

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.

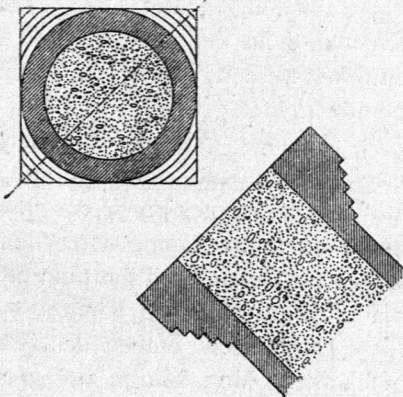
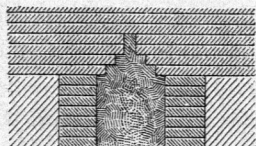


Fig. 727.



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

form in die quadratische zu überführen; es geschieht dies durch Auskragung 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 Auskragung einiger Steinscharen eine derartige Construction ermöglichen (Fig. 727).

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

### 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 Grabvorrichtungen, 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.

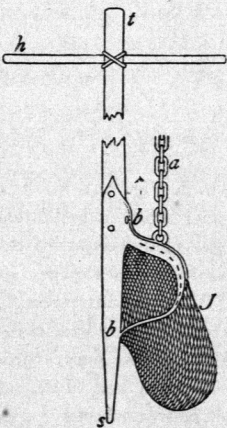
467.  
Baggerarbeit.

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 aufruhet.

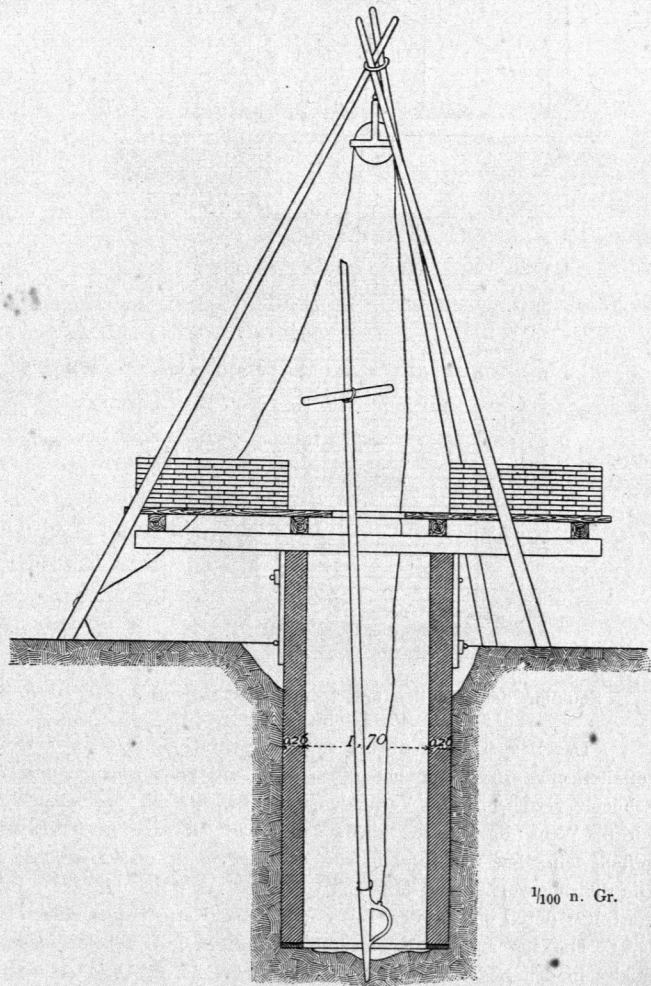
Bei Senkbrunnen von größerer Weite hat man dem Sackbagger mitunter eine etwas andere Einrichtung gegeben, die unter dem Namen Drehbagger bekannt geworden ist. Sack und Bügel werden dabei

Fig. 729.



Sackbohrer.

Fig. 730.

