

Literatur

über »Pfahl-Gründungen«.

- Neue Art der Pfahlgründung und Verankerung. *Civiling.* 1855, S. 124.
 VAN RONZELEN. Ueber die Anwendung von Schrägpfehlen bei Fundamenten von Futtermauern. *Zeitschr. d. Arch. u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1858, S. 462.
 Beobachtungen über Pfahlgründungen durch Einschrauben. *HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw.* 1862, S. 162.
 Fundirungen auf Pfahlroßt nach Compression des Bodens. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1865, S. 276.
 Eine Erfahrung bei Fundaments-Bauten in Treibfand. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1867, S. 41.
 BÜCKING, H. Foundation einer Lokomotiv-Drehfcheibe auf dem Bahnhofe Bremen. *Deutsche Bauz.* 1878, S. 178.
Promenade pier, Aldborough, Suffolk. Engineer, Bd. 46, S. 182, 183.
Iron promenade pier, Skegness. Engineer, Bd. 49, S. 42, 44, 66, 72.
 PFEIFER. Der Pfahlroßt des Gerichtsgebäudes in Braunschweig und das Einpfählen von Pfählen. *Centralbl. d. Bauverw.* 1882, S. 467.

2. Kapitel.

Senkbrunnen-Gründung.

452.
Ueberficht.

Die Gründung auf Senkbrunnen ist grundsätzlicb nichts Anderes, als die Gründung auf einzelnen Fundament-Pfeilern, wie solche in den Art. 394 bis 399 (S. 277 bis 281) vorgeführt wurde. Auch hier werden Pfeiler auf die tragfähige Bodenschicht gefetzt und im oberen Theile durch geeignete Constructions mit einander verbunden; auf der so gebildeten Substruction kann alsdann das Tagmauerwerk aufgeführt werden.

Der einzige Unterschied zwischen der Pfeiler- und Brunnengründung liegt in der Art und Weise der Pfeilerherstellung. Bei der früher beschriebenen Pfeilergründung mußte die nicht tragfähige Bodenschicht abgegraben werden, und es wurde auf der Sohle der so gebildeten Baugrube der Pfeiler massiv aufgemauert. Im vorliegenden Falle jedoch sind die Fundament-Pfeiler durch die lockere Bodenschicht hinabzufenken und werden in Folge dessen zunächst hohl oder brunnenartig ausgeführt. Im Hohlraume des Pfeilers wird mittels Handarbeit oder mit Hilfe mechanischer Vorrichtungen unter dem Brunnenmantel allmählich das lockere Bodenmaterial entfernt und auf diese Weise der Brunnen zum Sinken gebracht. Ist die Senkung bis auf die erforderliche Tiefe vollzogen, so wird der Brunnen mit geeignetem Material ausgefüllt und hierdurch in einen massiven Fundamentpfeiler verwandelt.

Die innige Verwandtschaft zwischen der gewöhnlichen Pfeiler- und der Senkbrunnen-Gründung zeigt sich auch in der Thatfache, daß nicht selten bei einem und demselben Gebäude ein Theil der Fundament-Pfeiler innerhalb ausgefchachteter Baugruben massiv aufgemauert, ein anderer aber brunnenartig versenkt wird; in der Regel ist hierbei die Fundirungs-Tiefe und der geringere oder stärkere Wasserandrang maßgebend. — An der Baustelle der neuen Locomotiv-Reparatur-Werkstätte auf dem Bahnhofe zu Genthin fand sich eine nach Süden ausgehende Torfschicht, welche an der nordöstlichsten Ecke des Gebäudes am mächtigsten war und dort 6 m Tiefe befaß; die Werkstätte wurde auf Pfeilern aufgeführt, welche durch Grundbogen verbunden waren; 16 Pfeiler konnten in gewöhnlicher Weise auf dem unter dem Torf anstehenden Sande hergestellt werden; bei den übrigen 24 Pfeilern war die zu durchdringende Torfschicht zu mächtig und der Wasserzudrang zu stark, so daß Brunnenpfeiler versenkt wurden.

In Art. 397 (S. 280) wurde bereits gesagt, daß unter gewöhnlichen Verhältnissen Senkbrunnen, die wohl auch Fundament-Brunnen, Senkschächte, Brunnenpfeiler etc. genannt werden, bei etwa 5 bis 6 m Tiefe billiger, als gewöhnliche Fundament-Pfeiler zu stehen kommen. Bei noch größerer Fundirungs-Tiefe verurfacht die Ausschachtung, erforderlichen Falles auch die Zimmerung der Bau-

grube, so wie die Wasserhaltung derselben zu bedeutende Kosten. Die Verhältnisse gestalten sich für die Brunnengründung noch günstiger, wenn der Wasserzudrang ein besonders starker oder die zu durchdringende, nicht tragfähige Bodenschicht besonders locker ist, so daß die Baugruben-Zimmerung sehr kräftig ausgeführt werden mußte.

Die Fundirung auf Senkbrunnen tritt auch nicht selten an die Stelle der Pfahlroftgründung; es wird dies besonders dann geschehen, wenn sehr leicht beweglicher Boden vorhanden ist, worin die Pfähle keinen genügend sicheren Halt bekommen. Allein auch in anderen Fällen wird man Senkbrunnen vorziehen, weil sie häufig billiger sind, als Pfahlrofte (vergl. die Kostenangaben in der Fußnote 212, S. 317), weil man unabhängig von der Höhenlage des Wasserspiegels ist und weil schädliche Erschütterungen, die durch das Einrammen von Pfählen erzeugt werden, vermieden sind.

Die Gründung auf Brunnenpfeilern ist seit vielen Jahrhunderten im Orient, insbesondere in Indien im Gebrauche. Ein arabischer Schriftsteller, der Aegypten im Jahre 1161 durchreiste, beschreibt schon diese Fundirungsweise. Der Sand- und Thonboden Indiens ist so beweglich, daß Pfahlrofte ohne Wirksamkeit sind; auch ist die Ramme für Indien eine zu complicirte Maschine. Dagegen ist die Brunnengründung für die dortigen Baugrundverhältnisse und die Materialien, die zur Verfügung stehen, ganz geeignet. Dazu kommt eine Religion, welche die großen Ströme vergöttert, die Erbauung von Tempeln an ihren Ufern begünstigt, und deren Ceremonien zum Theil im Flußbett selbst gehalten werden; man war daher genöthigt, ein Mittel zu finden, um auf beweglichem Boden sichere Fundamente zu errichten.

Die Hindus führen die Brunnengründungen ganz ähnlich aus, wie dies im Folgenden für unsere Fundirungen dieser Art noch beschrieben werden wird. Die Engländer haben das Gründungsverfahren der Indier beibehalten und bei den Eisenbahnbauten daselbst vielfach in Anwendung gebracht²¹³).

Nach Gilly's Mittheilungen soll im Jahre 1798 in Berlin die erste Brunnengründung, und zwar unabhängig vom indischen Verfahren, zur Ausführung gekommen sein. Indefs scheint es, daß deren Anwendung erst seit dem Jahre 1846, seit beim Bau des Stationsgebäudes der Berlin-Hamburger Eisenbahn zu Berlin in größerem Maßstabe Gebrauch davon gemacht wurde, eine allgemeinere geworden ist.

