

Verrohrung angewendet. Machen tiefere Schichten, wie Kies und Sand, eine Wasserspülung erforderlich, so muß das Bohrloch verrohrt werden.

In 6—7 Stunden wurde ein verrohrt Bohrloch in Sand und Kies 10—12 m tief niedergebracht, in stehendem festen Thon mitunter 4—5 m in einer Stunde erreicht.

### Litteratur.

- Broja. Ueber die Anwendung des Diamantröhrenbohrens in England. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1873. Bd. 21.  
 Pupovac. Die Diamantbohrmaschine. Wien 1874.  
 Diamantbohrung in Rheinfelden. Die Eisenbahn. 1877. Bd. VI. No. 4.  
 A. Fauck. Anleitung zum Gebrauche des Erdbohrers. Leipzig 1877.  
 Armengaud. Publication industrielle. 1879. Vol. 25.  
 Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung von Bertina. Gewerbeblatt für das Großherzogtum Hessen. 1880. No. 22.  
 Wolf. Bohren mit Wasserspülung von Köbrich. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure. 1882. Bd. 26. S. 692.

## F. Gewinnung von Wasser und Untersuchung des Baugrundes mit Bohrlöchern von geringem Durchmesser.

§ 103. Artesische Brunnen. Das in die Erde eindringende Wasser ist oft genötigt, wasserdichten Gesteinsschichten zu folgen. Trifft es auf seinem Wege in die Tiefe eine zu Tage ausgehende Kluft, so erscheint es als Quelle.

Dringt aber das Wasser in eine poröse Gesteinsschicht *b* ein, siehe Fig. 12, Taf. XII, welche zwischen zwei wasserdichten Gesteinsschichten *a* und *c* eingeschlossen ist, so füllt es die erstere wie eine kommunizierende Röhre aus und steht bei *d* unter einem der Höhe *be* entsprechenden Drucke, mit welchem es durch ein bei *d* gestoßenes Bohrloch zu Tage tritt. Ein solches Bohrloch heißt artesischer Brunnen; vergl. S. 68.

Steigt das Wasser über die Erdoberfläche empor, so muß es durch ein Steigrohr gefaßt werden, von welchem aus das Wasser den Verbrauchsstätten zugeführt und unter Umständen sogar zum Betriebe von Maschinen benutzt werden kann. Je nach der Tiefe, aus welcher das Wasser emporsteigt, hat es mehr oder weniger hohe Temperatur.

Von größeren artesischen Brunnen ist besonders derjenige von Grenelle bei Paris zu erwähnen. Derselbe wurde 1833—41 von Mulo t erhohrt, besitzt eine Tiefe von 545 m und liefert in einer Minute 640 l Wasser von 22 $\frac{1}{2}$ ° R., welches in einem Rohre 16 m über den Boden emporsteigt. Diese Wasserlieferung verminderte sich auf 430 l, als das noch großartigere Unternehmen von Passy bei Paris durch Kind vollendet wurde. Der wasserreichste artesischer Brunnen ist derjenige zu Congé sur Cher im Departement Indre-Loire, welcher bei einer Tiefe von 308 m in der Minute 4050 l liefert.

Von der größten Bedeutung sind artesischer Brunnen hiernach für wasserarme Gegenden. So haben französische Ingenieure seit 1855 in Algerien an den Rändern der Sahara mit glücklichstem Erfolge sehr ergiebige artesischer Brunnen erhohrt, welche jetzt täglich 100000 cbm Wasser liefern und den bisher sterilen Boden befruchten.

§ 104. Hand-Tiefbohr-Apparat. Hauptsächlich für Vorarbeiten beim Schürfen, Bonitiren, sowie zum Untersuchen des Baugrundes und zum Aufsuchen von Wasser

hat Bergrat Tecklenburg in Darmstadt einen Hand-Tiefbohr-Apparat konstruiert. Derselbe, von P. Graef in Darmstadt ausgeführt, besteht aus den in Fig. 66 (1 bis 15) dargestellten Instrumenten.

In Fig. 66 (1) ist *a* eine aus massiver Bronze bestehende Krücke, *b* die Stockstange, 800 mm lang, bei 15 mm Durchmesser und 0,4 kg Gewicht, *c* eine stählerne Schaufel.

