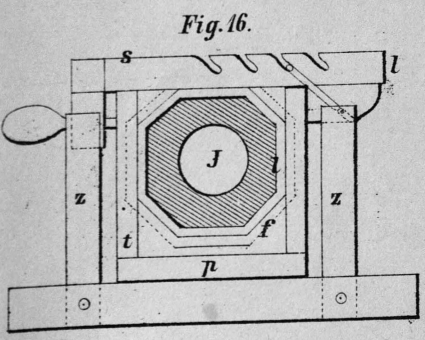


Fig. 6.

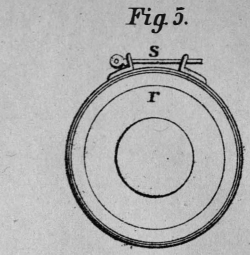


Fig. 5.

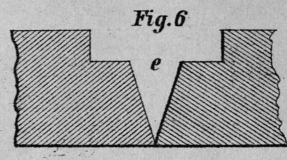


Fig. 6.

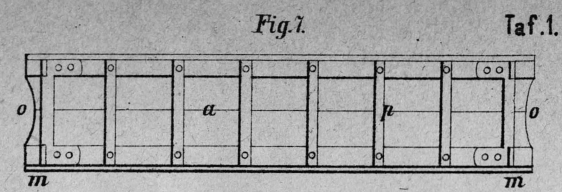


Fig. 7.

Taf. 1.

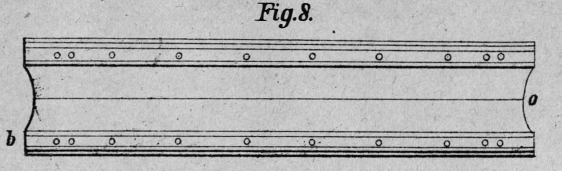


Fig. 8.

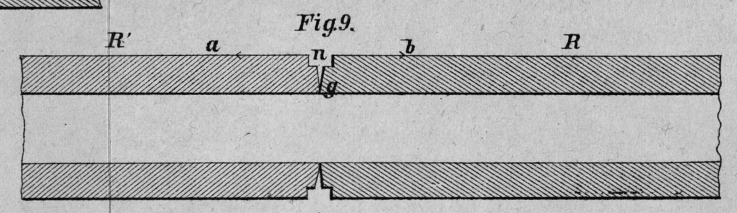


Fig. 9.

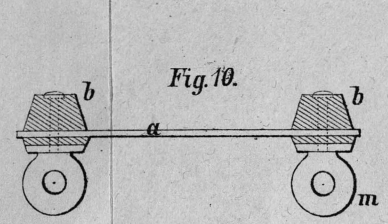


Fig. 10.

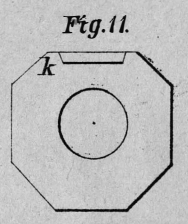


Fig. 11.

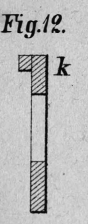


Fig. 12.

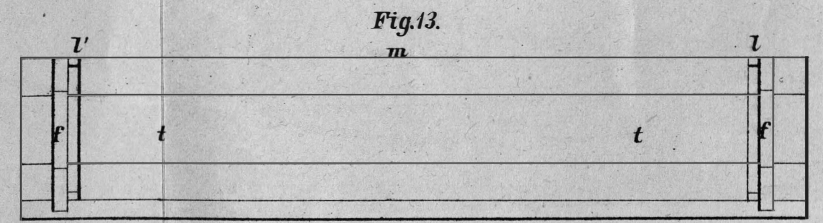


Fig. 13.

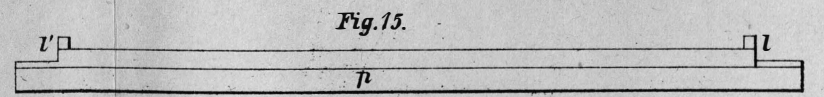


Fig. 14.

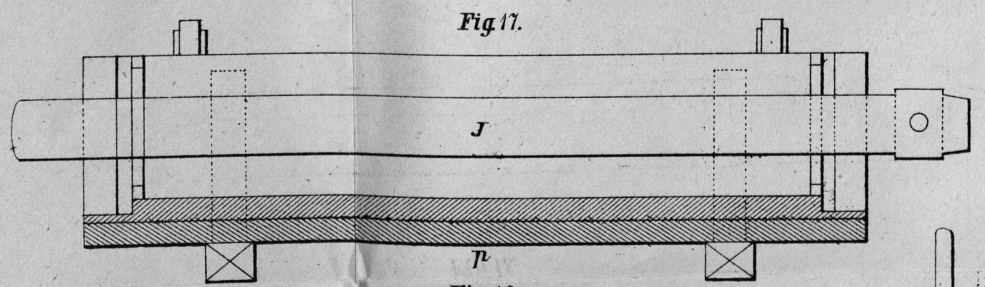


Fig. 17.

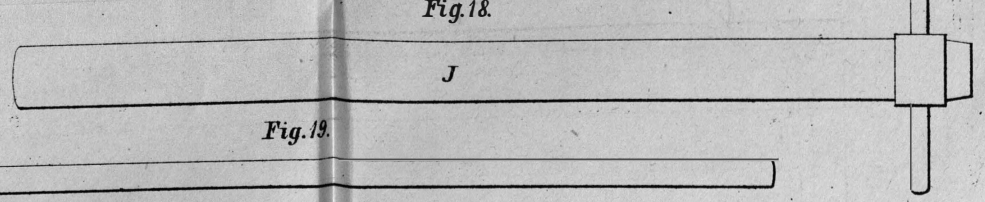


Fig. 18.

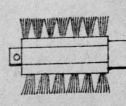
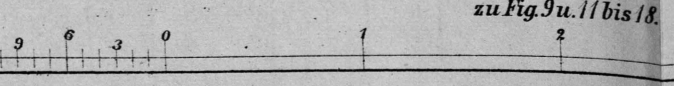
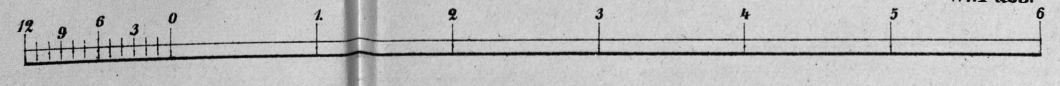


Fig. 19.



Wz. Fuss.



Wz. Fuss.