Die Fundament-Brunnen werden meistens, insbesondere im Hochbauwesen, bis auf die tragfähige Bodenschicht gesenkt; in sehr seltenen Fällen wird die Senkung bloß auf eine solche Tiefe bewirkt, daß die Brunnenpfeiler im lockeren Boden nur vermöge der Reibung an den Außenwandungen die erforderliche Standfestigkeit erhalten.

Will man im letzteren Falle die Tiefe, bis zu welcher die Senkung auszuführen ist, annähernd berechnen, so hat man das Bodenmaterial als zerfließbare Masse anzusehen und den Brunnenpfeiler als schwimmenden Körper zu betrachten, außerdem aber die Reibung zwischen Erdreich und Mauerwerk in Rechnung zu ziehen²¹⁴).

Wenn irgend thunlich, trachte man die Brunnenpfeiler auf tragfähigen Baugrund zu setzen; es ist dies hier im Allgemeinen von noch größerer Wichtigkeit, als bei massiv aufgeführten Fundament-Pfeilern, da eine Verbreiterung des Fundamentes, eine Absteifung durch Erdbogen oder durch umgekehrte Gewölbe etc. ausgeschlossen ist.

a) Anordnung und Construction der Senkbrunnen.

Die Zahl und Vertheilung der Senkbrunnen, auf welche ein Gebäude zu fundiren ist, hängt vom Querschnitt derselben und von der Grundrissanordnung des betreffenden Bauwerkes ab. Man legt zunächst an jede Mauerecke, an jede Mauerdurchkreuzung und an jede sonstige Stelle, wo eine Mauer gegen die andere stößt, einen Brunnen; alsdann werden auf Grundlage der Fenster- und Thüreitheilung

453.
Zahl und
Vertheilung.

²¹³) Vergl.: Geschichtliche Notiz über Fundirungen auf Röhren. Notizbl. d. Allg. Bauz. 1860, S. 450.

²¹⁴) Siehe hierüber auch Art. 360 (S. 249).

Fig. 710. Ansicht.

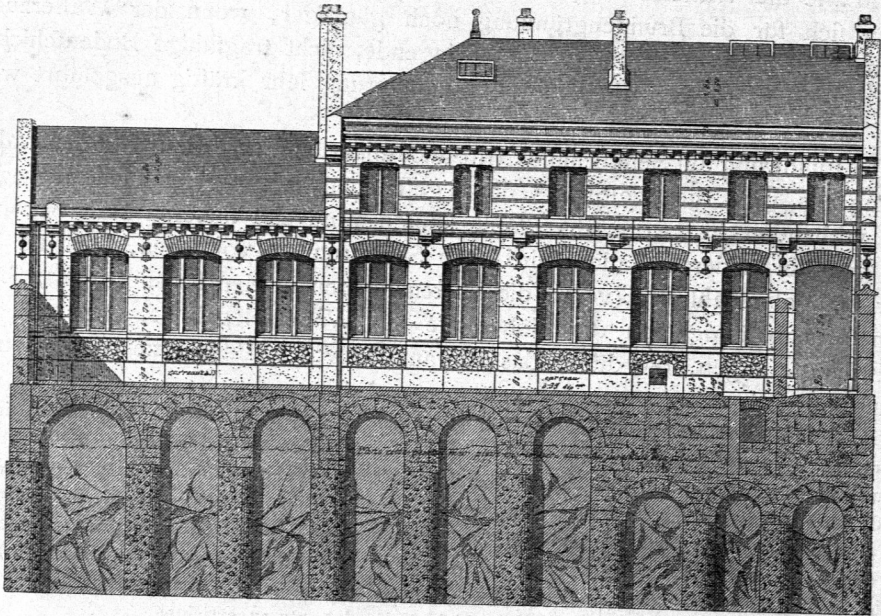
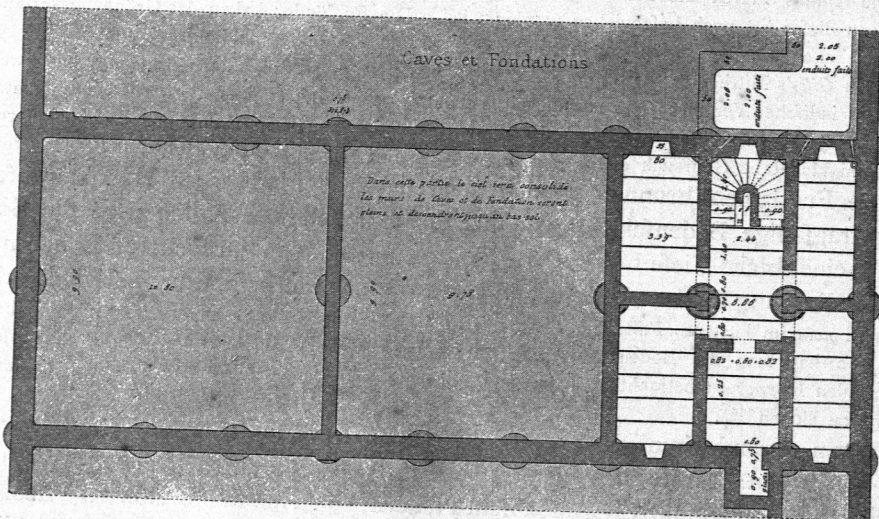


Fig. 711. Fundament-Plan.



Schulhäufergruppe für Knaben in Paris, rue Baudricourt 215). — 1/250 n. Gr.

weitere Zwischenbrunnen eingeschaltet, wobei namentlich darauf zu sehen ist, daß die Hauptfensterschäfte, so wie Constructionstheile, die eine besonders starke Belastung erfahren, auf einen Brunnen zu stehen kommen.

Fig. 710 u. 711 zeigen die Anordnung von Brunnenpfeilern für einen regelmäßig gestalteten Grundrifs; in Fig. 713 ist der Fundament-Plan eines auf unregelmäßig geformter Baufläche ausgeführten Doppelhauses dargestellt.

In gleicher Weise, wie gewöhnliche Fundament-Pfeiler, müssen auch die Brunnenpfeiler einen so großen wagrechten Querschnitt erhalten, daß sie den vom darauf

ruhenden Baukörper ausgeübten Druck aufzunehmen und auf den Baugrund in geeigneter Weise zu übertragen im Stande sind. Unter gewöhnlichen Verhältnissen ergibt sich die Entfernung der Brunnen (von Mitte zu Mitte) mit 3 bis 4 m, ihr äußerer Durchmesser mit 1,6 bis 2,0 m; nur bei sehr ungünstigen Druck- und Baugrundverhältnissen wird der Abstand zweier Brunnen kleiner als 3 m und der Durchmesser derselben größer als 2,25 m genommen. Stehen die Brunnen sehr nahe an einander und ist die Fundirungs-Tiefe keine große, so wendet man wohl auch nur Brunnen von 1,5 m oder noch kleinerem Durchmesser an.

Mit den Querschnittsabmessungen der Brunnenpfeiler unter ein gewisses kleinstes Maß herabzugehen, ist nicht statthaft, weil einerseits die Dicke des auf die Brunnen zu setzenden Mauerwerkes in dieser Beziehung eine Grenze setzt; andererseits muß der lichte Durchmesser des Brunnens so groß sein, daß die zu dessen Senkung

erforderlichen Handhabungen im Hohlraum desselben vorgenommen werden können. Sollen die letzteren durch Menschenhand bewirkt werden, so ist ein lichter Durchmesser von mindestens 0,9 bis 1,0 m erforderlich.