Die Brechstange, Fig. 66 (2), dient zum Durchstoßen von Steinen und in Verbindung mit dem Gestänge zum Beiseitedrängen von größeren Geröllen im Bohrloche.

Der Spitzhammer, Fig. 66 (3), wird zum Aufhauen der Erde und zum Zerschlagen von Steinen, der Flachhammer, Fig. 66 (4 *a* und 4 *b*), zum Ausheben von Schürfen und die Schmilze *f* als Kolbenbohrer zum Zerstoßen von Steinen im Bohrloche benutzt.

Fig. 66 (5) ist ein Hohlgestänge von 1 m Länge, 15 mm Durchmesser und 0,6 kg Gewicht.

Fig. 66 (6) zeigt ein Krückel *g* zum Drehen des Bohrgestänges *h*, an dessen unterem Ende sich die Schappe *i* befindet. Dieselbe ist ein hohl geschliffener, aufgeschlitzter Cylinder von 250 mm Länge und 22 mm Durchmesser.

Die Abfangegabel mit Schlüssel, Fig. (66) 7, wird zum Abschrauben des Gestänges und Abfangen desselben über Tage, der Schlüssel, Fig. 66 (8), gleichfalls zum Schrauben, sowie zum Reinigen der Schappe benutzt.

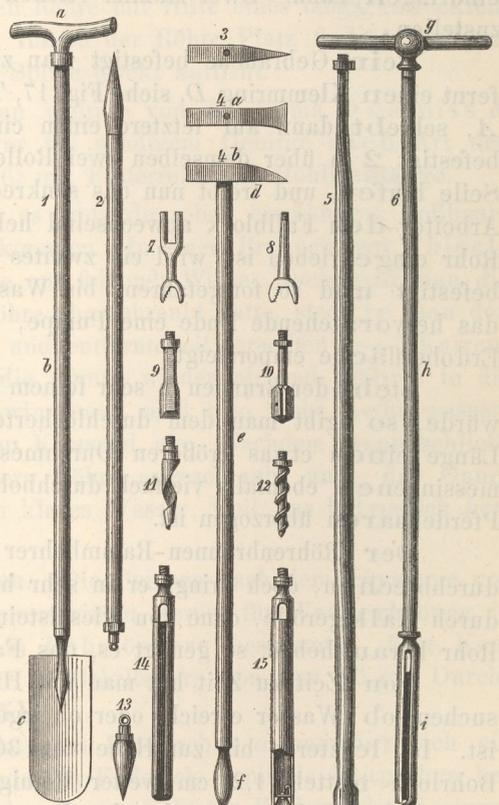
Fig. 66 (9) zeigt einen Flachmeißel mit Seitenschneiden, welcher zum Durchstoßen fester Gesteine, Fig. 66 (10) einen Kronenbohrer mit 6 unteren und 6 seitlichen Schneiden, welcher in zerklüfteten festen Gesteinslagen angewendet wird, während der Schneckenbohrer, Fig. 66 (11), zum Vorbohren in verwittertem Schiefer und der Spiralbohrer, Fig. 66 (12), zum Auflockern von festem Kies dient.

Der Spitzbohrer, Fig. 66 (13), läßt sich als Senkel oder in Verbindung mit dem Gestänge als Vorbohrer benutzen.

Der Hohlbohrer, Fig. 66 (14), eignet sich mehr für Schotter und feinkörniges Gerölle, während die Ventilbüchse oder der Schlammloffel, Fig. 66 (15), mit Gestänge oder am Seil zum Bohren in Tribsand und zum Reinigen des Bohrloches vom Bohrschlamm benutzt werden kann.

Der ganze Apparat wiegt für 10 m Tiefe etwa 7 kg, kostet 150,50 M., kann von einem Mann getragen und ohne besondere Vorrichtungen gebraucht werden. In der Regel genügt für

Fig. 66 (1—15). M. 1 9.



die obengenannten Zwecke die Krücke mit Stockstange, die Schmilze, die Schappe und der Universalschlüssel, welche zusammen 26 M. kosten.

