

rückgängig gemacht, indem sich der Bohrer um den gleichen Betrag vorwärts dreht. Diese selbstthätige Umsetzung soll sehr genau und regelmäßig wirken.

Die mit dem Verfahren von Mather & Platt in Middlesborough erzielten Resultate waren folgende: Ein Bohrloch von 48 cm Weite wurde 412 m tief abgebohrt und zwar 364 m in Buntsandstein mit Thonlagen, weißem Sandstein, roten Mergeln und Gips, weitere 12 m in Gips, festem, weißem Sand- und Kalkstein, endlich 36 m in rotem Sandstein, reinem Steinsalz, einzelnen Kalksteinschichten und wiederum reinem Steinsalz.

Auf diese Arbeit wurden im ganzen 540 Tage zu 12 Stunden verwendet und zwar 150 Tage auf Nebenarbeiten. Die durchschnittliche Leistung pro Tag beträgt also nur etwa 78 cm.

Die Belegschaft bestand aus 6 Mann, inkl. Schmied.

Zu Norwich bohrte man mit 63, beziehungsweise 47 cm Durchmesser bis 372 m in Kreide mit Feuersteinknollen, später in Mergel und Kreidethon.

Die durchschnittliche Leistung pro Tag betrug mit Nebenarbeiten und Störungen 60, ohne dieselben 70 cm. Dabei kamen aber in einem Monat Leistungen von 5 m pro Tag vor.

Bohrungen nach diesem Systeme sind zu Halifax, Stockport, Pendleton bei Manchester, Canterbury, Birkenhead, Walton bei Wakefield, Loughborough und zu Ramsaa in Norwegen, außerdem vielfach in Ostindien ausgeführt.

## Litteratur.

- K. W. Fromman. Die Bohrmethode der Chinesen oder das Seilbohren mit Rücksicht auf artesische Brunnen. Koblenz 1835.
- Kegel. Ueber den Seilbohrapparat von Mather & Platt. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im Preuß. Staate. 1873. Bd. 21.
- Althaus. Das Seilbohren in Nordamerika. Zeitschr. für das Berg-, Hütten- und Saalinenwesen im Preuß. Staate. 1877. Bd. 25.

## E. Bohrverfahren mit Wasserspülung.

### a. Aeltere Methoden.

§ 78. Allgemeines. Den zum Zweck des Löffelns durch Am- und Abschrauben der Gestänge entstehenden Aufenthalt hat man außer durch das Seilbohren mit dem besten Erfolge auch damit zu beseitigen gesucht, daß man den Bohrschmand durch einen konstant aufsteigenden Wasserstrom entfernt. Die Geschwindigkeit, welche man dem Wasserstrom zu geben hat, richtet sich nach der Korngröße der auszuspülenden Massen. Von Chanoit und Catelineau ist in dieser Beziehung folgendes festgestellt<sup>124)</sup>:

Es werden aufwärts bewegt bei einer Geschwindigkeit des Wasserstromes von:

- 10 cm . . . feiner Sand,
- 20 „ . . . grober Sand,
- 50 „ . . . Körner von 2 cm Größe,
- 100 „ . . . alle Kiesel, soweit sie in die Gestängeröhre eintreten können,
- 200 „ . . . sogar Kupfer- und Eisenteile.

Sollte natürlicher Auftrieb vorhanden sein, welcher jedoch nicht stark genug ist, um den Bohrschmand zu Tage zu bringen, so muß der angewendete Druck ange-

<sup>124)</sup> Serlo. Bergbaukunde. I. 1884. S. 195.

messen verstärkt werden, damit der natürliche Auftrieb gezwungen ist, in der Richtung des aufsteigenden Stromes zu entweichen.

**§ 79. Verfahren von Fauvelle und von van Eicken.** Die erste Anwendung des Bohrens mit Wasserspülung wurde von Fauvelle<sup>125)</sup> sowohl für stoßendes als auch für drehendes Bohren gemacht und zwar mit günstigem Erfolge, indem er 1846 in Perpignan ein Bohrloch von 170 m Tiefe in 23 Tagen niederbrachte. Fauvelle führte das Spülwasser mittels einer Druckpumpe in ein hohles Gestänge ein und ließ es außerhalb desselben wieder austreten.

Sodann brachte van Eicken im Jahre 1856 ein Bohrloch bei Sterkrade<sup>126)</sup> drehend mit der Schappe und gleichfalls mit Wasserspülung 148 m tief nieder.

**§ 80. Die bohrende Pumpe.** Auf das Verfahren von Fauvelle gründeten Chanoit und Catelineau ihre bohrende Pumpe<sup>127)</sup>. Der obere Teil des Bohrloches ist bis auf etwas mehr als Hubhöhe mit einem gußeisernen Cylinder ausgekleidet, welcher gewissermaßen als Kolbenrohr für einen das hohle Obergestänge umschließenden und mit nach unten schlagenden Ventilen versehenen Kolben dient. Vom unteren Ende des Obergestänges geht ein den Bohrklotz mit Meißel umschließendes Blechrohr bis fast auf die Bohrlochsohle hinab.

Außerdem ist das Obergestänge an seinem unteren Ende mit einem Ventile verschlossen, welches ebenso wie das Kind'sche Hütchen auf einen Zangenapparat wirkt.

Sobald das Obergestänge mit dem Kolben im höchsten Stande einwendet, schließen sich die Klappen des letzteren und wird nunmehr Wasser und Bohrschlamm in die untere Mündung des hohlen Obergestänges hinein- und in demselben emporgedrückt. Weil aber dabei gleichzeitig das Ventil gehoben wird, so öffnet sich auch der Zangenapparat und läßt das Untergestänge fallen.

Eine ausgedehnte praktische Anwendung hat die bohrende Pumpe nicht gefunden. Dieselbe dürfte auch in Bezug auf Zweckmäßigkeit und Einfachheit dem Fauvelle'schen Verfahren nachstehen.

#### b. Neuere Methoden.

**§ 81. Allgemeines über Diamantbohren.** Für größere Tiefen und festes Gestein ist nach dem vom Major Beaumont angewendeten Verfahren seit einigen Jahren ein drehendes Bohrverfahren angewendet, bei welchem ein mit Diamanten besetzter Stahlring an einem hohlen Gestänge arbeitet, sodaß beim Bohren Kerne stehen bleiben.

Das Bohren geschieht in der Regel mit Maschinen.

Bei den sieben Bohrlöchern auf Kalisalze in der Gegend von Aschersleben betrug die durchschnittliche Tagesleistung 6 m bei einer durchschnittlichen Gesamttiefe von 454 m.

In Rheinfeldern (bei Basel) hat man in 28 Tagen 441 m, also täglich etwa 15,75 m gebohrt<sup>128)</sup>.

<sup>125)</sup> Degoussée a. a. O. S. 156.

<sup>126)</sup> Preuß. Zeitschr. 1865. Bd. 13. S. 177.

<sup>127)</sup> Bergwerksfreund. Eisleben 1860. Bd. 22. S. 659.

<sup>128)</sup> Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 96 ff.

Nach Broja<sup>129)</sup> bohrt man pro Minute:

in Quarz . . . . .	25 mm,
in Granit . . . . .	50—75 „
in Sandstein . . . . .	100 „

In der Umgegend von Darlington betrug die durchschnittliche Tagesleistung in Sandstein und Kalkstein 11,3 m bei 112 mm Durchmesser und 63 bis 252 m Tiefe des Bohrloches. Bei Whitehaven wurden im festen Steinkohlengebirge in zwei Monaten 190 m, bei Hamm in Westfalen in drei Wochen 123 m gebohrt.

Der hauptsächlichste Nachteil dieser Bohrmethode ist ihre Kostspieligkeit. Die Continental Diamond-Rock-Boring-Company (Vertreter: Schmidtman in Leipzig) fordert für Bohrlöcher von

1—400 m Tiefe	£ 10	p. m,
400—500 „ „	„ 21	„
500—600 „ „	„ 25,4	„
600—700 „ „	„ 29,8	„
700—800 „ „	„ 33,12	„

Außerdem hat der Arbeitsgeber für Bohrturm, Spülwasser und Betriebskraft (Lokomobile, Brennstoff und Heizer) zu sorgen.

Das Diamantbohren hat ferner auch noch die Nachteile, daß es in größeren Tiefen sehr viel Kraft und infolge dessen sehr starke Gestänge erfordert, sowie, daß das Bohrgezähe bei starkem Wechsel in der Härte des Gesteines leicht ausweicht, besonders wenn die Schichten steil einfallen.

Der früher gemachte Einwurf<sup>130)</sup>, daß man das Diamantbohren nur für kleine Durchmesser von 150 auf 50 mm anwenden, dabei aber keine Verrohrung anbringen und deshalb das Verfahren in Schichten, welche zu Nachfall geneigt sind, nicht gut benutzen könne, trifft nicht mehr vollständig zu, seitdem man im Aschersleben Bohrlöcher von 234 mm anfänglicher und 78 mm schließlicher Weite mehrmals verrohrt hat.