An die Ecken der Gebäude legt man häufig etwas stärkere Brunnenpfeiler. Wenn jedoch die Gebäudeecken besonders gefährdet sind, wenn die unter dieselben gesetzten Brunnen von den Gurtbögen, welche sie mit den benachbarten Brunnen verbinden, oder von Gewölb-Constructionen über den Fundamenten einen sehr starken Seitenschub erfahren, und wenn der mit den Brunnen durchfahrene Boden leicht zur Seite ausweicht, so werden die Eckbrunnen noch durch Hilfsbrunnen abgesteift. Man ordnet entweder in der Verlängerung beider die Ecke *E* (Fig. 714) bildenden Mauern je einen solchen Hilfsbrunnen *A, B* an, oder man fenkt in der Halbierungslinie des Winkels, den die beiden Mauern bei *E* (Fig. 715) bilden, einen einzigen Hilfsbrunnen *C* ab. Von diesen Hilfsbrunnen werden alsdann Strebebögen gegen den abzusteienden Eckbrunnen *E* gelegt. Wenn erforderlich, werden auch eiserne Anker im oberen Theile der Brunnen oder zwischen den Gurtbögen eingezogen.

Man gibt bei Hochbauten den Senkbrunnen in der Regel einen kreisförmigen Querschnitt; es ist dies mit Rücksicht auf die Senkung und den während derselben

Fig. 712. Hauptgeschoss.

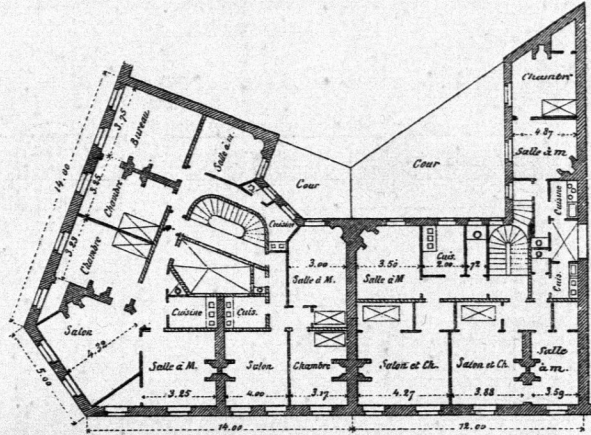
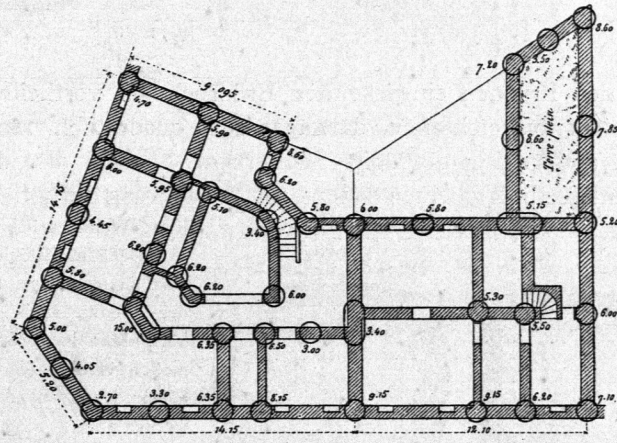


Fig. 713. Kellergeschoss.



Wohn- und Geschäftshäuser in Paris, rue Rochecouart²¹⁶⁾.

1/500 n. Gr.

Die Tiefenmaße für die Brunnenpfeiler sind von der Kellerohle an gerechnet.

455.
Eckbrunnen.

456.
Grundriß.

²¹⁶⁾ Facf.-Repr. nach: *Nouv. annales de la const.* 1871, Pl. 39.
Handbuch der Architektur. III. 1.

Fig. 714.

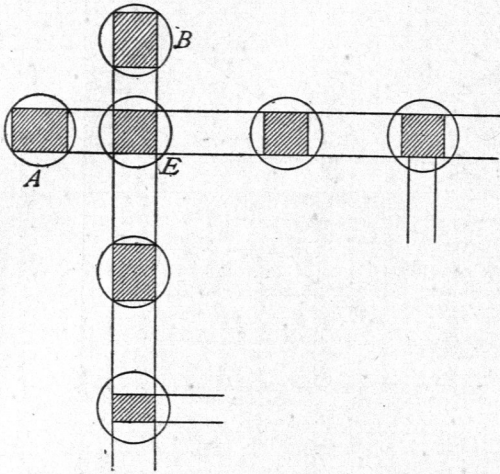
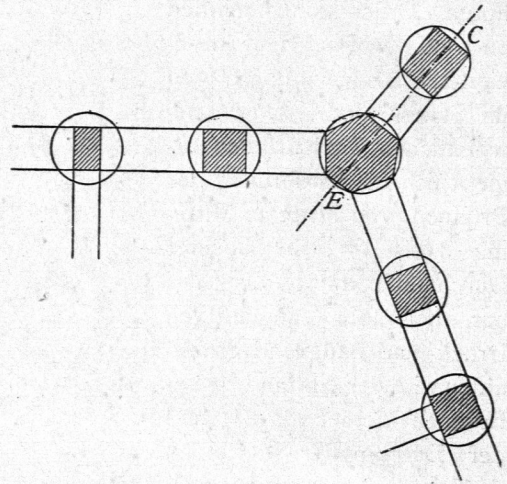


Fig. 715.



1/200 n. Gr.

auf den Brunnen einwirkenden Erddruck die vortheilhafteste Grundriffsform. Indefs ist nicht ausgeschlossen, dafs man auch quadratisch, rechteckig, oval (vergl. Fig. 713) oder anderweitig gestaltete Senkbrunnen, sobald dies die örtlichen Verhältniffe wünschenswerth erscheinen lassen, zur Ausführung bringt.

Fig. 716.

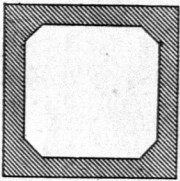
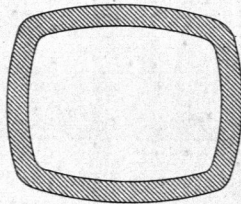


Fig. 717.



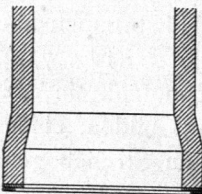
1/100 n. Gr.

Wenn es sich um die Fundirung kleinerer Bauwerke, wie Gedächtnisfäulen, fontiger Denkmäler etc. handelt, wird in der Regel nur ein einziger Brunnen angewendet, der alsdann auch grössere Querschnitts-Abmessungen erhält. Man hat Brunnen von 4 bis 6 m und darüber Durchmesser gefenkt; die Grundriffsgehalt solcher Brunnen hängt selbstredend von der Grundform des betreffenden Bauwerkes ab.

leiden. Ein guter Verband und eine entspricht dem beabsichtigten Zwecke.

Hat ein grösserer rechteckiger Brunnen eine geringe Mantelstärke und ist stärkerer Erddruck, bezw. Wasserdruck zu erwarten, so kann man auch nach Art der Fig. 717 die Brunnenwandungen nach aussen zu convex gestalten und die Ecken entsprechend abrunden.