**§ 105. Röhrenbrunnen oder Rammumpen.** An dieser Stelle sind auch die Rammumpen<sup>143)</sup> zu erwähnen, welche als amerikanische, Norton'sche oder Röhrenbrunnen, auch abessinische Brunnen, sehr bekannt geworden, aber in Deutschland schon 1815 von Nigge und 1831 von Melm ausgeführt worden sind.

Sie bestehen im wesentlichen aus gewalzten eisernen Gasröhren, gewöhnlich von 32 mm innerem und 46 mm äußerem Durchmesser, welche sich durch Zusammenschrauben verschiedener Stücke auf eine Länge bis 9,5 m und mehr bringen lassen. Eine der Röhren, welche zuerst eingerammt wird, ist an einem Ende mit einer stählernen Spitze versehen und über dieser Spitze auf eine Länge von 30—40 cm ringsum mit Löchern von 4 mm Weite durchbohrt, sodaß Wasser leicht in das Rohr eindringen kann. Zwei Männer reichen aus, um den Brunnen in kurzer Zeit herzustellen.

Beim Gebrauche befestigt man zunächst etwa 1 m von der Stahlspitze entfernt einen Klemmring *D*, siehe Fig. 17, Taf. XII, mit Schrauben an die untere Röhre *A*, schiebt dann auf letztere einen circa 35 kg schweren eisernen Fallblock *C*, befestigt 2 m über demselben zwei Rollen *B*, über welche nach dem Fallblock hin Seile laufen, und treibt nun das senkrecht gestellte Rohr in den Boden, indem die Arbeiter den Fallblock abwechselnd heben und fallen lassen. Nachdem das erste Rohr eingetrieben ist, wird ein zweites angeschraubt, an diesem der Rammapparat befestigt und so fortgeföhren, bis Wasser erreicht ist. Sodann schraubt man an das hervorstehende Ende eine Pumpe, falls nicht das Wasser von selbst über die Erdoberfläche emporsteigt.

Steht der Brunnen in sehr feinem Sande, welcher dauernd mitgerissen werden würde, so gibt man dem durchlöcherten Rohre mit der Stahlspitze bei etwa 1 m Länge einen etwas größeren Durchmesser und schiebt in dasselbe ein zweites, messingenes, ebenfalls vielfach durchbohrtes Rohr, welches mit einem Gewebe von Pferdehaaren überzogen ist.

Der Röhrenbrunnen-Rammbohrer ist nicht geeignet, feste Steinbildungen zu durchbrechen, doch dringt er in sehr harte und dichte Bodenarten ein und geht durch Kalkgerölle, ohne von Kieselsteinen aufgehalten zu werden. Will man das Rohr herausheben, so genügt es, das Fallwerk umgekehrt arbeiten zu lassen.

Von Zeit zu Zeit hat man mit Hilfe eines hohlen eisernen Lotes zu untersuchen, ob Wasser erreicht oder ob irgend eine Erdart in die Röhre eingedrungen ist. Ist letzteres bis zur Höhe von 30 cm und darüber geschehen, so wird das Bohrloch mittels 1,25 cm weiter Reinigungsröhren gereinigt, indem man Wasser eingießt und eine aufgeschraubte Pumpe in Thätigkeit setzt.

Befindet sich der Wasserstand in beträchtlicher Tiefe, so wird, nachdem die erste Röhre in den Boden eingetrieben ist, der Arbeitscyliner *A*, Fig. 18, Taf. XII, welcher aus einer kurzen, durch ein Metallfutter verstärkten Röhre besteht und mit einem Ventilsitze *B* ausgerüstet ist, an die eingetriebene Röhre geschraubt und mit einer Einlage *C* versehen. Diese Einlage hat zu verhüten, daß das Metall-

<sup>143)</sup> Prakt. Maschinen-Konstr. 1868. Nr. 14. — Dingler's polyt. Journ. 1869. Bd. 191. S. 24. — Deutsche Bauztg. 1873. S. 93. — Vergl. übrigens S. 293 und Fig. 2 und 4—7 auf Taf. XV der 1. Abteilung der Baumaschinen.

futter während des Rammens seinen Platz verläßt. An den Arbeitscyylinder werden dann neue Röhren gefügt, die auf gewöhnliche Weise getrieben werden, bis der Cylinder die Nähe des Wasserstandes erreicht. Dann wird der Kolben *D*, der an einer aus mehreren Stücken bestehenden Pumpenstange befestigt ist, in den Arbeitscyylinder niedergelassen und mit dem Pumpenschwengel verbunden.