Da man in neuerer Zeit im Stande ist, die beim Diamantbohren stehenden bleibenden Kerne derart vollkommen zu gewinnen, daß deren Länge bei einigermaßen festem Gesteine vollkommen der abgebohrten Tiefe entspricht, so erhält man beim Diamantbohren vollständigen Aufschluß über Beschaffenheit und Lageungsverhältnisse der durchbohrten Massen.

Hierin liegt ein wesentlicher Vorteil gegenüber dem stoßenden Bohren. Weil bei diesem alles zu Schlamm zerstampft wird, so kann man Lagerstätten unter Umständen (z. B. bei starkem Auftrieb des Wassers) leicht durchbohren, ohne sie zu bemerken. Außerdem erhält man mit dem stoßenden Bohren über Streichen und Fallen überhaupt keinen Aufschluß, es sei denn, daß man zur Festlegung der Lagerstättenebene drei Bohrlöcher stößt.

Ueberhaupt nimmt, was Schnelligkeit und Sicherheit in der Ausführung betrifft, das Tiefbohren mit Diamanten bei festem Gesteine bis jetzt die erste Stelle ein und wird in neuerer Zeit bei eiligen Bohrarbeiten allen andern Methoden vorgezogen.

<sup>129)</sup> Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 285.

<sup>130)</sup> Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 235.

§ 82. **Apparate**<sup>131)</sup>. Die arbeitenden Teile beim Diamantbohren sind schwarze Diamanten, sogenannte Karbonate aus Bahia in Brasilien. Dieselben haben das Ansehen von Koks und werden in Linsen- bis Nußgröße in einen zuerst von Leschot in Genf angegebenen gut geglühten Stahlring eingesetzt, indem kleine Löcher in den letzteren gebohrt und ausgemeißelt werden. Nachdem die Steine eingesetzt sind, werden die Lochränder zugestemmt, sodann der Ring (die Krone) im Feuer, gewöhnlich im Bleibade glühend gemacht, mit blausaurem Kali gekohlt und in kaltem Wasser abgelöscht, beziehungsweise gehärtet.

Diamanten von Erbsengröße wiegen etwa 5 Karat. Der Preis variirt sehr stark; im Jahre 1883 ist er von 80 auf 62 M. pro Karat gesunken, sechs Jahre früher betrug er nur 25 M.

Die Bohrkronen *C*, siehe Fig. 12, 13 und 14, Taf. X, ist mit dem unteren Ende des hohlen Bohrgestänges verschraubt. Bei der Bohrung in Rheinfelden hatte die kleinste Bohrkronen 81 mm äußeren und 50 mm inneren Durchmesser. Fig. 13 zeigt die Bohrkronen in der unteren Ansicht mit den eingesetzten Diamanten; *c*, *c*<sub>1</sub>, *c*<sub>2</sub> sind Aushöhlungen, durch welche das Spülwasser den Bohrschlamm fortführt.

§ 83. **Verrohrung**. Hat man Nachfall zu befürchten, so werden Futterröhren angewendet. Dabei verfährt man je nach Umständen in zweierlei Weise. Entweder wird das Bohrloch zuerst mit einer größeren Krone erweitert, und es werden sodann die dem größeren Durchmesser entsprechenden Futterröhren bis unter den Nachfall gebracht, oder man erweitert nicht und bringt die Futterröhren direkt ein, in welchem Falle mit entsprechend geringerer Weite tiefer gebohrt werden muß.

Die Futterröhren sind schmiedeiserne, gezogene, etwa 4—5 m lang, 6—7 mm dick und miteinander verschraubt.

§ 84. **Die Diamantbohranlage in Rheinfelden**<sup>132)</sup>; Fig. 1—18, Taf. X. Die Bohrhütte hatte in Rheinfelden die Gestalt eines viereckigen, pyramidenförmigen Turmes, dessen Grundflächen unten 10,10 m, oben 2 m Seite hatten. Die Gesamthöhe von 29 m war in fünf Etagen geteilt, wie es in Fig. 18 dargestellt ist. Die zum Bohren dienende Maschine nahm etwa die Hälfte des disponiblen Raumes ein.

Im oberen Teile des Bohrturmes befand sich der Kabel mit der zum Fördern des Bohrgestänges bestimmten, in Fig. 4 ersichtlichen Kette *H*<sub>1</sub>; die Gesamtlast war dabei eine ziemlich beträchtliche, sie konnte 10 000 kg erreichen.

Am Bohrturme war ein mit Brettern verschlagener Anbau mit Lokomobile, Schmiede, Reparaturwerkstatt, Kohlenmagazin, einem Aufenthaltsort für den Bohrmeister, sowie einem Magazin für die Aufbewahrung der Bohrgeräte angebaut.

Die Lokomobile hatte 20 Pferdestärken und 30 cm Kolbenhub. Bei normalem Gange arbeitete sie mit 6 Atmosphären Pressung und machte 140 Umgänge in der Minute.

<sup>131)</sup> Broja in Preuß. Zeitschr. 1873. Bd. 21. S. 283. — Iron. 1873. No. 40. S. 498. — Die Eisenbahn. Bohrung in Rheinfelden. 1877. Bd. VI. No. 4. — Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1876. S. 96. — Armengaud, Publication industrielle. Paris 1879. Vol. XXV. Pag. 329. — Ann. des mines. Sér. VII. Vol. XVI. Pag. 218. — Tiefbohrung zu Northampton. Vortrag von H. J. Eunson. Excerpt Minutes of Proceedings of the Inst. of Civ. Eng. Session 1882—83.

<sup>132)</sup> Armengaud, Publication industrielle. Paris 1879. Vol. XXV. Pag. 331.

Die Beschaffung des für die Bohrarbeit nötigen Spülwassers geschah aus dem Rheine. Zur Abklärung wurde dasselbe zunächst in zwei große Cisternen gepumpt. Der gesamte Wasserbedarf ergab sich während der Arbeit zu 340 000 l für 24 Stunden.

**§ 85. Ausführung der Bohrarbeit.** Zunächst teuft man einen Vorschacht durch den Humus und etwa aufgelagerte rollige Gebirge bis zum festen Gestein ab. In dem letzteren beginnt die Anwendung der Diamanten.

Das Bohrgestänge ist aus Röhren von nicht unter 50 mm Durchmesser zusammengesetzt. Schwächere Röhren würden der Drehung nicht widerstehen und dem Spülwasser keinen genügenden Durchgang darbieten.

Man kann mit kleinem Durchmesser beginnen und das Bohrloch später, wenn es absolut notwendig ist, erweitern; dies Vorgehen hat aber einen größeren Verlust an Diamanten im Gefolge, als wenn man von vornherein mit genügend großem Durchmesser beginnt. Da jedoch das austretende Spülwasser zunächst in einem Kasten aufgefangen wird, so hat man die Möglichkeit, abgebrochene Diamanten wiederzufinden.

**§ 86. Das Bohrgestänge.** Das Bohrgestänge besteht nach Fig. 1, Taf. X, aus Stücken  $A$  von etwa 2 m Länge, welche an beiden Enden inwendige Schraubengewinde haben und durch Verbindungsstücke  $a$  zusammengeschraubt werden. Der äußere Durchmesser der Röhren schwankt je nach der Tiefe und Wichtigkeit der Bohrarbeit zwischen 45 und 65 mm. Die Verbindungsstücke haben ringförmige Vorsprünge, welche das Hauptgestänge vor Abnutzung durch Reibung schützen sollen.

An dem untersten Verbindungsstücke ist das mit der Bohrkronen  $C$ , siehe Fig. 12 und 13, 16 und 17, Taf. X, versehene Rohrstück  $B$  angeschraubt, welches eine Länge bis zu 15 m haben kann.

**§ 87. Die Einrichtung in Rheinfelden;** Fig. 2—9, Taf. X. Die eigentliche Bohrmaschine ist im Aufriß und in der Seitenansicht durch Fig. 4 und 6, im Vertikalschnitt durch Fig. 2 dargestellt. Fig. 3 ist ein Horizontalschnitt nach der Linie 1—2 in Fig. 2.

Einzelheiten der Maschine zeigen Fig. 5, 15 und 7—9.

Der Apparat besteht aus einem doppelten Gerüste  $DD_1$  von I Eisen, welches oben durch Querriegel  $D_2$  verbunden und durch Streben  $D_3$  gestützt ist.

Dieses Gestelle enthält:

1. den Mechanismus, welcher die rotirende Bewegung auf das Bohrgestänge überträgt,

2. die Pumpe für die Zirkulation des Spülwassers,

3. die Vorrichtung zur Ausgleichung des Gestängegewichtes,

4. den Mechanismus zum Aufziehen des Gestänges.