Fig. 718.



1/100 n. Gr.

Um beim Senken der Brunnen die Reibung im Erdreich zu vermindern, ist zu empfehlen, den Durchmesser der Brunnen nach oben zu etwas abnehmen zu lassen. Es geschieht dies dadurch, dafs man entweder in einer Höhe von 0,5 bis 1,0 m über dem Brunnenkranz den Brunnenkörper etwas einzieht (nach Art von Fig. 718), oder dafs man die Brunnen in ihrer ganzen Höhe schwach conisch (Verjüngungsverhältnifs im Mittel 1 : 25) gestaltet.

Das Brunnenmauerwerk wird auf den sog. Brunnenkranz oder Schling aufgesetzt; derselbe bildet eine Art liegenden Rostes, welcher zugleich den Zweck zu erfüllen hat, dem Mauerwerk während des Senkens einen festen Zusammenhang zu

Fig. 719.

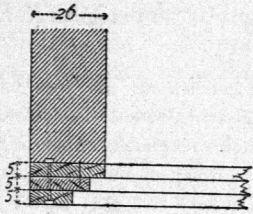


Fig. 720.

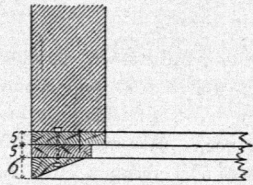


Fig. 721.

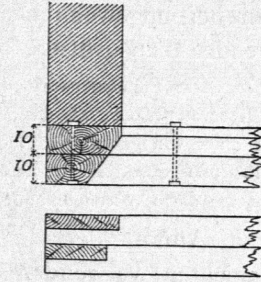


Fig. 722.

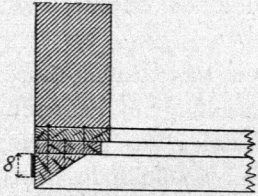
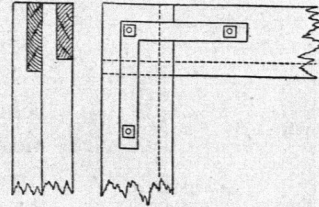
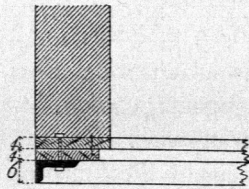


Fig. 723.

Brunnenkränze. — $\frac{1}{25}$ n. Gr.

geben. Damit beim Senken der Schling leicht in den Boden eindringe, erhält er einen keilförmigen Querschnitt (Fig. 719 u. 721); soll das Eindringen desselben besonders erleichtert werden, so wird feine Unterkante als Schneide (Fig. 720 u. 722) ausgebildet.

Als Material für die Brunnenkränze wird der Hauptfache nach Holz verwendet; bisweilen tritt eine Eisenverstärkung hinzu. Ganz aus Eisen hergestellte Schlinge kommen im Hochbauwesen kaum zur Anwendung.

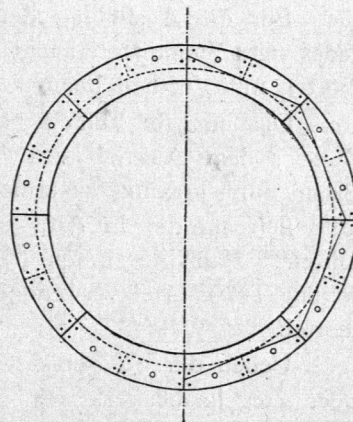
Die Brunnenkränze bestehen meist aus 2 bis 3 Lagen 4 bis 5 cm starker Bohlen, die mit einander verbolzt und vernagelt werden. Um ein keilförmiges Profil zu erzielen, nehmen die Bohlenlagen nach unten an Breite ab (Fig. 719 u. 720); bisweilen ist die unterste Lage dreikantig zugeschnitten (Fig. 720). Die Stöße der einzelnen Bohlenstücke sind in den zwei oder drei Lagen gegen einander versetzt, so daß in eine lothrechte Ebene nur eine Stoßfuge zu liegen kommt (Fig. 724 u. 725). Die unterste, kantig zugeschnittene Bohlenlage erfährt beim Senken den stärksten Angriff; sie wird deshalb in manchen Fällen, namentlich wenn man befürchtet, daß man auf steinigem Boden stoßen wird, mit einem eisernen Reifen zusammengehalten und verstärkt (Fig. 722); man hat sie wohl auch durch ein entsprechend gekrümmtes Winkeleisen (am besten ungleichschenkelig mit 40×80 oder 50×75 mm Schenkellängen) ersetzt (Fig. 723).

Seltener werden Brunnenkränze aus 2 Lagen stärkerer Verbandhölzer (8 bis 10 cm dick) zusammengesetzt (Fig. 721).

Für den Brunnenmantel bilden gute und scharf gebrannte Klinker, so wie guter Cementmörtel die geeignetsten Materialien. Traßmörtel im vorliegenden Falle zu verwenden, ist nicht zu empfehlen, da derselbe zu langsam erhärtet. Für die

Fig. 724.

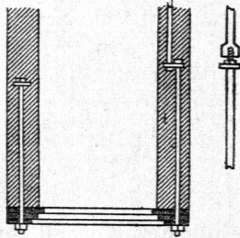
Fig. 725.

Brunnenkranz. — $\frac{1}{50}$ n. Gr.

im Hochbauwesen üblichen Brunnendurchmesser genügt eine Wanddicke von 1 Stein; nur bei ungewöhnlichen Abmessungen und bei sehr ungünstigen Bodenverhältnissen wendet man grössere Stärken an.

Das Füllmauerwerk der Brunnen, bezw. der dieselben ausfüllende Beton kommt nur um Weniges billiger zu stehen, als das Mantelmauerwerk; weiters sinkt ein Brunnen von grösserer Wandstärke besser, als einer von geringerer. Deshalb sollte man in der Bemessung der fraglichen Manteldicke nicht zu sparfam sein; maßgebend ist in dieser Beziehung nur noch, dass man den Innenraum des Brunnens mit Rücksicht auf die darin vorzunehmenden Arbeiten nicht zu sehr einengen darf. (Siehe hierüber auch Art. 454, S. 321.)

Anstatt der Ziegel kann man auch Haufteine, besonders in den höheren Schichten, verwenden. Auch Beton-Brunnen sind wiederholt ausgeführt worden, so z. B. bei den in Fig. 712 u. 713 dargestellten Wohn- und Geschäftshäusern in Paris.



Brunnen-Verankerung.
1/100 n. Gr.

Die Außenflächen des Brunnenmauerwerkes müssen thunlichst glatt geputzt werden, damit die Reibung im Erdreich möglichst gering wird. Große Brunnen werden aus gleichem Grunde mit einem Blechmantel umgeben. Glaubt man beim Senken auf Schwierigkeiten zu stoßen, so kann man, vom Schling ausgehend, Streichbretter anbringen, zwischen denen der Brunnen ausgeführt wird. Oder man verstärkt den Brunnenkranz durch einen 1 bis 2 m hohen, falsartigen Auffatz aus lothrechten Brettern, die durch Eisenringe und Nagelung mit

einander verbunden sind.