Beim Reinigen solcher tieferen Bohrlöcher besitzt das Wasser während des Pumpens nicht genügende Geschwindigkeit, um schwere Sandkörner in die Höhe zu fördern. Um diese Schwierigkeit zu überwinden, wendet man eine Pumpe mit hohlem, ein Bodenventil führendem Taucherkolben *A*, Fig. 19, Taf. XII., und gleichfalls hohler Pumpenstange an, deren oberes Ende *B* als Ausguß dient. Nachdem der Brunnen mit dieser Pumpe gereinigt ist, kommt ein gewöhnlicher Pumpkolben zur Anwendung.

Nach dem Verfahren von Le Grand & Sutcliff (Magdalaworks Bunhillrow, London) geschieht das Eintreiben der ersten Röhre mit Hilfe eines langgestreckten, mit Stahl beschlagenen Stempels, der im Innern der Röhre Platz findet und auf der inneren oberen Fläche der stählernen Spitze direkt auftritt.

In neuerer Zeit werden Bohrbrunnen vielfach von der Firma Deseniss & Jacobi in Hamburg ausgeführt und zwar bei sandigem Gebirge nach Art des dänischen Spritzbohrverfahrens (§ 96) mit Futterrohr und Hohlgestänge.

In ganz feinem Schwimmsande ist es trotz des oben erwähnten Roßhaarfilters nicht möglich, reines Wasser zu bekommen. In einem Brunnen zu Chiselhurst verfuhr man in einem solchen Falle auf folgende Weise: Nachdem man die Röhren herausgezogen und die unterste Röhre abgeschraubt hatte, steckte man den Rest wieder ein, schraubte die Pumpe auf und entfernte mit derselben 4—5 Karrenladungen Sand. Sodann schraubte man die Pumpe wieder ab und führte in die dadurch entstandene Höhlung — der Schwimmsand muß also nicht sehr wasserreich gewesen sein — reinen und scharfen Kiessand ein. Nachdem man schließlich die Röhren herausgezogen, die untere Röhre angeschraubt und das Ganze wiederum eingetrieben hatte, bekam man klares Wasser, weil das künstlich hergestellte Kiesbett als Filter diente.

**§ 106. Bohrpumpe von Donnadieu.** Die Pumpen nach dem Systeme von Donnadieu<sup>143a)</sup> sind als Garten- und Feuerspritzen, ferner für Wasserhebung in Brunnen und Schächten, sowie endlich in Bohrlöchern bestimmt. Eine Konstruktion der letzteren Art, welche sogar in Bohrlöchern von nur 15 cm Durchmesser anwendbar ist, zeigt Fig. 1, Taf. XI.

In einem in das Bohrloch eingehängten Futterrohre *a* befindet sich ein Röhrengestänge *b*, an dessen unterem Ende ein Fußstück *c* mittels Flanschen befestigt ist. In das Fußstück ist ein nach unten gerichtetes Kolbenrohr *d* eingeschraubt. Dasselbe schiebt sich über einen durch Ringgliederung abgedichteten, mit dem nach oben klappenden Ventile *f* versehenen hohlen Kolben *e*, an welchen sich unten ein Saugrohr *g* mit dem durchlöcherten Saugkorbe *h* anschließt. In dem Fußstücke *c* ist ein Hubventil *i* angebracht.

Der Gang der Pumpe ist folgender: Beim Anheben des Cylinders *d*, wobei der Kolben mit dem Saugrohre stehen bleibt, hebt sich das Ventil *f* und läßt das

<sup>143a)</sup> Revue industrielle. 1879. S. 9.

angesaugte Wasser in den Cylinder  $d$  treten, bei dessen Niedergange es höher steigt und schließlich zum Ausflusse gelangt.