**§ 88. Drehen des Bohrgestänges;** Fig. 2, 4 und 6—9, Taf. X. Die Bewegung wird durch die Scheibe  $P$  der Welle  $d$ , siehe Fig. 4 und 6, und von dieser durch die Zahnräder  $d_2$  und  $d_3$  einer zweiten parallelen Welle  $d_1$  mitgeteilt. Die Letztere überträgt die Bewegung auf die vertikale Welle  $e$  und zwar durch Vermittelung der geneigten Welle  $e_1$ , siehe Fig. 4, an deren Enden die Winkelräder  $e_3$  und  $e_4$  aufgekeilt sind. Die letzteren greifen beziehungsweise in die Winkelräder  $e_2$  und  $e_5$ . Das obere Ende der Welle  $e$  trägt ein Zahnrad  $f$ , welches in ein zweites  $f_1$  eingreift. Das letztere steht in fester Verbindung mit dem Muffe  $F$ , welcher sich

in einer von dem Querstücke  $D_2$  getragenen bronzenen Pfannedreht. Dieser Muff  $F$  umschließt die hohle Welle  $T$ , welche an der Rotation teilnehmen muß, ohne an einer senkrechten Bewegung gehindert zu sein; siehe Fig. 2 und 18, Taf. X.

Die hohle Welle  $T$  steht am unteren Teile mit einer andern, gleichfalls hohlen Welle  $T_1$  und diese wieder in der aus Fig. 2 ersichtlichen Weise mit dem Muffe  $M$  in Verbindung, dessen eine Hälfte  $M$  in Fig. 3 zwei Flügel  $m$  hat, während die andere Hälfte  $M_1$  mit der ersten durch Schraubenbolzen verbunden ist. Beide Teile haben vertikale Auskehlungen.

Die Verbindung des Bohrgestänges mit der Röhre  $T_1$  vollzieht sich in folgender Weise. Am unteren Ende der Letzteren befindet sich eine Stoßscheibe  $t$ , siehe Fig. 2 und 7, deren untere Fläche schneckenförmig gewundene Furchen hat. Die Stoßscheibe  $t$  trägt ein Ringstück  $t_1$ , siehe Fig. 8 und 9, mit zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Kanälen, in denen vier kleine Stücke  $t_2$  gleiten können. Die Letzteren haben auf der oberen Fläche Erhabenheiten, welche den Furchen in der Stoßscheibe  $t$  entsprechen. Dreht man mittels eingesteckter Hebel das Ringstück  $t_1$ , so schieben sich mit Hilfe der eben beschriebenen Einrichtung die Stücke  $t_2$  gegen das Bohrgestänge  $A$  und bewirken somit die Vereinigung desselben mit dem Rohrstück  $T_1$ .

Um die Rotation zu hemmen, genügt es, mit dem Hebel  $E$  das Winkelrad  $e_2$  auszurücken. Man kann auch den Riemen der festen Scheibe  $P$  mit Hilfe eines der drei Hebel  $P_2$ ,  $P_3$  und  $P_4$  auf die lose Scheibe  $P_1$  bringen, hält aber damit gleichzeitig alle andern Maschinenteile an.

Die Umdrehungszahl des Bohrers ist 150—250 in der Minute.

**§ 89. Einführung des Spülwassers in das Gestänge.** Das Spülwasser wird mit Hilfe einer in Fig. 4 dargestellten und auch in Fig. 18 angegebenen Pumpe  $G$  in das Gestänge eingeführt. Die Pumpe erhält ihre Bewegung durch die Welle  $g$ , siehe Fig. 6, diese wiederum durch die Welle  $d$  mittels des Getriebes  $g_2$  und des Rades  $g_3$ . Man kann übrigens das Getriebe ausrücken und die Pumpe anhalten, indem man den Hebel  $G_2$  anzieht. Eine andere Pumpe  $G_1$  jenseits des Gestelles dient als Speisepumpe für den Dampfkessel; sie wird in derselben Weise wie die erste durch die Welle  $d$  bewegt.

Am oberen Ende des Bohrgestänges befindet sich ein drehbarer Aufsatz mit Stopfbüchse  $b$ , siehe Fig. 2 und 18; durch denselben gelangt das von dem Kautschukrohre  $b_2$  zugeführte Wasser in das Gestänge. Die für eine Sekunde nötige Menge desselben ist 6—10 l; die Pressung beträgt 4—6 Atmosphären.

**§ 90. Gewichtsausgleichung;** Fig. 2, 4 und 5, Taf. X. Damit das Bohrgestänge nicht zu fest aufsteht und die zum Drehen erforderliche Kraft nicht zu beträchtlich wird, ist eine Ausgleichung des Gestängengewichtes erforderlich. Dieselbe wird in folgender Weise bewirkt: Der Muff  $M$  ist mit seinen Flügeln  $m$  an zwei Laschenkettten  $H$  aufgehängt. Dieselben sind um Leitscheiben  $h$ ,  $h_1$ ,  $h_2$  gelegt und an ihrem Ende durch eine Traverse vereinigt, welche an dem Haken  $i$  das Gegengewicht  $J$  trägt. Das Letztere besteht aus eisernen, von einem Cylinder umschlossenen Scheiben. Jede derselben ist nach Fig. 5 in Sektoren geteilt, welche man leicht mit der Hand heben kann.

Ist das Bohrloch um 2 m vorgerückt, dann hat man ein Gestängestück von derselben Länge einzuschalten, zu diesem Zweck aber den Muff  $M$  und die hohle Axe  $T$  anzuheben. Dies geschieht durch Drehung des mit Handgriffen versehenen,

auf der Welle  $j$  festgekeilten Rades  $V$ ; die Welle  $j$  überträgt die Bewegung mittels der Getriebe  $j_2$  und  $j_3$  auf die Welle  $j_1$ , welche ihrerseits die Parallelwelle  $k$  mittels der Getrieberäder  $k_1$  und  $k_2$  in Umdrehung versetzt. Auf der letzteren befinden sich die Getriebe  $h_2$ , welche mit der Kette  $H$  in Verbindung stehen. Durch diesen Mechanismus erfolgt die Hebung von  $M$  und  $T$ , indem die senkrechten Ständer  $D$  und  $D_1$  zur Führung dienen. Man kann diese Hebung auch dadurch bewirken, daß man auf der Welle  $n$ , welche auf eine weiter unten zu beschreibende Art in Bewegung gesetzt wird, die Muffenkuppelung  $N$  verschiebt, derart, daß man die Bewegung der Welle  $n$  dem Zahnrade  $n_1$  mitteilt, welches durch Vermittelung der Getriebe  $j_3$ ,  $k_1$ ,  $k_2$  und  $h_2$  die Kette emporzieht.

**§ 91. Vorrichtung zum Heben und Senken des Bohrapparates;** Fig 2 bis 4, 6, 15 und 18, Taf. X. Das Ausziehen des Bohrers geschieht durch die Maschine mit Hilfe der starken, am Bohrgestänge befestigten Kette  $H_1$ , siehe Fig. 4 und 18, welche auf einer Windetrommel  $S$  liegt und über eine im oberen Teile des Gerüsts angebrachte Rolle läuft. Man löst mittels eines Hebels die vier Keilstücke  $t_2$ , welche das Gestänge und die hohle Axe  $T$  verbinden, schraubt den Aufsatz  $b$  ab und zieht das Gestänge in Teilen von höchstens je acht Rohrstücken, also in Längen von 16 m heraus.

Es ist nunmehr zu beschreiben, wie die Bewegung der Welle  $d$  auf die Winde  $S$  übertragen wird. Die Welle  $d$  bringt durch Vermittelung der Winkelräder  $o_1$  und  $o_2$  die schräge Welle  $o$ , diese die Welle  $n$  zur Umdrehung, und zwar entweder durch die Winkelräder  $pp_1$  oder durch andere Winkelräder  $p_2p_3$ . Man kann dadurch für die Welle  $n$  zwei verschiedene Geschwindigkeiten bekommen, je nachdem man mittels des Hebels  $L$  das eine oder andere Paar Winkelräder einrückt.

Das Zahnrad  $n_2$ , welches von der Welle  $n$  bewegt wird, sobald man die Muffe  $N$  mit demselben verkuppelt, greift in das auf der Welle  $q$  festgekeilte Rad  $q_1$ , dieses überträgt die Bewegung auf eine zweite Welle  $r$  entweder mit Hilfe des Räderpaares  $q_2q_3$  oder vermittels eines andern Paares  $q_4q_5$ . Die Aenderung der Geschwindigkeit, welche man durch diese Anordnung erzielen kann, läßt sich mit dem Hebel  $Q$  (Fig. 6) regeln; derselbe gestattet außerdem Abstellen der Bewegung.