459.
Verankerung.

Haben die vorher vorgenommenen Bodenuntersuchungen ergeben, dass man nicht mit genügender Sicherheit auf ein vollständig gleichförmiges Sinken des Brunnens zählen darf, so muss man denselben durch Verankerung gegen das Zerreißen schützen. Zu diesem Zwecke lässt man vom Brunnenkranz aus feste, lange Eisenanker durchgehen und verlegt in angemessener Höhe einen zweiten, jedoch schwächeren Kranz, über welchem die Ankerbolzen verschraubt werden; statt des zweiten Kranzes können auch grössere eiserne Scheiben verlegt werden. In gleicher Weise kann die Verankerung noch weiter nach oben fortgesetzt werden (Fig. 726).

460.
Ausfüllung.

Für die Ausfüllung der in entsprechende Tiefe abgefenkten Brunnen kann jedes gute Steinmaterial und jeder gute hydraulische Mörtel, namentlich auch Trasmörtel, mit Vortheil benutzt werden.

Die unterste Füllschicht besteht in der Regel aus Beton; dieselbe hat den Zweck, dem Auftrieb des Wassers entgegenzuwirken und das Ausschöpfen des Brunnen-Innenraumes zu ermöglichen. Die geringste Mächtigkeit dieser Beton-Schicht lässt sich auf die in Art. 366 (S. 257) u. 408 (S. 286) angegebene Weise ermitteln. Kann der Beton 15 bis 20 Tage stehen bleiben, so kann zu feiner Bereitung Trasmörtel verwendet werden; sonst benutze man rasch erhärtenden Cementmörtel.

Ueber der so gebildeten Sohlenschicht besteht die Ausfüllung aus Bruchstein- oder Ziegelmauerwerk oder auch aus Beton. Eine Ausmauerung erfordert unter allen Umständen, dass der Brunnen-Innenraum wasserfrei gemacht werde; bei einer Ausbetonirung ist dies nicht unbedingt nothwendig (vergl. das in Art. 410, S. 291 über die Herstellung von Beton-Fundamenten Gefagte). Ob man das eine oder das andere Material wählen soll, ist lediglich eine Kostenfrage. Im Allgemeinen und unter gewöhnlichen Verhältnissen ist zwar der Beton theurer, als Mauerwerk; allein

letzteres kommt im vorliegenden Falle höher zu stehen, da das Mauern und das Hinabchaffen der Materialien in dem engen Brunnen-Innenraume kostspielig wird.

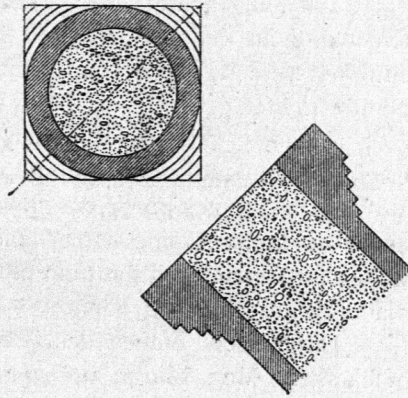
Die Vereinigung der Brunnenpfeiler durch Grundbogen geschieht in gleicher Weise, wie bei gewöhnlichen Fundament-Pfeilern (vergl. Art. 394, S. 277). Im

461.
Grundbogen.

vorliegenden Falle werden fast ausschließlich halbkreisförmige Gurtbogen zur Ausführung gebracht, da die erforderliche Constructionshöhe wohl stets vorhanden ist und weil derlei Bogen

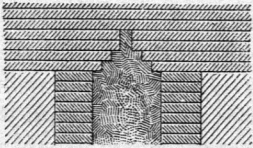
einen geringen Horizontal Schub ausüben. Um für die etwa 2 Stein starken Grundbogen ein gefichertes Widerlager zu haben, wird es bisweilen nothwendig, die kreisrunde Grundriß-

Fig. 728.



$\frac{1}{100}$ n. Gr.

Fig. 727.



$\frac{1}{25}$ n. Gr.

form in die quadratische zu überführen; es geschieht dies durch Auskrägung der oberen Steinscharen nach Art der Fig. 728.

Stehen die Brunnen sehr nahe an einander, so kann man statt der Grundbogen Steinplatten anwenden, die von Brunnen zu Brunnen gelegt werden; auch kann man durch entsprechende Auskrägung einiger Steinscharen eine derartige Construction ermöglichen (Fig. 727).

b) Ausführung der Brunnenpfeiler.

Soll ein Brunnenpfeiler gefenkt werden, so beginnt man in der Regel damit, die lockere Bodenschicht so tief abzugraben, als sich dies mit Rücksicht auf die Kosten empfiehlt. Keinesfalls wird man mit dieser Ausschachtung unter den Grundwasserspiegel gehen; sonst wird für die Tiefe der Baugrube namentlich die Beschaffenheit der zu Tage liegenden Bodenschicht maßgebend sein. Ist die letztere sehr locker, so müssen die Wandungen der Baugrube sehr flach gehalten oder abgezimmert werden; beides erhöht die Herstellungskosten. Die Sohle der Baugrube wird unter allen Umständen wagrecht abgeebnet.

462.
Anfangs-
arbeiten.

In Folge örtlicher Verhältnisse kann man veranlaßt werden, von der Herstellung einer Baugrube ganz abzusehen und mit der Senkarbeit unmittelbar an der Erdoberfläche zu beginnen. Hat die Baustelle eine geneigte Lage, so gräbt man den Boden entweder so weit ab, bis man eine wagrechte Fläche von genügender Ausdehnung hat, oder man schüttet so viel Material auf, bis man ein gleiches Ergebnis erzielt hat.

Ist die Baustelle in entsprechender Weise vorbereitet, so wird der Brunnenkranz verlegt und die Mauerung des Brunnenmantels auf solche Höhe vorgenommen, als dies einerseits noch bequem genug und ohne kostspielige Gerüste geschehen kann und andererseits das für das Senken erforderliche Gewicht es wünschenswerth erscheinen läßt.

Nunmehr kann die eigentliche Senkarbeit beginnen. Dieselbe besteht darin, daß man im Innenraum des Brunnens das Bodenmaterial trichterförmig ausgräbt, bzw. in anderer Weise löst, und daß durch die Last des Brunnens dasjenige Erdreich in die hergestellte Grube nachfällt, auf dem der Brunnenmantel steht; hierbei wird die Brunnenmauerung oben im gleichen Maße erhöht, als der Brunnen in den

463.
Senkung.

Boden einfinkt. Je gleichmäßiger der Boden gelöst wird, desto gleichförmiger finkt der Brunnen. Man vermeide, so weit als irgend möglich, ein plötzliches oder stofsweises Sinken, weil dies ein Reißen des Brunnenmauerwerkes, ein Schiefstellen des Brunnens und sonstige Mißstände herbeiführen kann. In Folge dessen wird es sich empfehlen, die Lösung des Bodens mit großer Vorsicht vorzunehmen und nicht zu große Massen desselben auf einmal hervorzuholen.

Tritt ungeachtet aller Vorsicht ein Schiefstellen des Brunnens ein, so muß schleunigst an der der größeren Senkung entgegengesetzten Seite das Bodenmaterial entfernt werden, damit der Brunnen an dieser Stelle nachfinkt und sich wieder gerade richtet.