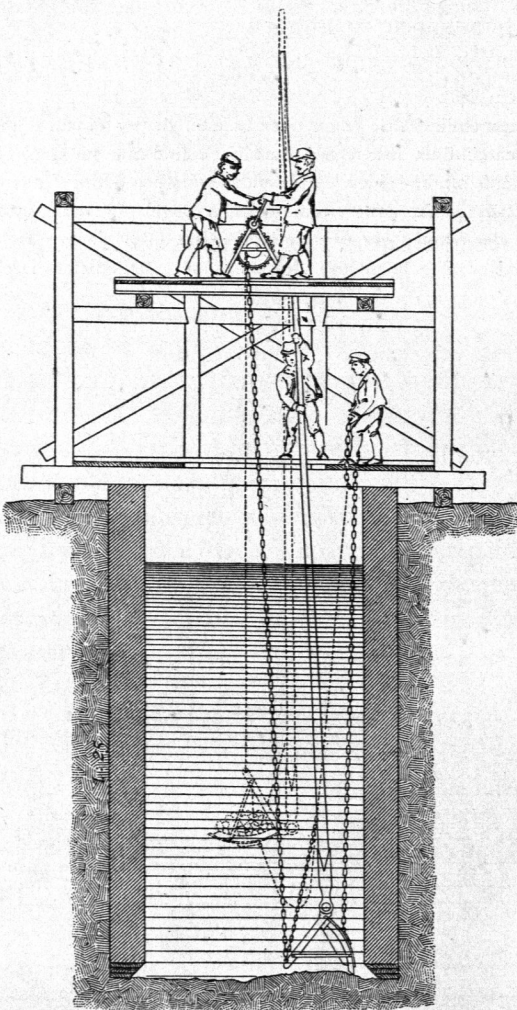


Senkung der Brunnen mittels Sackbohrer.

mit Kette und Winde quer durch den Brunnen gezogen, während man den Stiel durch ein Tau gegen das Hinaufdringen sichert<sup>217)</sup>.

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.

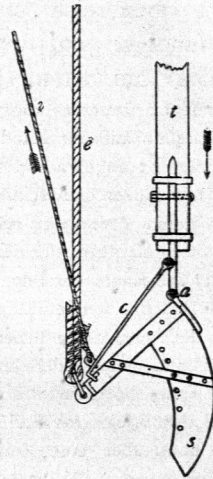
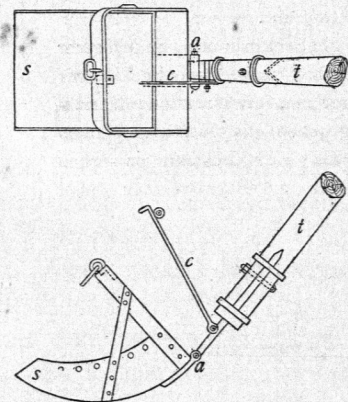


Fig. 733.



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 gefälzten 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 Grabearbeit 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-

<sup>217)</sup> 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 loslöst 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 Schraubenfahl (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<sup>218)</sup>.

<sup>218)</sup> 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.

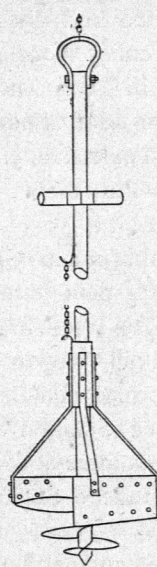
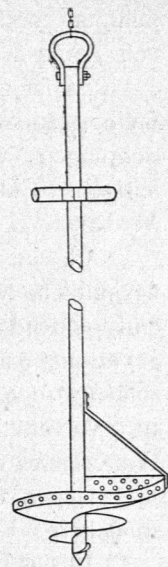


Fig. 735.

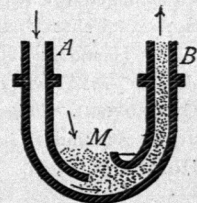


Schraubenbagger. — 1/30 n. Gr.

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 <sup>219)</sup>.

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 Wasserpiegel 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 Sohlschicht 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 Sohlschicht 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 Grundwasserpiegel 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.

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