Am Ende der Welle  $r$  befindet sich das Zahnrad  $r_1$ , welches in das auf der Welle  $s$  der Winde  $S$  angeordnete große Zahnrad  $r_2$  eingreift. Die Winde hat Rinnen, in welche sich die Glieder der Kette einlegen; siehe Fig. 15.

Beim Einhängen des Bohrers kommen verschiedene Bremsen im Thätigkeit. Auf der Welle  $s$  ist die Scheibe der Bandbremse  $S_1$  festgekeilt, welche durch den Hebel  $S_2$  angedrückt wird. Eine andere durch den Hebel  $Q_2$  bediente Bandbremse  $Q_1$  ist auf der Welle  $q$ , eine dritte  $J$  auf der Welle  $j_1$  befestigt. Die Letztere funktioniert mit Hilfe des Gegengewichtshebels  $U$  und läßt sich durch Drehung des Handrades  $u$  lüften.

Der Arbeiter, welcher mit dem Fuße die Bremse geschlossen hält, kann mit dem Hebel  $P_4$  die Axe  $v$  drehen und damit den Treibriemen von der festen Scheibe  $P$  auf die bewegliche Scheibe  $P_1$  bringen.

Um bei einem Bruche der Kette das Zurückfallen des Bohrgestänges zu verhüten, hat man folgende Anordnung getroffen:

Eine doppelte Traverse  $RR_1$ , welche den Muff  $M$  umschließt, ist an den vertikalen Ständern  $DD_1$  befestigt. Die Traverse trägt die in Fig. 2 und 3 angegebenen Bolzen  $xx_1$ , um welche sich die zwei herabhängenden Stücke  $x_2x_3$ , an deren

Enden sich die kleinen Stücke  $x_4$  und  $x_5$  anschließen, drehen können. Zwischen den letzteren, deren Endflächen exzentrisch abgerundet sind, geht das Gestänge hindurch und wird bei einem Bruche der Kette gefangen, da die Mittelpunkte der die Stücke  $x_4$  und  $x_5$  verbindenden Laschen sich nicht voneinander entfernen können. Will man das Fangen verhindern, so hebt man den Hebel  $X$ , welcher mit Hilfe der Zugstange  $X_1$ , des Hebels  $X_2$ , der zwei Stangen  $yy_1$  und der Traverse  $y_2$  die Hebung von  $x_4$  und  $x_5$  hervorbringt.

Das Gewicht der Maschine allein war in Rheinfelden 20000 kg.

**§ 92. Fangwerkzeuge.** Die bei Brüchen des Bohrgestänges gebrauchten Fangwerkzeuge sind in Fig. 10 und 11, Taf. X, dargestellt. Das Letztere entspricht der Schraubentute beim Gestängebohren, Fig. 17, Taf. VIII, und ist ein umgekehrter Trichter mit scharfen Schraubengängen an der inneren Wandung; das erstere ist eine stählerne Vaterschraube. Diese dient am häufigsten zum Herausziehen der Verrohrung, jene zum Fangen abgebrochener Bohrgestänge, zu welchem Zwecke man die Schraubentute mit dem Gestänge einhängt und auf das abgebrochene Stück aufschraubt, indem man beim Drehen Schraubengewinde einschneidet. Die Letzteren sind in der Schraubentute in umgekehrtem Sinne gewunden als diejenigen des Bohrgestänges, sodaß man die gebrochenen Stücke desselben losschrauben und zu Tage schaffen kann.

**§ 93. Abreißen des Kernes.** Um den untersten Teil des Kernes vom Gebirge abzulösen, wird für einen Moment die Krone etwas emporgezogen und darauf die Wasserspülung unterbrochen. Der Bohrschlamm wird sich nun sofort um den Kern und den inneren Rand der Bohrkronen festlegen und der Kern abgedreht werden. Die Krone wird dann wieder gesenkt, sodaß der innere vorstehende Kronenrand (die Lippe) den Kern an seiner Bruchstelle fassen und beim nochmaligen Anziehen mitnehmen kann. Da der Kern beim Abdrehen eine schiefe Stellung eingenommen hat, so kann er nicht herausfallen.

**§ 94. Gelenkverbindung für Hohlbohrgestänge;** Fig. 21 und 22, Taf. XII. Ebenso wie für massive eiserne Gestänge, siehe S. 95, schlägt K. Sachse in Orzesche auch für Hohlbohrgestänge eine Einschaltung von Gelenken vor, um das An- und Abschrauben beim Aufholen und Einlassen zu ersparen.

Die einzuschaltenden Gelenke sind gabelförmig. Jedes Stück besteht aus einem kurzen unteren Anschlußrohr  $U$ ; dieses teilt sich an seinem oberen Ende in die beiden Gabelrohre  $G_1$  und  $G_2$ . Der Querschnitt dieser beiden Rohre ist zusammen mindestens ebenso groß zu nehmen als der Querschnitt des Hauptrohres. Die Gabelrohre tragen an der Außenseite ihres unteren Teiles zwei starke Vorsprünge  $V_1$  und  $V_2$ . In ihrem oberen Teile, in welchem ihre Richtung der Gestängeaxe parallel geht, bilden die Gabelrohre den unteren Teil  $L_1$  und  $L_2$  des Lagers für den Zapfen des Gelenkes. Um diesem Zweck entsprechen zu können, sind sie in ihrem oberen Teile flach geformt, sodaß ihr Querschnitt ein Rechteck mit abgerundeten Ecken bildet. Die langen Seiten werden etwas verstärkt und die Rohre erhalten einen halbcylinderförmigen Ausschnitt zur Aufnahme des Zapfens. In die oben erwähnten Vorsprünge  $V_1$  und  $V_2$  werden starke eiserne Bänder  $B_1$  und  $B_2$  eingelassen, welche an den Seiten der Gabelrohre aufsteigen und über diese hinaus verlängert in starke Schraubenspindeln  $S_1$   $S_2$  auslaufen. Der Deckel  $D$  des Zapfenlagers ist auf seiner unteren Seite halbcylinderförmig ausgeschnitten; an seinen Enden trägt er Oeffnungen, deren Lage derjenigen der oben erwähnten Schraubenspindel  $S$  entspricht. Werden diese Letzteren durch die Oeffnungen gesteckt und die Schraubenmuttern angezogen, so wird der Deckel des Zapfenlagers auf den unteren Teil der letzteren gepreßt.

Der Zapfen  $Z$  des Gelenkes ist mit dem kurzen oberen Anschlußrohr  $O$  aus einem Stücke gefertigt. Der Zapfen ist cylindrisch und hohl, an seinen Enden geschlossen. An den Stellen, wo der Zapfen auf den Lagern aufruht und bei einer Stellung, in welcher die Axen der beiden

Anschlußrohre zusammenfallen und mit dem hohlen Raume der Gabelrohre  $G_1$  und  $G_2$  in Berührung treten würden, ist ein halbcylinderförmiger Ausschnitt in dem Körper des Zapfens ausgespart. Sollten bei größeren Dimensionen des Zapfens Befürchtungen auftreten, daß durch die Ausparungen die Festigkeit des Zapfens zu sehr geschwächt werden könnte, so läßt sich innerhalb des Zapfens eine Rippe  $R_1$  anbringen, deren Begrenzung so gewählt wird, daß die Rippe dem Einströmen des Wassers in die Gabelrohre möglichst wenig Widerstand entgegensetzt. Wird der Zapfen in seine Zapfenlager eingeschliffen, so wird es einer besondern Dichtung nicht bedürfen.

Das Spiel des Apparates ist ein einfaches. Werden die Gelenke zwischen den einzelnen Rohren eingeschaltet, zu welchem Behufe sie an ihren Enden die erforderlichen Gewinde erhalten müssen, so findet beim Bohren das Wasser aus dem oberen Rohre durch den hohlen Zapfen und die Gabelrohre seinen Weg nach dem unteren Rohre. Der Verlust an Geschwindigkeit, welchen das Wasser infolge der Reibung beim Durchgange durch die engeren Rohre erleidet, muß durch eine stärkere Pressung ausgeglichen werden. Beim Aufholen des Gestänges kann dasselbe in gleicher Weise umgelegt werden, wie dies in Fig. 28, Taf. XII, für ein massives Gestänge dargestellt und S. 95 beschrieben ist.