464.
Belastung.

Anfangs finkt der Brunnen nur in Folge seines Eigengewichtes ein. Indes erreicht man bald einen Zustand, wobei der Brunnen nicht mehr finkt, obwohl die Lösung und Beseitigung des Bodens in genügender Weise vorgeschritten ist. Es entstehen hohle Räume unter dem Brunnenkranz, und man darf die Löfearbeit nicht weiter fortsetzen, weil sonst ein plötzliches Sinken oder gar ein Abreißen des Brunnenmauerwerkes eintreten könnte.

Das weitere Sinken des Brunnens muß durch künstliche Belastung desselben geschehen. Man bringt auf das Brunnenmauerwerk oder auf quer darüber gelegte Bohlen schwere Gegenstände, wie große Steine, Eisenschienen, Bleibarren, wohl auch Backsteine, die später vermauert werden sollen, oder Tonnen, in die man das gelöste Bodenmaterial schüttet, Arbeitsgerüste etc.

465.
Lösung
des
Bodens.

Die Lösung des Bodens kann entweder durch Ausgrabung desselben im Trockenen oder unter Wasser geschehen. Im ersteren Falle wird die Grabearbeit durch Menschenhand unter steter Wasserhaltung vorgenommen; im letzteren Falle sind mechanische Vorrichtungen für die Löfearbeit erforderlich, die meist gleichfalls durch Menschen gehandhabt werden, für welche aber auch andere Motoren Verwendung finden können.

466.
Handarbeit.

Das unmittelbare Ausgraben des Bodens durch Arbeiter im wasserfrei gehaltenen Brunnen-Innenraume ist im Allgemeinen jeder anderen Senkmethode vorzuziehen, da man den Verlauf der Senkarbeit, die Beschaffenheit des zu löfenden Bodens etc. scharf überwachen kann. Die Emporfchaffung des ausgegrabenen Erdreiches geschieht entweder durch Schaufelwurf, bei größerer Tiefe mit Hilfe von Zwischengerüsten, oder durch Eimer, die mittels Winden auf- und abgewunden werden.

Der Hauptnachtheil dieses Verfahrens ist in den bedeutenden Kosten der Wasserhaltung zu suchen; bei sehr losem Boden, bei starkem Wasserzudrang kann dieselbe entweder gar nicht oder nur mit vielen Schwierigkeiten durchführbar sein. Bei großer Wassertiefe ist auch ein Eindringen des Brunnenmauerwerkes durch den äußeren Wasserdruck zu befürchten. Häufig tritt in Folge dessen an die Stelle unmittelbarer Ausgrabung des Bodens die Lösung mittels besonderer Grabevorrichtungen (Excavations-Apparate) ohne Wasserhaltung. Nachstehend sollen die wichtigeren derselben namhaft gemacht werden.

Es ist wohl auch versucht worden, die Lösung des Bodens unter Wasser durch Taucher bewirken zu lassen; die Ergebnisse dieses Verfahrens waren indes nicht so günstig, daß es eine weitere Verbreitung gefunden hätte. Nur zum Beseitigen einzelner Hindernisse, für gewisse unter Wasser vorzunehmende Nebenarbeiten etc. werden Taucher verwendet.

In Indien bedient man sich von Alters her bei Grundbauten eines Werkzeuges, das eine Schaufel mit kurzem Stiel bildet und *Tham* genannt wird. Ein Taucher steigt mit dieser Schaufel in den Brunnen

hinab, lockert auf der Sohle desselben den Boden mittels feines Werkzeuges auf, füllt es mit dem gelösten Material und läßt sich mit der gefüllten Schaufel emporziehen. Derlei Taucher sind sehr geschickt und können etwa 1 Minute unter Wasser bleiben.

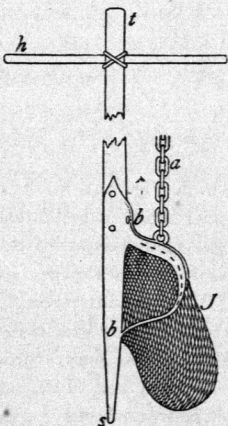
1) Bagger sind diejenigen Grabevorrichtungen, die im Hochbauwesen bislang am meisten zur Anwendung gekommen sind. Insbesondere sind es die durch Arbeiter zu handhabenden Stielbagger, welche den anderen Vorrichtungen vorgezogen werden. Bei diesen ist das Baggergefäß an einem langen Stiele befestigt, der weit genug nach oben reicht, um ihn dort handhaben zu können.

Für sandigen und für schlammigen Boden eignet sich der Sackbagger oder Sackbohrer am besten (Fig. 729 u. 730).

Bei diesem besteht das Baggergefäß aus einem Sack \mathcal{S} von Leder oder Leinen, der an einem Bügel bb befestigt ist, dessen äußerer Rand als Schneide ausgebildet ist. Bügel und Sack sind am unteren Theile des Baggerstieles st angebracht; letzterer läuft dafelbst in einen vortretenden eisernen Dorn s aus, der von oben in den Boden gedrückt wird und den Stützpunkt bildet, um welchen Bügel und Sack gedreht werden. Zu diesem Zwecke ist am oberen Ende des Stieles ein zweiarmiger, etwa 90 cm langer Hebel h angebracht, den man mit der Hand (im Sinne der Bügelschneide) drehen kann. Bei dieser Drehung löst die schneidige Kante des Bügels eine Partie des Bodenmaterials, welche in den Sack fällt. Um den gefüllten, etwa 0,03 cbm fassenden Sack heben zu können, ist am Bügel oder am unteren Theil des Stieles ein Seil a befestigt, welches über eine Rolle läuft und meist auf eine Welle aufgewunden wird (vergl. Fig. 730). Die Arbeiter, welche den Sackbohrer handhaben, stehen auf einem leichten Gerüste, welches auf dem Brunnenmantel aufricht.

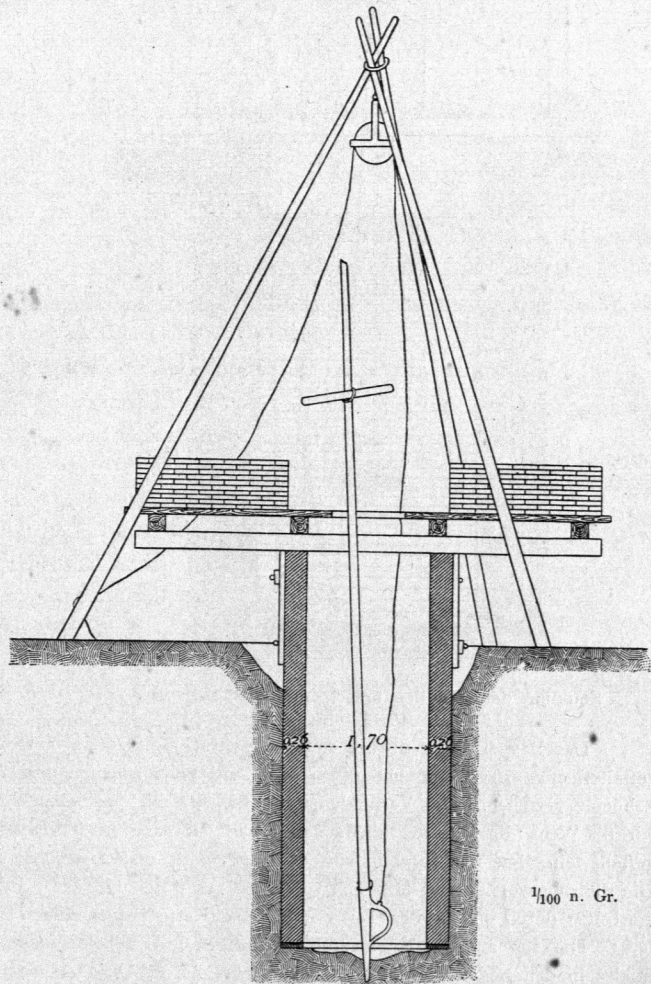
Bei Senkbrunnen von größerer Weite hat man dem Sackbagger mitunter eine etwas andere Einrichtung gegeben, die unter dem Namen Drehbagger bekannt geworden ist. Sack und Bügel werden dabei

Fig. 729.