Die Pumpe hat, wie andere ähnlich konstruirte, zum Beispiel die Perspektivpumpen, den Vorzug, daß das Wasser ohne Teilung und Richtungsveränderung emporsteigt. Außerdem sind die inneren Teile leicht zugänglich und ist die ganze Konstruktion eine sehr solide, sodaß Reparaturen selten vorkommen.

**§ 107. Leistung größerer Röhrenbrunnen.** In günstigen Bodenarten, besonders in grobem Sande und Kies, kann ein 7,5 cm weiter Röhrenbrunnen 1,9 bis 2,6 Sekundenliter Wasser liefern, ausnahmsweise wurde sogar eine Ergiebigkeit von 7,7 Sekundenlitern beobachtet. Bei der Herstellung von bedeutenderen Anlagen ist eine Vergrößerung des Durchmessers weniger zu empfehlen als die Ausführung mehrerer Brunnen mit der gewöhnlichen Weite von 7,5 cm. Die einzelnen Brunnen werden durch Krümmlinge und Ansatzstücke an ein gemeinsames horizontales, mindestens 0,6 m unter der Erdoberfläche liegendes Hauptrohr gekuppelt, sodaß eine Dampfmaschine aus 10—15 Brunnen gespeist wird. Der Abstand der einzelnen Brunnen beträgt je nach Beschaffenheit des Untergrundes 6 m und darüber.

Ein Wasserwerk zu Carmathen in Wales bezieht seinen ganzen Bedarf aus 10 Stück 5 cm weiten Rohrbrunnen, welche 11—12 Sekundenliter Wasser von ausgezeichneter Qualität liefern. Die Anlagekosten dieses Werkes haben nur 44000 M. betragen, die jährlichen Betriebskosten sind zu 3000 M. veranschlagt. Auch an andern Orten Englands sind gekuppelte Röhrenbrunnen mit Erfolg ausgeführt, unter anderem mögen zwei 7,5 cm weite Brunnen der Solway Hematit-Eisenwerke in Cumberland erwähnt werden, durch welche die Eigentümer jährlich 6000 bis 8000 M. für Wasserzins sparen, und drei ebenso weite Brunnen der Oelwerke von Ch. Price & Co. bei Belvedere in Kent, welche diese Werke mit einer ausreichenden Menge klaren Wassers versehen.

In Hamburg und Umgegend sind von Deseniss & Jacobi, zum Teil mit Spritzbohren, siehe S. 123, etwa 300 Rohrbrunnen niedergebracht, welche bei Tiefen von 15—290 m zwischen 0,9 und 2,8 Sekundenliter Wasser liefern. Aus 4 gekuppelten Brunnen im Hamburger Zentralgefängnis werden 10, aus 2 ebensolchen in der Wandsbecker Brauerei und Brennerei von H. Helbing 6,9 Sekundenliter Wasser gepumpt.

Hiernach haben Rohrbrunnen zunächst für die Frage der Wasserbeschaffung, sodann aber auch für die Untersuchung des Baugrundes und für Bonitierungsarbeiten eine hohe Wichtigkeit.

### Litteratur.

- Wilhelm Zsigmondy. Der artesische Brunnen im Stadtwäldchen von Budapest. Separatdruck aus dem Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt. 1878. Bd. 28. Heft 4.
- Wilhelm Zsigmondy. Mitteilungen über die Bohrthermen zu Harkány auf der Margareteninsel nächst Ofen und zu Lippik, sowie der Bohrbrunnen zu Alesúth. Pest 1873.
- Léon Dru. Notices sur les appareils et outils de sondages. (Exposition universelle 1878.) Bohrloch zu Grenelle. S. 36.
- Ueber Röhrenbrunnen. Deutsche Bauztg. 1873. S. 93.
- E. Sonne. Ueber Ausführung und Erfolg von Rohrbrunnen. Zeitschr. f. Baukunde. 1880. S. 403.

### G. Allgemeines über Tiefbohrbetrieb.

**§ 108. Buchführung und Bohrproben.** Zur Kontrolle der Bohrarbeit und damit die gewonnenen Resultate erhalten bleiben, müssen Bohrtabellen oder Bohrregister geführt werden, aus denen mindestens die Anzahl der Arbeits-