**§ 95. Die American-Diamond-Rock-Boring-Company in New-York** <sup>133)</sup> hat bei ihrem großen Diamantbohrer für artesische Brunnen, siehe Fig. 20, Taf. XII, folgende Einrichtung getroffen:

Die Bohrmaschine wird von der oscillirenden Dampfmaschine  $a$  aus mittels eines Kegelräderpaares getrieben, von welchem das Zahnrad  $g$  auf einer die Spindel  $f$  umschließenden Hülse  $h$  sitzt, welche in den Muffen  $i$  und  $k$  geführt wird und mit einer Keilnute versehen ist, in der der Splint des Zahnrades  $g$  schleifen kann. Die Hülse  $h$  ist unten mit einer Friktionskuppelung  $l$  versehen und trägt oben ein durch die Schienen  $m$  geführtes, zwischen den Wulsten  $l_1$  drehbares Armstück  $n$ , an welchem die Kolbenstangen  $o$  befestigt sind. Diese letzteren treten in die Preßcylinder  $p$  ein, in denen die Kolben mittels hydraulischen Druckes so gehoben oder gesenkt werden, daß der Vorschub der mit ihnen in Verbindung stehenden Bohrspindel  $f$  gegen die Bohrlochsohle stets in der für die Diamantbohrung geeignetsten Weise erfolgt. Die Regelung des Gestängedruckes gegen das Gestein geschieht also hier nicht, wie gewöhnlich, durch Gegengewichte oder Schraubengänge mit Zahnrädern, sondern durch eine auf dem Manometer  $q$  abzulesende hydraulische Pressung, wie sie bei derartigen großen Bohrmaschinen vorzuziehen ist.

Zum Heraufholen des Gestänges dient die Seiltrommel  $S$ , deren Betrieb von der Dampfmaschine aus mittels der Räder  $b$ ,  $c$  und  $d$  geschieht.

Die Zu- und Ableitung des Druckwassers zu den Cylindern  $p$  vermitteln die Röhren  $r$ , und hat der Arbeiter, welcher die Maschine führt, stets den Zuführungshahn  $s$  in der Hand zu halten, um je nach der Härte des Gesteines den Druck der Diamantbohrkrone gegen die Bohrsohle zu regeln. Die Bohrspindel, welche aus einzelnen Röhren mit inneren Muffen besteht, ist durch einen Gummischlauch  $t$  mit einer besonders aufgestellten Spülpumpe verbunden. Sämtliche größere Schrauben werden durch den Schlüssel  $u$ , dessen an seinen Maule befindlicher Ansatz in die Vertiefungen  $w$  der Nippel  $x$  paßt, gedreht. Die ganze Bohrmaschine ist an dem Rahmen  $e$  und auf der Unterlage  $y$  montirt.

Die mit der Maschine ausgeführten Bohrlöcher haben eine Weite von 0,228 bis 0,381 m und können bis 700 und mehr Meter tief gebracht werden. Da die Bohrlöcher vollständig glatt und rund sind, so kann man die Futterröhren genau den Bohr-

<sup>133)</sup> Tecklenburg in Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1883. Bd. 27. S. 517.

lochdurchmessern entsprechend wählen und bis zur Sohle niedertreiben. In der letzten Zeit wurden mit dem Bohrer drei Bohrlöcher von 0,228 m Weite, das eine von 91,4 und zwei von 108,8 m Tiefe in der Nähe von Wilkesbarre (Pennsylvanien) für die Lehigh and Wilkesbarre Coal-Company ausgeführt.

Eine Diamantbohrmaschine mit Schraubenvortrieb und Friktionskuppelung zur Regulierung des auszuübenden Druckes zeigt Fig. 29, Taf. XII<sup>133a</sup>).

**§ 96. Dänisches Bohrverfahren.** Dieses von Mortensen für eine Aalborger Gesellschaft eingeführte Verfahren entspricht insofern vollständig demjenigen von Fauvelle, als in ein System von zwei ineinander steckenden Röhren, dem Futterrohr und dem Hohlgestänge, mittels einer Handdruckpumpe ein Wasserstrom eingepreßt und zwischen beiden Röhren zum Aufsteigen gebracht wird.

In sehr milden, sandigen Gebirgsmassen wendet man sogar nicht einmal ein Bohrinstrument an, sondern läßt den Wasserstrom selbst als bohrendes Agens wirken (Spritzbohrverfahren). Man hat damit sehr günstige Resultate erreicht, indem man im Felde des Erdölbergwerks Schwabweiler (Elsaß) 38 Bohrlöcher von 31 bis 165 m niederbrachte. Die Durchschnittsleistung betrug 20 m in 24 Stunden bei einem Preise von 5,74 Francs pro Meter.

Die angewendeten Dimensionen waren für das Hohlgestänge 26 und für das Futterrohr 52 mm.

Das Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß man ein Bohrloch aufgeben muß, sobald das Futterrohr nicht tiefer zu bringen ist, weil man bei den geringen Rohrdimensionen eine engere Verrohrung nicht einbringen kann.

Später wurde dasselbe Bohrverfahren als kombiniertes hydraulisches Schnellbohrverfahren<sup>134</sup>) durch Olaf Terp auch stoßend in festem Gebirge ausgeführt und zwar mit steifem Gestänge, so unter anderem in einem Bohrloche am Harliberge bei Vienenburg am Harz (1882/83), ferner bei Wetzlar, in Dänemark, in Algier und zuletzt (1883) bei Pilsen. Das Hohlgestänge ist wie beim Spritzbohren mit der Handpumpe durch einen Schlauch verbunden und wird ganz wie beim Gestängebohren mittels eines Bohrschwengels bewegt.

Bei dem durch Fig. 8, Taf. XII, dargestellten Handbetriebe für das stoßende Bohren kommen zur Verwendung: das Gestänge *a*, welches aus patentgeschweißten, mit Muffen *b* verbundenen Röhren besteht; der Schwengel *c*, welcher bei *d* auf einem Bolzen liegt und bei *e* gabelförmig aufgeschnitten ist, sodaß er unter den Krückel *k* fassen kann. Bei *f* trägt der Schwengel einen Druckbaum, an welchem zwei Arbeiter angreifen.

Der Schwengelbock *h* trägt auf seiner oberen Schwelle *i* eine Anzahl halbrunder Einschnitte für den Drehbolzen des Schwengels.

Der Krückel *k* ist mittels einer Schraube und eines um ein Gelenk beweglichen Bügels leicht anzulegen und abzunehmen und so angebracht, daß die Hände des Krückelführers nicht an den Schwengel streifen.

Der Preßaufsatz *l* vermittelt die Verbindung des Gestänges mit dem oberen gebogenen Rohrende *m*, an welchem der Gummischlauch *n* hängt, sodaß das Gestänge sich unabhängig von dem Rohrende und dem Schlauche drehen kann.

<sup>133a</sup>) Vergl. Pupovac. Die Diamantbohrmaschine. Wien 1874. — Drinker. Tunneling. 2. Aufl. New-York 1882. — Tecklenburg. Zeitschr. f. Bankunde. 1883. S. 178.

<sup>134</sup>) Tecklenburg in Berg. u. Hüttenm. Zeitg. 1884. No. 1.

Die Pumpe  $o$  ist eine gewöhnliche doppeltwirkende Saug- und Druckpumpe mit Druckwindkessel  $g$  und wird durch zwei Mann bewegt. Das durch die Pumpe in das Hohlgestänge gedrückte Wasser tritt durch den Ausguß  $p$  zu Tage.

Das Futterrohr  $R$  wird in der Regel nur einige Meter tief eingerammt, vorausgesetzt, daß das Gebirge keine tiefere Verrohrung verlangt.

Der Bohrmeißel  $r$  aus bestem Gußstahl wird unten in das Gestänge eingeschraubt, hat zwei seitliche Löcher zum Austritt des Spülwassers und Ohrenschneiden.

Der Kabel mit Vorgelege  $s$  dient zum Ausholen und Einlaassen des Gestänges und der Futterrohre. Das Förderseil  $t$  läuft von der Kabeltrommel um die Seilscheibe  $u$  und trägt den mit einer Klaue versehenen Förderstuhl  $v$ , mit welchem das Gestänge beim Ausziehen gefaßt wird.

Der Bohrturm  $w$  ist sehr kräftig aus vier Rüstbäumen mit Querverbindungen gebaut und mit der Arbeitshütte  $x$  verbunden, in welcher die Arbeiter stehen und sich eine kleine Reparaturwerkstatt befindet. Die seitlich aufgehängten Rohrzanzen  $y$  dienen zum Festhalten der Gestänge und Futterrohre bei dem Auf- und Abschrauben derselben.

Jedes Bohrloch wird so lange stoßend niedergebracht, bis es wünschenswert erscheint, deutliche Bohrproben zu bekommen. In diesem Falle geht man mit der in Fig. 9 und 11 dargestellten Einrichtung zum drehenden Bohren über und gebraucht dabei:

die Diamantbohrkrone, siehe Fig. 30—33, Taf. XII, mit einem zum Abreißen der Bohrkrone bestimmten, zuerst von Köbrich (S. 129) angewendeten konischen Ringe  $b_1$ , welcher innen vier Diamanten  $c_1$  trägt.

Das Kernrohr  $d$  bildet das Zwischenglied zwischen Bohrkrone und Gestänge und hat den Zweck, den im festen Gestänge erbohrten Kern in sich aufzunehmen.