Sackbohrer.

Fig. 730.

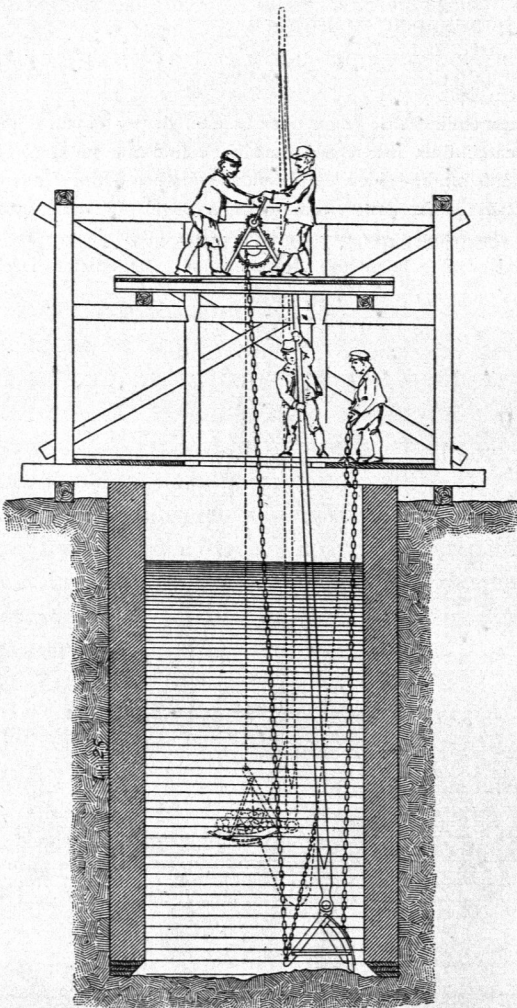


Senkung der Brunnen mittels Sackbohrer.

mit Kette und Winde quer durch den Brunnen gezogen, während man den Stiel durch ein Tau gegen das Hinaufdringen sichert²¹⁷⁾.

In schwereren Bodenarten und bei größerer Tiefe reicht der Sackbohrer nicht mehr aus. In solchen Fällen erweist sich die indische Schaufel als eine eben so zweckmäßige, wie einfache Grabevorrichtung.

Fig. 731.



Senkung der Brunnen mittels indischer Schaufel.

Fig. 732.

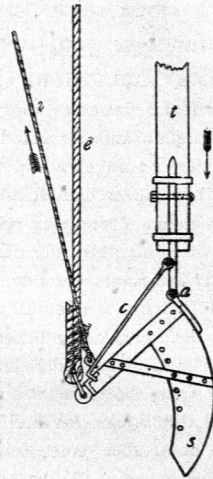
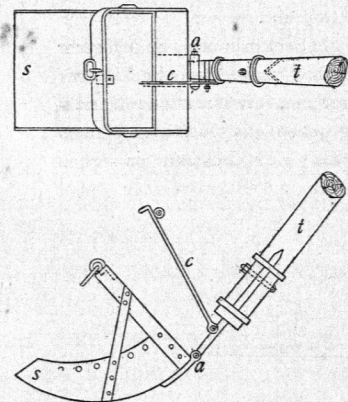


Fig. 733.



Indische Schaufel.

Das Baggergefäß ist bei diesem Apparat als Schaufel ausgebildet; sie ist nach Fig. 731 bis 733 gefaltet, etwa 70 cm lang und 60 cm breit, aus Schmiedeeisen hergestellt und mit einer scharfen gefälhten Schneide versehen. Die Verbindung des Stieles *t* mit der Schaufel *s* ist mittels eines Gelenkes bei *a* bewirkt. Wenn die Schaufel hinabgelassen wird, so muß sie lothrecht herabhängen und in dieser Lage fest gestellt sein; letzteres kann in verschiedener Weise erzielt werden, in Fig. 732 z. B. durch die Strebe *c*. Die Fixierungsvorrichtung läßt sich von oben aus durch ein Tau *i* auslösen; die Grabarbeit wird gleichfalls von oben durch ein zweites Tau *z* oder eine Kette vorgenommen, welche über eine Winde gelegt wird.

Die bis auf die Brunnenfohle hinabgelassene Schaufel wird von 2 bis 3 Arbeitern mit Hilfe des Stieles in den Boden gedrückt; hierauf wird durch Anziehen des Seiles *i* die Feststellvorrichtung *c* aus-

²¹⁷⁾ Näheres hierüber: Deutsche Bauz. 1874, S. 243.

gelöst. Während nun die Arbeiter den Stiel t noch niederhalten, wird das Tau e mittels der Winde angezogen, wobei die Schaufel allmählich in die wagrechte Lage (Fig. 733) übergeht, etwas vom Bodenmaterial löst und aufnimmt. Wird alsdann das Tau e vollends aufgewunden, so kommt die Schaufel oben an und kann ausgeleert werden.

Die indische Schaufel erfordert 6 bis 8 Arbeiter als Bedienungsmannschaft.

In sehr grobem Kies genügt die indische Schaufel nicht mehr; besser bewährt sich in einem solchen Falle der Schraubenbagger (Fig. 734 u. 735), der sich auch so herstellen läßt, daß man ihn für weichen Boden anwenden kann.

Der Schraubenbagger ist im unteren Theile wie ein schmiedeeiserner Schraubenpfahl (vergl. Art. 430, S. 305) gefaltet. Soll weicher, schlammiger Boden gelöst werden, so wird über dem obersten Schraubengang eine Hülse zur Aufnahme des gewonnenen Materials angeordnet (Fig. 734); bei kiefigem Boden krepmt man einfach die Ränder der Schraube auf (Fig. 735).

Bei weiteren Brunnen kommen statt der Stielbagger wohl auch Baggervorrichtungen mit Bodenklappen zur Anwendung. Diese bestehen aus einem trommelartigen Behälter, dessen Boden aus 4 bis 8 central angeordneten Klappen zusammengesetzt ist. Die lothrecht herabhängenden Bodenklappen wirken eben so wie die indische Schaufel; hat die Lösung einer Partie Bodenmaterial stattgefunden, so werden die Klappen angezogen und dadurch der Boden des Behälters geschlossen; derselbe wird in mehr oder weniger gefülltem Zustande emporgezogen.

Hierher gehören der *Millroy'sche* Apparat, über den in: Deutsche Bauz. 1868 (S. 470) das Nähere entnommen werden kann; ferner der Excavator von *Bruce* und *Batho*, wovon in: *Revue ind.* 1876, (S. 109 u. 110) eine eingehende Beschreibung zu finden ist; weiters eine auf demselben Princip construirte Grabevorrichtung, deren in: Deutsche Bauz. 1875 (S. 32) Erwähnung geschieht.