Der obere Abschluß des Futterrohres  $e'$  soll dem Gestänge bei dem Drehen als zentrirende Führung dienen, und muß die Oeffnung desselben so weit sein, daß die Gestängemuffen hindurchgehen können.

Die Drehvorrichtung  $f_1$  besteht aus einem Hebel, welcher von zwei Mann gedreht wird. Die Scheibe  $g_1$  liegt auf dem Abschlusse des Futterrohres und rotirt mit dem Hebel, da die beiden mit der Scheibe verbundenen Stangen  $h_1$  in den Hebelarmen vertikal verschiebbar sind. Beim Dampfbetriebe dient sie als Riemenscheibe. Die Bedienung des Apparates besteht in beiden Fällen aus fünf Mann.

Bei dem Dampfbetriebe für das stoßende Bohren, siehe Fig. 10, Taf. XII, sind ganz ähnliche Apparate in Anwendung. Verschieden von der bereits beschriebenen sind nur die nachstehenden:

Die hohle Schwerstange  $a_2$  wird zwischen Meißel und Gestänge, beziehungsweise einem am unteren Ende des letzteren angebrachten Hohlfreifallapparate eingeschaltet.

Der Balancier  $e_2$  hat bei  $c_2$  seinen Drehpunkt, steht durch die Stange  $d_2$  mit dem Vorgelege  $v_2$  in Verbindung und ruht auf dem Balanciergerüste  $f_2$ .

Das Vorgelege mit Seiltrommel  $g_2$  wird mittels Riemenübertragung von der Dampfmaschine aus in Bewegung gesetzt. An der Welle der Riemenscheibe  $h_2$  ist die Scheibe  $i_2$  und an dieser der Zapfen  $k_2$  angebracht, an welchem die Verbindungsstange  $d_2$  hängt. Die Seiltrommel  $g_2$  kann mittels Zahnübersetzung

eingeschaltet werden. Auch wird die Saug- und Druckpumpe  $m_2$  von dem Vorlege aus getrieben.

Die Dampfmaschine  $n_2$  ist von gewöhnlicher Konstruktion mit stehendem Kessel.

Der Krückel  $o_2$  ist durch Ring  $p_2$  und Scheibe  $q_2$  von dem Balancier entfernt gehalten.

Bei dem Drehbohren mit Dampftrieb, siehe Fig. 11, Taf. XI, ist die Einrichtung ebenso wie bei dem Drehen von Hand getroffen, nur wird um die Scheibe  $g_1$  ein Riemen  $b_3$  gelegt, welcher von der Dampfmaschine aus bewegt wird. Das Gestänge macht dabei 150—250 Umdrehungen pro Minute.

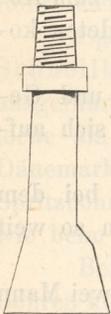
Zweckmäßig wird die Einrichtung, auf welcher die Riemenscheibe rotirt, etwas stabiler gebaut werden.

Bei dem Dampftriebe sind nur drei Mann zur Bedienung des gesamten Apparates erforderlich.

Olaf Terp bohrt in festem Kohlensandstein pro Tag circa 5 m und hat Kerne von 2—4 m Länge erzielt. Bohrlöcher von 100—200 m Tiefe werden in 1 bis 2 Monaten niedergebracht.

§ 97. Das Bohrverfahren von Fauck ist dadurch bemerkenswert, daß das stoßende Bohren mit steifem Hohlgestänge vermieden und ein Fabian'sches Freifallstück (siehe S. 85) zur Anwendung gebracht wird. Dasselbe ist ebenso wie das Untergestänge bis dicht über dem Meißel von einem Blechmantel umgeben. Innerhalb des letzteren gelangt das Wasser nach unten und steigt in der Verrohrung wieder empor. Um dieselbe nachsenken zu können, wendet Fauck einen exzentrischen Meißel an, Fig. 64, welcher als Erweiterungsbohrer unter der Verrohrung wirkt<sup>135</sup>).

Fig. 64.



§ 98. Das System Przibilla<sup>136</sup>) mit immer engeren Hohlgestängen, welche als Futterröhren stehen bleiben, sowie mit Meißel und Fallinstrument ist an vielen Orten<sup>137</sup>) mit Erfolg angewendet, so in Diedenhofen (Elsaß-Lothringen), bei Herrlen in Holland, Puertollano in Spanien, Straßfurt und Königshütte O/S.

Das Verfahren ist dem Fauck'schen ähnlich. Das von Schumacher konstruirte Fallinstrument ist ein für Wasserspülung sehr zweckmäßig eingerichtetes Fabian'sches Freifallstück. Das System, bei welchem mit dem Schwengel stoßend gearbeitet wird, soll sich für Tiefen bis 200 m, sowie für alle Gesteinsarten eignen. Die Maximalleistung in Sand, Kies und Thonschichten betrug pro Tag 47 m.

Das erste Gestängerohr erhält den Durchmesser des Bohrloches und bleibt, wenn es nicht tiefer niederzubringen ist, als Futterrohr in dem Bohrloche stehen. Sodann wird eine zweite, engere Röhre eingeschoben, welche ebenfalls so weit nachgesenkt wird, als es ohne Schwierigkeiten möglich ist; darauf folgt eine dritte, vierte Röhre etc. Das Spülwasser tritt stets in der Gestängeröhre ein und außer-

<sup>135</sup>) Kärntner Zeitschr. 1875. S. 8. — Dinger's polyt. Journ. 1875. Bd. 216. S. 125. — Oesterr. Zeitschr. 1874. S. 421. — Serlo a. a. O. 1884. I. S. 190.

<sup>136</sup>) Tecklenburg in Berg. u. Hüttenm. Zeitg. von B. Kerl und Fr. Wimmer. 1881. S. 387.

<sup>137</sup>) Ebenda 1882. S. 556, 557.

halb derselben zu Tage. In das untere Ende des Hohlgestänges ist ein Meißel so eingesetzt, daß das Wasser seitlich austreten kann.

Bemerkt der Krückelführer, daß das Gestein sich ändert, so wird einige Minuten mit Bohren eingehalten, die Wasserspülung aber fortgesetzt und sodann weitergebohrt. Nach einiger Zeit erscheint zunächst klares und darauf das von der neuen Gesteinsschicht herrührende trübe Wasser, aus welchem die Bohrproben entnommen werden können.

**§ 99. Bohrverfahren von Zobel und Köbrich**<sup>138)</sup>; Fig. 5, 6; und 8—10, Taf. XI. Die mit dem dänischen Bohrverfahren erzielten Erfolge waren die Veranlassung, bei den vom preußischen Staate bei Pirmallen unternommenen Bohrarbeiten für die Diluvialschichten in ähnlicher Weise vorzugehen. Da man jedoch hierbei gröbere Geröllestücke zu erwarten hatte, in dem schmalen ringförmigen Raume zwischen Hohlgestänge und Futterrohr bei dem dänischen Verfahren aber nur erbsengroße Kiesel emporsteigen können, so ließ der Oberbohrinspektor Zobel nach dem Vorgange von van Eicken das Wasser in dem ringförmigen Raume zwischen Hohlgestänge und Futterrohr ein- und im letzteren austreten, indem er gleichzeitig größere Rohrdimensionen wählte.

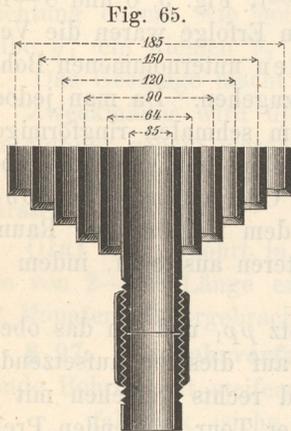
Zum Einsenken der Futterröhren dient ein Preßklotz  $pp_1$  und ein das obere Ende der Röhrentour umfassendes und sich gleichzeitig auf dieselbe aufsetzendes ringförmiges Gußstück  $d$ , siehe Fig. 8 und 9, links und rechts versehen mit je einem kräftigen Auge zur Aufnahme der zum Senken der Tour dienenden Preßspindeln  $ss_1$ , welche mit den verankerten Schleudern  $aa_1$ , siehe Fig. 10, in Verbindung stehen. Das Spülwasser findet durch das drehbare Stück  $q$  an höchster Stelle des Hohlgestänges seinen Austritt. Der ringförmige Raum zwischen Hohlgestänge und Futterrohr ist oben mit wasserdichten Abschlüssen versehen, welche man dadurch bewirkt hat, daß man den Preßklotz mit einem Stopfbüchsenaufsatze  $b$  für das hindurchtretende Hohlgestänge (Arbeitsrohr)  $r$  bekrönte und diesen Aufsatz mit einem seitlichen Stutzen  $c$  für den Eintritt des Spülwassers versah. Behufs Abdichtung des Futterrohres  $h$  gegen den dasselbe umfassenden Preßklotz wählte man die Manschettendichtung  $f$ .

Die oberen milden Schichten werden mit der Schappe  $o$ , Fig. 8, drehend durchbohrt. Das Hohlgestänge hängt mittels Schelle  $t$  an der Kabelkette, die nach Bedürfnis nachgelassen wird; ein das Hohlgestänge oberhalb des Stopfbüchsenaufsatzes umfassendes Drehbündel  $u$  bewirkt das Rotiren der Schappe, und in dem Maße, wie das Arbeitsrohr tiefer in das Gebirge eindringt, werden die Futterröhren  $h$  nachgebracht.

Sobald man feste Gesteinsschichten erreicht hat, tritt an die Stelle des drehenden Bohrverfahrens das stoßende mit dem Köbrich'schen Hohlfreifall-Instrument, Fig. 5 und 6. Dasselbe ist, wie das von Fauck (§ 97) angewendete, in seiner Grundidee ein Fabian'scher Apparat, bei welchem das Abfallstück  $a$  von einer Hülse  $k$  umschlossen wird und in gleicher Weise wie der sich an dasselbe anschließende Bohrklotz  $x$  und Bohrer  $y$ , siehe Fig. 6, behufs Ableitung des Spülwassers durchbohrt ist. Am Kopfe ist die Hülse  $k$ , auch Mantelrohr genannt, durch Muffe  $m$  mit dem Hohlgestänge verschraubt und hat auch bei diesem

<sup>138)</sup> Preuß. Zeitschr. 1875. Bd. 25. S. 285. — Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 692. Taf. XXXVIII.

Werkzeuge, wie beim Preßklotze, die Manschettendichtung die vorteilhafteste Verwendung gefunden. Weil das Spülwasser in das Ringstück zwischen Futter- und Arbeitsrohr eintritt, um seinen Rücklauf durch das Hohlgestänge zu nehmen, wurde das unerwünschte Eindringen von Schmandwasser in das Mantelrohr von unten her durch die untere Manschette  $g$  unmöglich gemacht; da es aber zeitweise wünschenswert wird, den Wasserstrom umzuschalten, also das Druckwasser vom Hohlgestänge aus wirken zu lassen, so war die Hinzufügung einer zweiten Manschette  $g_1$  geboten, welcher die Aufgabe zufällt, den Austritt von Wasser zwischen Mantelrohr und Abfallstück nach unten zu verhindern.



Als Bohrer, welche sich an die Bohrstange anschließen, haben sich der Kreuzmeißel, Fig. 13 und 14, Taf. XII, mit vier radial gestellten Schneiden und der Flachmeißel  $y$  in Fig. 6, Taf. XI, beide mit zentraler Durchbohrung, besonders bewährt. Zum Kernbohren dient der in Fig. 15 und 16, Taf. XII, dargestellte Meißel. — Die Anzahl der Stöße ist etwa 30 in der Minute.

Die benutzten Rohrsysteme, Fig. 65, bestanden aus einer Gruppe ineinander gehender patentgeschweißter (d. h. mit übereinander greifender Naht zwischen Walzen über Dorne geschweißter) Röhren von folgenden Dimensionen:

I	Röhrentour von 185 mm lichter Weite und 10 mm Wandung,
II	„ „ 150 „ „ „ „ 8 „ „
III	„ „ 120 „ „ „ „ 8 „ „
IV	„ „ 90 „ „ „ „ 7 „ „
V	„ „ 64 „ „ „ „ 7 „ „
VI	„ „ 35 „ „ „ „ 5 „ „

sowie mit Muffen von 54 mm äußerem Durchmesser und 90 mm Länge.

Von diesen Röhrentouren dienen die Nummern I, II und III nur als Futterröhren, während die Nummern IV und V zunächst in den größeren Röhrensorten als Hohlgestänge funktionieren und später, wenn es nötig wird, als Futterröhren gebraucht werden können. Die Röhrentour VI wird nur als Hohlgestänge für das Bohren mit Freifallinstrument benutzt.

Die Rohrdimensionen sind sämtlich so gewählt, daß der freie Raum zwischen Außenwand des Hohlgestänges und Innenwand des Futterrohres, ferner der Querschnitt des betreffenden Hohlgestänges, sowie des Kolbens und die Kolbengeschwindigkeit in der Druckpumpe in derart passendem Verhältnisse zu einander stehen, daß im Hohlgestänge die für die jeweiligen Gebirgsverhältnisse geeignete Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes zu erzielen ist, unnötige Kompressionen in der Wasserspülung vermieden werden und endlich der zwischen je zwei Futterröhrentouren befindliche Spielraum noch so groß ist, daß einem vorzeitigen Festwerden der im Niedergehen begriffenen Futterröhren durch etwa eintretende Sandaufgänge nach Möglichkeit vorgebeugt wird.

Das stoßende Bohren mit dem Hohlfreifallapparate benutzt Köbrich nur für mäßige Tiefen und ersetzt dasselbe für tiefere Bohrlöcher durch das drehende

Bohren mit Diamanten, sodaß also Schappe, Meißel und Diamanten bei demselben Bohrloche nacheinander zur Verwendung gelangen.

Die ganze Einrichtung ist so getroffen, daß man schnell und leicht die Schappe durch Hohlfreifallapparat mit Meißel und diesen wieder durch die Bohrkronen mit Diamanten ersetzen kann, während die maschinellen Teile im wesentlichen unverändert bleiben; nur der Bohrschwengel *H*, Fig. 9 und 10, Taf. XI, muß ein- oder ausgertickt werden, je nachdem man stoßend oder drehend arbeiten will.

Auf der ersten Bühne im Bohrturme, Fig. 10, Taf. XI, ist ein mit vier Laufrollen versehener Holzrahmen *h* angeordnet, welcher den aus zwei konischen Rädern und Riemenscheibe bestehenden Antriebsmechanismus für die in dem horizontal laufenden Rade auf und ab bewegbare Bohrspindel *p* trägt. Betrieben vom Vorgelege des Hauptkabels *z*, Fig. 10, ist die Bohrspindel mit einem Klemmfutter *K* für das Arbeitsrohr, Fig. 7, versehen und hängt während der Arbeit durch Vermittelung einer Schelle *s* und zweier Hängeeisen an dem vorderen Teile des Bohrschwengels. Letzterer übernimmt, veranlaßt durch eine einfache Windevorrichtung, je nach dem Fortschreiten der Bohrarbeit nicht allein das allmähliche Sinken des Bohrgestänges, sondern auch dadurch, daß das rückwärtige Schwengelende mit einem entsprechenden Gegengewichte belastet wird, insoweit die Gewichtsausgleichung des Gestänges, daß der Druck der sich drehenden Bohrkronen auf das zu durchbohrende Gestein nur noch 250—400 kg beträgt. Betrachtet man diese Anordnung, so leuchtet es ein, daß es nur des Abschraubens des Arbeitsrohres vom Gestänge und der Lösung der Verbindung zwischen Bohrschwengel und Bohrspindel bedarf, um den Rotationsapparat aus dem Bereiche des Bohrloches abfahren zu können und die Anlage sofort zum Wiedereintritt in das Stoßbohrverfahren zu befähigen. Daß sich umgekehrt die Umwandlung von Stoßbohr- in Diamantbohrverfahren ebenso einfach gestaltet, liegt auf der Hand.

Auch zum Abreißen der beim Diamantbohren stehen bleibenden Kerne hat Köbrich eine sehr zweckmäßige Einrichtung getroffen. Im Innern der Bohrkronen liegt ein nach oben stärker werdender loser, an einer Stelle aufgeschlitzter Stahlring *b*<sub>1</sub>, siehe Fig. 30 und 31, Taf. XII. An der inneren Fläche desselben befinden sich mehrere mit Diamanten *c*<sub>1</sub> besetzte Vorsprünge. Sobald die Bohrkronen angehoben wird, klemmt sich der Stahlring fest, die Diamanten dringen in den Kern hinein, der letztere wird bei einiger Kraftanwendung abgerissen und gleichzeitig mit der Bohrkronen zu Tage gebracht.

Innerhalb 6 Tagen mit 100 Stunden wirklicher Bohrzeit wurde ein Bohrloch zunächst mit der Schappe auf 26 m Teufe niedergebracht, in ferneren 20 Tagen in 338 Stunden wirklicher Bohrzeit mit dem Hohlfreifallapparat weitere 42 m, endlich in 5 Monaten und 12 Tagen mit 1414 wirklichen Bohrstunden mittels Diamantbohren auf 1100 m vertieft<sup>139)</sup>.

Die gesamten Kosten der Anlage betragen nach einem Prospekte der Maschinenfabrik und Kesselschmiede von R. Wolf in Buckau bei Magdeburg rund 22 000 M.