Leichtere Dampf bagger werden für die Brunnenföhrung im Hochbauwesen nur selten angewendet.

2) Sandpumpen, nach dem Princip der gewöhnlichen Kolbenpumpen eingerichtet und mit einem trommelartigen Behälter versehen, der die gehobenen Bodenmassen aufnimmt, eignen sich hauptsächlich für sandiges Bodenmaterial, welches in Begleitung von Wasser emporgefördert wird.

Eine eingehende Beschreibung der in Deutschland üblichen Sandpumpe bringt: Deutsche Bauz. 1871 (S. 109). Die von *Reeve* construirte Sandpumpe ist in: *Engineer* 1877 (2. Sem., S. 99 u. 312) beschrieben.

3) Bei Grabevorrichtungen, die nach dem Princip der Strahlpumpen oder Injectoren wirken, wird durch ein auf die Brunnenföhrle reichendes Rohr Druckwasser eingepreßt; dieses steigt in einem zweiten Rohr empor, reißt dabei das Bodenmaterial mit sich und gelangt, mit demselben vermengt, oben zum Ausfließen.

Die einfachste der hier einschlägigen Vorrichtungen ist diejenige von *Robertson*, deren unterer Theil in Fig. 736 dargestellt ist; A ist das Rohr, durch welches das Druckwasser eingeführt wird; letzteres steigt im Rohre B empor und reißt bei M das Bodenmaterial mit sich ²¹⁸⁾.

²¹⁸⁾ Näheres über diese Vorrichtung: Deutsche Bauz. 1875, S. 31. — Andere Strahlpumpen sind beschrieben in: RZIHA, F. Eisenbahn-Unter- und Oberbau. 2. Band. Wien 1876. S. 38 — ferner in: Rigafche Ind.-Ztg. 1878, S. 237.

Fig. 734.

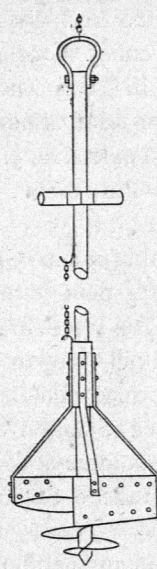
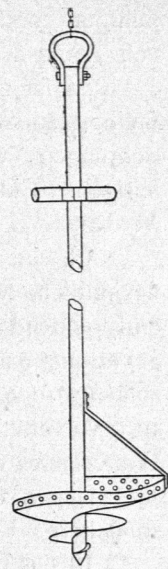


Fig. 735.

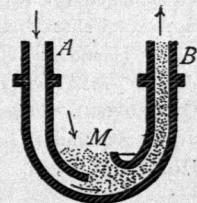


Schraubenbagger. — 1/30 n. Gr.

468.
Sandpumpen.

469.
Sontige
Grabe-
vorrichtungen.

Fig. 736.

Grabevorrichtung von
Robertson.

4) Von sonstigen Grabevorrichtungen sind noch die nach Art der Centrifugalpumpen construirten und die sog. Heberapparate zu nennen. Letztere dürften zuerst von *Leslie* angewendet worden sein ²¹⁹⁾.

Stößt man bei den unter Wasser vorzunehmenden Senkarbeiten auf größere Steine, Holzstücke oder ähnliche Hindernisse, so sind diese mit Hilfe geeigneter Vorrichtungen, wie Teufelsklauen, Steinzangen (vergl. Art. 384, S. 270) etc. zu beseitigen. Gelingt dies nicht, so muß die Entfernung durch Taucher vorgenommen werden.

470.
Gründung
im offenen
Wasser.

Ist eine Senkbrunnen-Gründung im offenen Wasser auszuführen, so kann man sie ähnlich, wie auf dem festen Lande vornehmen, wenn man an der Baustelle eine entsprechend große Infel schüttet, die bis über den Wasserspiegel reicht. Ist die Schüttung einer Infel, wegen zu großer Wassertiefe oder aus anderen Gründen, nicht zulässig, so hängt man den Brunnenkranz mittels Ketten an einem festen Gerüst oder an fest verankerten Schiffen auf. Ist der Schling auf der Sohle des betreffenden Wasserlaufes angekommen, so kann die Aufhängung unterbleiben.

Gegen vorhandene Strömungen sind die Brunnenpfeiler durch Steinschüttungen zu sichern.

471.
Vollendung
der
Brunnen.

Ist das Brunnenmauerwerk bis auf die erforderliche Tiefe verfenkt, so wird die schon gedachte Sohlenschicht aus Beton hergestellt; dieselbe muß stets unter Wasser ausgeführt werden (vergl. Art. 410, S. 291). Wenn diese Beton-Schicht vollständig erhärtet ist, so wird der Brunnen in der Regel ausgepumpt und mit Bruchsteinen oder guten Backsteinen ausgemauert, unter Umständen ausbetonirt; die Betonirung kann erforderlichen Falles auch unter Wasser vorgenommen werden.

Man hat die wasserdichte Sohlenschicht und die Ausfüllung des Brunnens auch noch in anderer Weise hergestellt. Sobald der Schling auf der tragfähigen Bodenschicht angekommen ist, wird ein kreisrunder, etwa 3 cm starker Boden, dessen Durchmesser der lichten Brunnenweite entspricht, in den Brunnen hinabgelassen und mit einigen großen Steinen beschwert. Alsdann werden einige Karren Mauerthut und Mörtel in den Brunnen geworfen, wodurch alle Zwischenräume ausgefüllt werden sollen. Hierauf wird wieder eine Partie Steine hineingeworfen und wieder etwas Mörtel aufgebracht etc. Auf diese Weise wird die Ausfüllung des Brunnens bis über den Grundwasserspiegel fortgesetzt und dann erst mit der Ausmauerung begonnen.

Es ist wohl ohne Weiteres ersichtlich, daß dies ein höchst unvollkommenes Verfahren ist, da von einer innigen Verbindung zwischen Stein und Mörtel nicht die Rede sein kann.

Literatur

über »Senkbrunnen-Gründungen«.

Vorschlag zu einer Gebäude-Gründung in besonders ungünstigem Boden. *CRELLE'S Journ. f. d. Bauk.*, Bd. 9, S. 203.

KÖPCKE. Pfeilerfundirung für Eisenbahnbrücken in Indien. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1864, S. 272.

Fundirung mit Hilfe von Schächten. *Zeitschr. f. Bauw.* 1865, S. 352.

Gründungen der Kunstbauten. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1865, S. 278.

SONNE. Ueber Pfeilergründung durch Verfenken von Mauerwerk. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1866, S. 174.

Maison fondée sur 42 puits en beton, rue Rochechouart, à Paris. Nouv. annales de la const. 1871, S. 76.

QUASSOWSKI. Ueber Fundirungen mit Senkbrunnen nebst Beschreibung einiger Fälle aus der Praxis. *Zeitschr. f. Bauw.* 1874, S. 297.

HOFFMANN, C. H. Ueber Senkbrunnen und Gründungsarbeiten. *Baugwks.-Zeitg.* 1869, S. 74, 81.

²¹⁹⁾ Der *Leslie'sche* Heberapparat ist beschrieben in: *Deutsche Bauz.* 1873, S. 84.