**§ 100. Noth'sches Verfahren.** Noth hat ein Bohrverfahren mit Wasserspülung und Seil in Vorschlag gebracht<sup>140)</sup>. Das letztere ist ein starker wasserdichter Hanfschlauch, dessen unteres Ende mit irgend einem hohlen Freifallapparate verbunden wird. In das untere Ende des Bohrstückes sind Kreuzmeißelschneiden

<sup>139)</sup> Wolf in Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1882. Bd. 26. S. 693.

<sup>140)</sup> Oesterr. Zeitschr. 1874. S. 424. — Dingler's polyt. Journ. 1875. Bd. 246. S. 122.

eingesteckt und durch Keile befestigt. Außerdem sind an der Peripherie des Bohrkopfes sogenannte Reaktionsrinnen eingearbeitet, welche aber durch einen übergeschobenen Blechcylinder bedeckt werden.

Zwischen den Kreuzmeißelschneiden befinden sich, wie bei Köbrich, vier Oeffnungen zum Ausströmen des durch das „hohle Seil“ eingepreßten Wassers. Da zwischen dem blechernen Mantelrohre und der Bohrlochwand nur wenig Raum bleibt, so ist der Bohrschlamm bei dem raschen Niederfallen des Untergestänges gezwungen, durch die Reaktionsrinnen und das Innere des Mantels hindurch auszutreten, wobei gleichzeitig eine Drehung des fallenden Meißels in einem der Windung der Rinnen entgegengesetzten Sinne erreicht wird, ohne daß das hohle Seil an der Drehung teilnimmt.

Sollte sich das Verfahren praktisch bewähren und vor allem eine genügende Haltbarkeit der Schläuche und ihrer Verbindungen auch bei größeren Tiefen erreicht werden können, so würde dasselbe gegenüber den übrigen Methoden mit Wasserspülung wesentliche Vorteile haben, zunächst denjenigen der Zeitersparnis, weil das An- und Abschrauben der hohlen Gestänge fortfällt. Außerdem gestattet es den Beginn mit einem großen Durchmesser und bietet dadurch die Möglichkeit, mehrere Verrohrungen einzubringen.

**§ 101. Der Wasserspül-Tiefbohrapparat der Aktien-Gesellschaft Humboldt in Kalk bei Deutz a. Rh.<sup>141)</sup>**; Fig. 2—4, Taf. XI, zeichnet sich durch große Einfachheit aus. Er ist für Tiefen bis 100 m, sowie für mildes Gebirge bestimmt und besteht zunächst aus einem stabilen dreibeinigen Bohrgestänge *a*, welches ebenso wie die beiden Querverbindungen *b* und *c* aus Gasröhren oder  $\square$  Eisen gefertigt ist.

Der Bohrschwengel *d* besteht aus einer massiven Eisenstange, welche am Kraftarm einen Druckbaum und am (kleineren) Lastarm eine Gabel trägt. Letztere greift unter eine Scheibe *e* und ein kurzes Rohrstück *f*, über welchem der Krückel *g* mittels der Schraube *h* an das Röhrengestänge angeschraubt wird. Der Krückel bietet daher indirekt den Angriffspunkt für die Gabel, da das Rohrstück und die Scheibe nur eingeschaltet sind, damit die Hand des Krückelführers beim Drehen nicht den Bohrschwengel streift. Beim Niedergange des Gestänges wird der Krückel von Zeit zu Zeit abgenommen und etwas höher wieder angelegt. Der Schwengelbock *i* besteht aus eisernen Schienen.

Der Bohrtäucher *k* ist so hoch, daß auch bei der Abwärtsbewegung des Gestänges das Spülwasser nicht über demselben abfließen kann, sondern durch den seitlichen Ausguß in den Blechkasten *l* tritt, woselbst sich der Bohrschlamm absetzt und das einigermaßen geklärte Wasser von der Pumpe *m* wieder aufgenommen werden und dem Hohlgestänge zugeführt werden kann. Das Gestänge besteht aus gewöhnlichen Gasröhren, welche durch konisch abgedrehte Muffen verbunden werden.

Der Bohrmeißel *n*, Fig. 2, 21 und 22, Taf. XI, hat zwei unter stumpfem Winkel angeordnete Schneiden — eine Neuerung, welche in mildem Gebirge wegen des Zentrirens Vorteile bietet; in festem Gestein dürfte sie sich nicht bewähren (vergl. S. 71). Sein Schaft ist hohl und besitzt zwei seitliche Oeffnungen *o* für den Austritt des Spülwassers.

Der Schlauchanschluß *p* hat zwei krückelartige Hebelarme *q* zum Auf- und

<sup>141)</sup> Tecklenburg in Preuß. Zeitschr. 1883. Bd. 31. S. 245.

Abschrauben, beziehungsweise zum Lockern und Anziehen, sodaß man das Anlegen eines besonderen Schlüssels erspart. Ueber dem Schlauchanschlusse ist noch ein Stück Rohr mit Bogenstück angebracht und an diesem erst der Gummischlauch befestigt. Dadurch, daß man das Bogenstück an das über die Seilrolle gehende Bohrseil anhängt und mit dem Niedergange des Bohrers sinken läßt, dasselbe ferner verhindert, an der Drehung des Gestänges teilzunehmen, wird der Gummischlauch vor einer schnellen Abnutzung durch Einknicken wesentlich geschützt.

§ 102. Schnellbohrgestänge mit Wasserspülung von Bertina<sup>142)</sup>. Zur Untersuchung des Baugrundes, für Bonitierungsarbeiten, sowie zum Schürfen eignet sich außer dem Tecklenburg'schen Hand-Tiefbohrapparate (§ 104), sowie dem Röhrenbrunnen-Rammbohrer (§ 105), das dem Verfahren von Deseniss & Jacobi in Hamburg (S. 135) ähnliche von Bertina in Schierstein a. Rh., wobei hohle Bohrröhren von 13 mm und Rammröhren von 38 mm Weite zur Verwendung gelangen.

In Fig. 1, Taf. XII, ist *a* das Rammrohr, welches in das durch den Bohrer geschaffene Loch eingetrieben wird. Die 1,5 m langen Rohrstücke werden durch Muffen *b* mit innerem Gewinde verbunden. Am untersten Rohrstücke befindet sich, um die Einführung des Rammrohres in das Bohrloch zu fördern, ein Stahlring *c*, welcher innen scharf geschmiedet und gefeilt, außen mit scharfen Zähnen von geringer Windung versehen ist.

Zur Aufnahme der Schläge eines Vorschlaghammers oder einer Ramme (vergl. § 105) ist oben auf das Rohr ein kurzes Rohrstück *d* aufgeschraubt, welches eine warm aufgezoogene und hart gelötete Flansche mit aufgelegtem Schllagring trägt; auf den letzteren setzt man beim Schlagen ein Stück hartes Holz mit der Hirnseite auf. Seitlich an der Flansche sind zwei Scharnirschraubenbolzen mit Flügelmuttern angebracht, die zur Befestigung der Stopfbüchse dienen. Die letztere vermittelt die Wasserspülung aus einem 3—4 m höher aufgestellten Petroleumfasse, zu welchem ein Schlauch mit Hahnverschluß *f* führt, und besteht aus einem 38 mm weiten T- (Dreiweg-) Stücke, an welches einerseits die auf das Rammhaupte passende Flansche angenietet und hart gelötet, während andererseits mittels eines eingeschraubten Nippels mit durchbohrtem Boden und übergeschraubter Muffe mit durchbohrtem Deckel die Vorrichtung zur Abdichtung des Wassers hergestellt ist; siehe Fig. 2.

Die Bohrröhren *g* haben eine Normallänge von 4 m bis zu Stücken von 1,50—2 m. Die zugehörigen Bohrer, Fig. 6 und 7, sind aus Gußstahl geschmiedet und haben zur Aufnahme der Bohrröhren inneres Gewinde, in dessen Zentrum die Bohrung mit dem Durchmesser der lichten Rohrweite sich fortsetzt und seitlich durch zwei länglich flache Löcher ausmündet. Zum Arbeiten in Sand und losem Gerölle wird der gerade flache Meißel *h*, in Stein der S-Bohrer *i*, im sehr hartem Gesteine, wie Quarz etc., der langsamer arbeitende Kronenbohrer *k* und in Thon und Lehm der Schneckenbohrer *l* angewendet.

Ueber der Stopfbüchse trägt das Bohrgestänge den Arbeitshobel (Bohrkrückel) *m*, der mittels zweier Schrauben festgeklemmt wird, und zum Ausfließen des Bohrschlammes das Bogenstück *n*.

Der Schneckenbohrer wird bei zähem Erdreich ohne Wasserspülung und

<sup>142)</sup> Gewerbeblatt für das Großherzogtum Hessen. 1880. No. 22.

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 Steigerrohr 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